

# FUENTES RENOVABLES DE ENERGIA EN AMERICA LATINA Y EL CARIBE

SITUACION Y PROPUESTAS  
DE POLITICAS



NACIONES UNIDAS

CEPAL



# FUENTES RENOVABLES DE ENERGÍA EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE: SITUACIÓN Y PROPUESTAS DE POLÍTICAS



NACIONES UNIDAS

CEPAL



Deutsche Gesellschaft für  
Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH

LC/L. 2132  
19 de mayo 2004

Este documento ha sido preparado en el marco del proyecto conjunto con la Agencia de Cooperación Técnica Alemana (GTZ): “Promoción del Desarrollo Económico por medio de la Integración de Enfoques de Políticas Ambientales y Sociales en América Latina y el Caribe”. Será sometido a la consideración de las delegaciones participantes en la Conferencia Internacional sobre Fuentes de Energías Renovables, que se celebrará en Bonn, Alemania, en junio de 2004. Ha sido dirigido y coordinado por Hugo Altomonte, Jefe de la Unidad Recursos Naturales y Energía, Manlio Coviello, Experto en Energía de la CEPAL y Fernando Cuevas, Jefe de la Unidad de Energía, CEPAL/México, con la revisión de Fernando Sánchez-Albavera, Director de la División Recursos Naturales e Infraestructura y con la participación de José Javier Gómez, Oficial para Asuntos Económicos de la División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos de la CEPAL. El trabajo ha sido posible gracias al apoyo técnico de Víctor Hugo Ventura, Oficial para Asuntos Económicos de la CEPAL/México y a los aportes sustantivos de los siguientes especialistas internacionales: Luiz Augusto Horta Nogueira, Odón de Buen, Thomas Scheutzlich, Ricardo Esparta, Oswaldo Lucon y Alexandre Uhlig.

La dirección del proyecto agradece al Ministerio de Cooperación Alemán (BMZ) su contribución para la realización de este trabajo.

Las opiniones expresadas en este documento son de exclusiva responsabilidad de los autores y no comprometen a las instituciones involucradas.

## INDICE

RESUMEN .....	6
I ANTECEDENTES.....	11
A. Iniciativas internacionales .....	11
1. Coalición de Johannesburgo sobre Energía Renovable (JREC).....	11
2. Alianza para la Energía Renovable y la Eficiencia Energética (REEEP).....	11
3. Conferencia Mundial sobre Energías Renovables, 2004 .....	12
B. Iniciativas intergubernamentales .....	12
1. Unión Europea.....	12
2. Organismo Internacional de Energía .....	14
C. Iniciativas de la región de América Latina y el Caribe .....	14
1. Iniciativa Latinoamericana y Caribeña para el Desarrollo Sostenible (ILACDS).....	14
2. Plataforma de Brasilia sobre energías renovables.....	15
3. Declaración del Parlamento Latinoamericano .....	16
II ESTADO ACTUAL DE LAS FUENTES DE ENERGÍA RENOVABLES EN LA REGIÓN.....	18
A. La institucionalidad de las fuentes de energía renovables.....	18
B. Caribe 1.....	23
1. Aspectos generales y de políticas.....	23
2. Condiciones de base .....	23
C. Caribe 2.....	27
1. Aspectos generales y de políticas.....	27
2. Condiciones de base .....	28
D. América Central.....	29
1. Aspectos generales y de políticas.....	29
2. Condiciones de base .....	38
E. México.....	43
1. Aspectos generales y de políticas.....	43
2. Condiciones de base .....	43
F. Comunidad Andina .....	44
1. Aspectos generales y de políticas.....	44
2. Condiciones de base .....	46
G. Mercosur ampliado .....	54
1. Aspectos generales y de políticas.....	54
2. Condiciones de base .....	58
III. ESTADO ACTUAL DE LAS FUENTES DE ENERGÍA RENOVABLES EN LA REGIÓN.....	64
A. Sostenibilidad de la oferta de energía .....	64
1. Antecedentes.....	64
2. Metodología aplicada en el estudio .....	65
3. Modelo propuesto.....	66
4. Categorías de fuentes de energía renovables .....	68
B. Análisis de la oferta total de energía en América Latina y sus subregiones .....	68
C. Análisis comparativo de los índices energéticos subregionales .....	78
1. Índice de renovabilidad de la oferta de energía (IRO).....	80
2. Índice de renovabilidad per cápita (IRC).....	81
3. Índice de sostenibilidad residencial (ISR).....	82
4. Índice de dependencia hidroenergética de la oferta total renovable (IDH):.....	83
5. Índice de dependencia dendroenergética en la oferta total de fuentes renovables (IDD):..	84
6. Índice de dominancia petrolera (IDP):.....	85

7. Índice de consumo contaminante (ICC).....	86
8. Índice de generación eléctrica contaminante (IGC).....	87
IV. BARRERAS, OPORTUNIDADES Y ASPECTOS CENTRALES DE LA PENETRACIÓN DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES.....	89
A. Barreras comunes.....	89
1. Barreras técnicas.....	89
2. Barreras regulatorias.....	90
3. Barreras económicas y financieras.....	91
4. Barreras institucionales.....	92
5. Barreras sociales.....	93
B. Experiencias exitosas en la región.....	94
1. Jamaica: el parque eólico de Wigton.....	94
2. Brasil: los programas PRODEEM, PROINFA y PROALCOHOL.....	96
3. Perú: el Plan de Electrificación Rural.....	98
4. Argentina: el Proyecto de Energías Renovables en Mercados Rurales (PERMER) y su modalidad de financiamiento público-privado.....	100
5. Costa Rica: las plantas eólicas.....	102
6. Cuba: electrificación de escuelas rurales mediante sistemas solares.....	103
7. México: Programa de Energía Renovable para la Agricultura.....	103
C. Mercado internacional de los créditos de carbono.....	105
D. Consecuencias de los acuerdos internacionales.....	107
1. Protocolo de Kyoto.....	107
2. Organización Mundial del Comercio (OMC).....	109
3. Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLC).....	111
V. FORMULACIÓN DE POLÍTICAS PÚBLICAS: TEMAS RELEVANTES, PROPUESTAS Y ACCIONES PARA LA PENETRACIÓN DE LAS FUENTES RENOVABLES.....	113
A. Marco teórico para la formulación de la política energética.....	113
1. Entorno, objetivos y secuencia.....	113
2. Los instrumentos de política para profundizar y perfeccionar los procesos de reformas.....	114
B. Visión estratégica integral: nuevas preocupaciones en políticas públicas energético-ambientales y el valor implícito del aprovechamiento de las energías renovables.....	117
C. Temas relevantes para la región: propuestas y acciones.....	119
1. Renovabilidad y sostenibilidad de la hidroenergía: necesidad de una revaloración ambiental y social.....	119
2. Los retos y las posibilidades de las fuentes de energía renovables para el desarrollo integral de las comunidades rurales.....	123
3. El uso racional de la leña.....	126
4. Una nueva perspectiva sobre la biomasa y los biocombustibles.....	128
5. Oportunidades ofrecidas por la nueva directiva europea sobre emisiones (Eurokyoto) ....	131
E. El éxito de los sistemas de compra garantizada (feed-in) en Europa: ¿un ejemplo para América Latina?.....	132
F. El manejo del riesgo como elemento clave para hacer viable el financiamiento.....	134
Bibliografía.....	138
ANEXOS.....	143
Caribe 1:.....	144
Caribe 2:.....	147
Mercosur ampliado.....	149
Comunidad Andina.....	152
México y América Central.....	155

Recuadro I.1	Compromisos principales de la plataforma de Brasilia sobre energías renovables.....	16
Recuadro IV.1	Datos técnicos y económicos del proyecto .....	95
Cuadro II.1	Proyectos y programas de energía vigentes en el caribe (a marzo de 2004) .....	22
Cuadro II.2	Comparativo de leyes sobre recursos naturales y servicios de infraestructura.....	28
Cuadro II.3	Principales iniciativas e instituciones subregionales relacionadas con las fuentes de energía renovables .....	31
Cuadro II.4	Países centroamericanos, 2002: participación de la cogeneración dentro de la industria eléctrica .....	39
Cuadro II.5	Países centroamericanos, 2002: potencial de recursos hidroeléctricos .....	40
Cuadro II.6	Países centroamericanos, 2002: potencial de recursos geotérmicos .....	41
Cuadro II.7	Estudios sobre el estado de los recursos de energía renovable en Colombia .....	49
Cuadro II.8	Potencial de energías renovables en Ecuador .....	50
Cuadro II.9	Potencial de producción de fuentes energéticas renovables en Perú .....	51
Cuadro II.10	Potencial eólico estimado en Brasil por regiones.....	60
Cuadro III.1	América Latina y el Caribe (26 países): datos e indicadores sobre oferta y consumo de energía.....	79
Cuadro IV.1	Costos de generación y requerimientos de inversión .....	92
Cuadro IV.2	Indicadores del plan de electrificación rural de Perú, 2003-2012 .....	99
Cuadro IV.3	Países de América Latina y el Caribe en el mercado MDL.....	106
Gráfico II.1	Costos estimados de la electrificación rural en Perú.....	47
Gráfico III.1	América Latina y el Caribe 2002: Oferta de energía.....	70
Gráfico III.2	América Central 2002: Oferta de energía .....	71
Gráfico III.3	México 2002: Oferta de energía .....	72
Gráfico III.4	Caribe 1 2002: Oferta de energía.....	73
Gráfico III.5	Caribe 2 2002: Oferta de energía.....	74
Gráfico III.6	Comunidad Andina 2002: Oferta de energía.....	75
Gráfico III.7	Mercosur Ampliado: Oferta de energía .....	76
Gráfico III.8	Brasil, 2002: Oferta de energía.....	78
Gráfico III.9	Índice de renovabilidad de la oferta de energía (IRO).....	80
Gráfico III.10	Índice de renovabilidad per cápita (IRC).....	81
Gráfico III.11	Índice de sostenibilidad residencial (ISR) .....	82
Gráfico III.12	Índice de dependencia hidroenergética de la oferta total renovable (IDH):.....	83
Gráfico III.13	Índice de dependencia dendroenergética en la oferta total de fuentes renovables (IDD): .....	84
Gráfico III.14	Índice de dominancia petrolera (IDP): .....	85
Gráfico III.15	Índice de consumo contaminante (ICC).....	86
Gráfico III.16	Índice de generación eléctrica contaminante (IGC).....	87
Figura IV.1	Costos unitarios de capacidad estimados para la electrificación rural en Perú .....	99
Figura IV.2	Mercado del carbono en América Latina y el Caribe proyectos por tipo de tecnología .....	105
Figura V.1	Impactos del sistema "feed-in" en la eólica en países de la Unión Europea.....	134
Figura V.2	Fondo regional de garantía .....	136

## RESUMEN

La Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible, celebrada en Johannesburgo en agosto de 2002, respondió a un nuevo ciclo de reuniones mundiales que se inició con la Cumbre del Milenio. Este nuevo ciclo se caracteriza principalmente por el foco del debate, el cual se ha ido desplazando desde las declaraciones de principios hacia la identificación de objetivos y áreas de acción concretas, con compromisos de tipo cuantitativo y plazos de cumplimiento.

Las discusiones en torno a la energía tuvieron un lugar importante en la Cumbre de Johannesburgo. Se enfatizaron los vínculos positivos del acceso a la energía con la erradicación de la pobreza y la mejora en la salud y calidad de vida de las personas. Si bien hubo acuerdo en la necesidad de expandir el uso de los recursos energéticos renovables y aumentar la proporción de la producción de energía procedente de fuentes renovables, no fue posible, a diferencia de otras áreas de debate, establecer metas y plazos a escala global. No obstante, en algunas regiones como América Latina y el Caribe sí se acordaron metas concretas a través de la Iniciativa Latinoamericana y Caribeña para el Desarrollo Sostenible.

La Conferencia Regional para América Latina y el Caribe sobre Energías Renovables (Brasilia, octubre de 2003) no sólo representó uno de los esfuerzos iniciales para hacer realidad la meta acordada en Johannesburgo, sino que constituyó la primera reunión conjunta de autoridades y representantes de los Ministerios de Medio Ambiente y de Energía de la región. En esta Conferencia se aprobó la Plataforma de Brasilia sobre Energías Renovables, que establece entre sus principales puntos “impulsar el cumplimiento de la meta de la Iniciativa Latinoamericana y Caribeña para el Desarrollo Sostenible de lograr en el año 2010 que la región, considerada en su conjunto, utilice al menos un 10% de energías renovables del consumo total energético, sobre la base de esfuerzos voluntarios y teniendo en cuenta la diversidad de las situaciones nacionales. Este porcentaje podría ser incrementado por aquellos países o subregiones que, de manera voluntaria, deseen hacerlo.”

Como se demuestra en el presente trabajo, a fines de 2002, la región de América Latina y el Caribe ya cumplía con las metas impulsadas en Brasilia, dado que las fuentes renovables de energía aportaban más de la cuarta parte a la oferta total de energía (25.7%).<sup>1</sup> Entre éstas se destacan la hidroenergía con aproximadamente un 15%, la leña con un 5.8% y los productos de caña con un 4.1%. El resto de las fuentes renovables como las biomasas (0.5%) y la geotermia (0.7%) son marginales, y las fuentes de energía eólica y solar, a pesar de ser utilizadas, no se contabilizan aún para formar parte de la oferta de energía.

La región posee una dotación importante de recursos, tanto de fuentes fósiles como renovables. La relación reserva/producción de petróleo excede los 35 años y la de gas natural supera los 40. A su vez, el potencial hidroeléctrico económicamente aprovechable supera los 500 GW, de los cuales se utiliza sólo el 22%. A pesar de los recursos disponibles, no se observa un desarrollo adecuado de la energía geotérmica. Por otra parte, según se observa más adelante en el análisis subregional, pareciera que no están debidamente contabilizados los aportes de otras fuentes de energía como la solar y la eólica.

La integración equilibrada de las dimensiones del desarrollo sostenible constituye el marco de referencia sobre el cual la CEPAL ha desarrollado este trabajo. Por lo tanto, el presente estudio pretende cubrir los ámbitos económico, social, energético y ambiental desde una perspectiva integradora. En este contexto, la meta alcanzada por la región en su conjunto debe analizarse

---

<sup>1</sup> Nótese que si bien la Plataforma de Brasilia estipula la meta a alcanzar del 10% sobre el consumo, el cálculo se realizó sobre la oferta en función de los problemas y alcances metodológicos que se detallan en el capítulo 3.

cuidadosamente, por cuanto se observan marcadas diferencias entre las subregiones y los países de una subregión:

- En la dotación de recursos naturales, así como en las estructuras de abastecimiento y consumo de energía; y
- En la institucionalidad y las condiciones de base para impulsar políticas de promoción y penetración de las fuentes renovables.

El análisis de la renovabilidad de la oferta total demuestra que la subregión Caribe 1 (Barbados, Granada, Guyana, Jamaica, Suriname y Trinidad y Tabago) se encuentra considerablemente por debajo de la línea del 10%, mientras que México lo supera sólo ligeramente. En consecuencia, será necesario realizar un gran esfuerzo si se quiere alcanzar en el primer caso y sostener en el segundo la meta de participación de fuentes renovables en la oferta total. Aquellas subregiones que se ubican dentro de la faja del 20% a 30% (como República Dominicana, Haití y Cuba, pertenecientes a la subregión del Caribe 2, y la Comunidad Andina) deberían actuar en forma decidida, tanto en términos de políticas como de promoción de proyectos relativos a fuentes renovables. Por otra parte, en algunos países centroamericanos, como Guatemala, El Salvador, Honduras y Nicaragua, el papel de la dendroenergía es muy importante y, si bien por un lado, en términos de desarrollo sostenible, resulta positivo por cuanto indica una baja utilización de combustibles fósiles, por el otro es claramente negativo, a causa del fuerte impacto sobre los recursos forestales nacionales y la calidad de vida de los usuarios.

Por el contrario, en países como Argentina, México, Venezuela y Ecuador, donde la utilización de la biomasa con fines energéticos es casi marginal, podrían presentarse problemas de sostenibilidad debido a la fuerte utilización de combustibles fósiles a nivel del consumo final industrial y residencial, y del consumo intermedio, en la generación eléctrica. En estos países, se observa que los hidrocarburos representan entre un 80% y 90% de la oferta total de energía.

Aparte de este posicionamiento general de las subregiones y de ciertos países con relación a la iniciativa, surgen otros puntos de análisis que resultan interesantes, ya sea por sus implicancias a mediano plazo o por la composición y estructura de la sostenibilidad de la oferta energética.

El índice de sostenibilidad residencial (ISR) da cuenta de la importancia de la leña para satisfacer los requerimientos calóricos básicos de las familias, principalmente para la cocción de alimentos, la calefacción y el agua caliente. Un alto ISR significa que el país es fuertemente dependiente de la leña para satisfacer las necesidades de la población. A lo largo de este estudio, se ha observado que en la región se presentan situaciones muy diversas en relación con la tecnología de combustión de la leña y sus condiciones de uso, lo que afecta su eficiencia energética y acarrea efectos negativos para la salud.

Asimismo, el ISR registra los pasivos sociales, sobre el nivel de pobreza de la población en general, así como del acceso de la población en áreas urbano-marginales y rurales a fuentes de mayor calidad. De esta forma, las fuentes de mayor calidad se asocian por lo general a un costo monetario superior, pero también a una mayor eficiencia y rendimiento, a un menor tiempo dedicado al acopio de combustible y a niveles más bajos de contaminación intradomiciliaria.

Las subregiones más dependientes de los combustibles fósiles (Caribe 1 y México) se encuentran por debajo de la línea del 20% del ISR y son grandes consumidores de hidrocarburos líquidos secundarios. En este caso, podrían presentar un mayor consumo de energía útil, y por lo tanto un mayor nivel de satisfacción de los requerimientos básicos para uso calórico, que el resto de las subregiones. En el extremo opuesto, se encuentran los países centroamericanos con una relación



superior a 1.4 veces, lo que indica no sólo la existencia de una excesiva dependencia de la leña, tanto en el área rural como urbano marginal, sino la inexistencia de un abastecimiento adecuado, en términos de acceso y calidad, que permita satisfacer las necesidades calóricas básicas.

Otro indicador de los grados de sostenibilidad de los sistemas energéticos es el índice de generación eléctrica contaminante, medido a través de la cantidad de CO<sub>2</sub> emitida con relación a la producción total de electricidad (Tn CO<sub>2</sub>/GWh). Las subregiones Caribe 1 y 2, además de México, demuestran poseer una generación particularmente contaminante en términos de emisiones de CO<sub>2</sub>. En el caso de México, ello obedece al papel predominante de los combustibles fósiles en la generación eléctrica (prácticamente el 70% del parque es térmico). En el caso de los países del Caribe, ese papel se asocia evidentemente a un proceso menos eficiente de la generación, con bajos niveles de rendimiento del parque de generación térmica.

Como se señaló anteriormente, el objetivo específico del presente trabajo fue realizar un análisis sobre la sostenibilidad de la oferta energética y describir la situación al año 2002. Como resultado, se obtuvieron conclusiones positivas en algunos casos y surgieron interrogantes en otros.

No obstante, queda pendiente tratar esta problemática en un análisis no estático, sino dinámico. Es decir, es necesario diseñar un conjunto de escenarios posibles para los países de América Latina y el Caribe y observar las condicionantes nacionales, subregionales y regionales, de manera que aquellos países o subregiones que no cumplen las metas planteadas en la Iniciativa Latinoamericana puedan aplicar políticas que les permitan acercarse a las mismas. Asimismo, esta medida ayuda a que aquellos países que sí las cumplen, pero que corren el riesgo de caer en incumplimiento, puedan redireccionar sus estrategias y políticas hacia un desarrollo sostenible del sector energético.

La detección de barreras específicas junto con otras acciones debería constituir la base de las políticas públicas a favor de las energías renovables. Las barreras para la aplicación de medidas de eficiencia energética y de aprovechamiento de las energías renovables están bien documentadas y se clasifican generalmente en cinco tipos: técnicas, regulatorias, económicas, financieras e institucionales. En este documento se incluye un análisis de estas barreras a las que se agregó un nuevo tipo de obstáculo detectado, relacionado con determinados comportamientos sociales existentes en la región.

Del diagnóstico de este trabajo surge la necesidad de desarrollar y modernizar las estructuras institucionales a fin de lograr una verdadera integración de las políticas públicas que además permita sinergias con el financiamiento internacional y la inversión privada. Así como la tarea más importante del decenio pasado fue la construcción de una institucionalidad ambiental, la tarea fundamental de la próxima década debe ser lograr una verdadera transversalización del tema ambiental en la agenda económica y social. Un elemento esencial de la transición hacia la plena incorporación de la sostenibilidad ambiental en la agenda económica será considerarla como una oportunidad y no meramente como una restricción al desarrollo económico.

Por otra parte, es necesario reducir el espacio a múltiples fallas de gobierno que se abre durante el complejo proceso a través del cual se gestan, formulan, articulan y coordinan las intervenciones públicas. Asimismo, se debe mejorar la calidad e interacción de un conjunto importante de organizaciones, instituciones y políticas públicas que frecuentemente se consideran por separado como si se tratara de entidades con vida propia y efectivamente autónomas entre sí. Esto es común en varios de los casos analizados de programas que intentaron lograr una mayor penetración de las fuentes renovables, en los que se comprobó que no se contó con la información ni los incentivos suficientes para asegurar la necesaria integración, coherencia y coordinación de políticas sectoriales, y en relación con los objetivos generales de la política energética. Esta situación se agrava aún más con el hecho de que en todas las subregiones se observa una multiplicidad y atonicidad de actores internacionales –

organismos gubernamentales e intergubernamentales, regionales y extraregionales, organizaciones no gubernamentales, etc.- que intervienen en diferentes ámbitos de la política (por lo general, en el diseño y la implementación de los proyectos).

Por lo tanto, en el caso de las fuentes renovables de energía, resulta claro que se necesitará de la determinación de las instancias y autoridades políticas para establecer los mecanismos necesarios de la misma forma que se hizo con el proceso de reforma al sistema energético. Se pretende por tanto que los países incorporen explícitamente en sus líneas estratégicas una mayor penetración de las fuentes renovables que contribuya a lograr una mayor seguridad energética; a una energización más eficaz en el marco de los programas de combate a la pobreza; a mitigar los problemas ambientales; y, dado el mayor uso de fuentes endógenas, al ahorro de divisas. Para ello, es fundamental construir alianzas con grupos locales dentro del marco de la cooperación internacional.

Por lo tanto, en el marco de este esquema, se propone reproducir las condiciones en que se apoyaron los cambios provocados por las reformas. En este sentido, si esos procesos se vieron acompañados por acciones dirigidas a modificar la organización institucional, los principios regulatorios y la modalidad de coordinación, entonces se deberá intervenir en el ámbito de las fuentes renovables i) para disponer de una institucionalidad más fuerte y acorde con la propuesta; ii) para introducir modificaciones fundamentales a los marcos regulatorios existentes; y iii) en la organización de los mercados, el grado de descentralización jurisdiccional y las condiciones de acceso. Todos estos son ámbitos de acción subsidiaria del Estado.

De esta forma, se supone entonces que en estos tres planos la participación del Estado será inevitable, pues tendrá un papel coordinador en función del espacio construido para la viabilidad de las políticas e intervendrá directamente en la ejecución de las inversiones (por ejemplo, electrificación rural) o mediante instrumentos de fomento que hagan atractiva la participación de los inversionistas privados. Entre estos instrumentos, se incluyen los impuestos y subsidios que operan sobre los precios de la energía, el impuesto a la sustitución entre fuentes y/o a la penetración de aquellas fuentes más limpias, cuyo fin es promover el uso racional de la energía y alcanzar objetivos de carácter ambiental y otros. Sin duda, el grado de intervención pública y el carácter de los incentivos dependerán de la situación de cada uno de los países.

En la actualidad, el tema de las energías renovables es puesto en la agenda pública por quienes se preocupan, ya sea desde la autoridad o de la sociedad civil, del medio ambiente. Ello resulta útil para estimular las iniciativas de aprovechamiento de las energías renovables, pero no es lo suficientemente consistente en el marco de las políticas energéticas, que han tendido a privilegiar las fuentes convencionales, pues al ingresar al espacio de lo energético con una visión fundamentalmente económica, las energías renovables pasan a segundo plano debido a sus mayores costos de entrada.

Sin embargo, esta situación está cambiando lentamente, ya que otros temas de la agenda pública, asociados de una u otra forma al aprovechamiento de las energías renovables, tienen hoy un lugar prominente en las preocupaciones de los Estados nacionales, y en algunos casos subnacionales, de la mayoría de los países de la región.

Las diferentes iniciativas observadas en los países de la región deberían considerarse desde una visión integral del sector energético, lo que implica condicionar su evolución a las exigencias del desarrollo sostenible. De ahí, deberían surgir líneas estratégicas que orienten la formulación de las políticas públicas. Éstas deberían ponderar adecuadamente el papel de las energías renovables en el crecimiento económico, el empleo, el medio ambiente, el desarrollo rural, la energización universal y la gobernabilidad de los recursos, especialmente el agua-.

En consecuencia, a partir de esta visión integral, en este trabajo se plantean cuatro temas relevantes e iniciativas con propuestas concretas para América Latina y el Caribe:

- La revaloración ambiental y social de la hidroenergía bajo las exigencias del desarrollo sostenible;
- La contribución de las fuentes renovables al desarrollo integral de las comunidades rurales;
- El uso racional de la leña; y
- El papel de la biomasa y los biocombustibles

Estos desafíos deben abordarse considerando las oportunidades contenidas en la nueva Directiva Europea de Enlace sobre emisiones (Eurokyoto), que ofrece a la región la oportunidad de entrar a un régimen global de comercio de emisiones, tendiente a constituir un sistema institucionalizado en función de los proyectos ya identificados en la fase piloto del Protocolo de Kyoto, y evaluando la posibilidad de aplicar modalidades de compra garantizada (feed-in) que han demostrado tener mucho éxito en Europa.

## CAPITULO I

### ANTECEDENTES

Actualmente existen numerosas instancias e iniciativas internacionales, regionales e intergubernamentales que apoyan la penetración de las fuentes de energía renovables en los mercados energéticos, tanto de los países industrializados como en desarrollo.

#### A. Iniciativas internacionales

Pese a no alcanzar resultados ni objetivos concretos, no cabe duda de que la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible, celebrada en agosto de 2002 en Johannesburgo, representa un hito importante por cuanto introdujo el tema de las fuentes de energía renovables (FRE) en la agenda política de los países.

En materia de “energías sostenibles”, en la reunión de Johannesburgo surgieron una serie de iniciativas nacionales, regionales y mundiales con diferentes planes e intereses, pero todas con un objetivo común: incrementar en forma sustancial la participación y contribución de las fuentes renovables en la oferta energética. Entre las iniciativas surgidas durante esta reunión cabe mencionar las siguientes:

##### 1. Coalición de Johannesburgo sobre Energía Renovable (JREC)

Impulsada por la Unión Europea, esta iniciativa ya contaba en marzo de 2003 con el apoyo formal de 78 países, entre ellos, Chile, Argentina, Brasil y los países del Caribe. La Coalición aún no ha establecido metas específicas, pero actualmente está finalizando la elaboración de su Plan de Acción definitivo.

La Declaración de la Coalición de Johannesburgo estipula que sus miembros se comprometen a cooperar en el futuro desarrollo y promoción de tecnologías sobre energías renovables sobre la base de claros y ambiciosos objetivos -a alcanzarse en un período de tiempo definido- establecidos a nivel nacional, regional e idealmente a niveles globales; además han adoptado o adoptarán estos objetivos para aumentar la participación de las fuentes de energía renovables e incentivarán a otros a trabajar de la misma forma; asimismo, los miembros necesitan informar sobre los progresos y los resultados a tiempo para la Conferencia Mundial sobre Energías Renovables, que se celebrará en Bonn en 2004.<sup>2</sup>

##### 2. Alianza para la Energía Renovable y la Eficiencia Energética (REEEP)

La REEEP fue impulsada por el Reino Unido y propuesta en Johannesburgo en ocasión de la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible. En el marco de esta iniciativa, en julio de 2003 se llevaron a cabo nueve reuniones regionales de expertos en Europa Central, Asia Sudoriental, Asia Meridional, Asia Oriental, África Occidental, África Oriental, África del Sur, América del Norte y América Latina. El lanzamiento oficial de la REEEP tuvo lugar en octubre de 2003 en Londres.

En el Plan de Acción de la REEEP se precisa que ésta es una asociación internacional entre el gobierno, la sociedad empresarial y la civil, pensada para asesorar a quienes elaboran las políticas energéticas y al sector empresarial para entregar políticas innovadoras, mecanismos de regulación y financiamiento para acelerar el desarrollo de sistemas de energía sustentable. El proceso de formación

---

<sup>2</sup> [www.jrec.org](http://www.jrec.org)

de esta asociación ayudará también a la propuesta alemana con miras a la Conferencia Mundial sobre Energías Renovables, que se llevará a cabo en Bonn, en junio de 2004.<sup>3</sup>

### **3. Conferencia Mundial sobre Energías Renovables, 2004**

Las principales prioridades de la Conferencia Mundial organizada por el gobierno de Alemania son destacar el importante papel de las energías renovables en el contexto del desarrollo sostenible, a fin de llamar la atención sobre la importancia del establecimiento de objetivos nacionales y regionales y de la participación global de las energías renovables, y alcanzar un acuerdo internacional sobre un Plan de Acción Global para la penetración exitosa de las fuentes de energía renovables.

A partir de la lectura de las diversas declaraciones, resultan evidentes dos elementos principales de convergencia entre las diferentes iniciativas:

- La definición conjunta de metas numéricas concretas para la participación de las fuentes de energía renovables en las matrices energéticas de los países, y
- El establecimiento de una meta temporal (junio de 2004, Conferencia Mundial de Bonn) para la presentación de acciones concretas al respecto.

## **B. Iniciativas intergubernamentales**

### **1. Unión Europea**

#### **a) Directiva 2001/77/CE**

El 4 de julio de 2001, el Parlamento Europeo aprobó la directiva relativa a la promoción de la electricidad generada a partir de fuentes de energía renovables en el mercado interno de la Unión Europea. La Directiva pretende contribuir al cumplimiento de los compromisos adquiridos en Kyoto y a lograr el objetivo de duplicar la cuota de las fuentes de energía renovables respecto del consumo interior bruto de energía de la Unión Europea, que debería pasar del 6% actual a un 12% en 2010.

Con esta nueva normativa, los estados miembros se comprometen a respetar los objetivos nacionales de consumo futuro de electricidad generada a partir de fuentes de energía renovables y a instaurar un sistema de certificación de origen de "electricidad verde". Asimismo, los Estados deberán adoptar medidas acordes que creen condiciones equitativas y faciliten la penetración de las fuentes de energía renovables en el mercado europeo de electricidad, respetando al mismo tiempo las normas sobre competencia.

#### **b) Programa EIE:**

Más recientemente, en mayo de 2003, el Parlamento Europeo aprobó un programa comunitario plurianual denominado "Energía inteligente para Europa", dotado de 200 millones de euros, 80 de los cuales están destinados a la promoción de fuentes de energía renovables en los países miembros de la Unión Europea y 17 millones a la cooperación con países en desarrollo en materia de eficiencia energética y fuentes renovables de energía. El programa incluye y reemplaza a tres antiguos programas: SAVE, ALTENER y COOPENER.

---

<sup>3</sup> [www.reecp.org](http://www.reecp.org)

### c) Directiva 2003/87/CE

El 13 de octubre de 2003, se publicó en el Diario Oficial de la Unión Europea la Directiva 2003/87/CE por la que se establece un régimen para el comercio de derechos de emisiones de gases de efecto invernadero. De esta forma pasó a constituir una ley de la Unión Europea.

De conformidad con dicha Directiva, los estados miembros deberán decidir para marzo de 2004 sobre la cantidad de derechos de emisiones que se asignarán para el período 2005-2007 a grandes fuentes fijas de CO<sub>2</sub> (se ha programado una segunda fase para el período 2008-2012). Se abarcarán más de 12.000 fuentes fijas, que representan aproximadamente el 45% del total de emisiones de gases de efecto invernadero de EU25<sup>3</sup>.

### d) Propuesta de directiva 2003/0173

Además de la Directiva de la Unión Europea mencionada anteriormente, por la que se establece un régimen para el comercio de derechos de emisiones de gases de efecto invernadero en la Comunidad, existe una directiva de enlace que eventualmente regirá las relaciones entre el régimen europeo de derechos de emisión (ETS) y el Protocolo de Kyoto. En su forma actual (aún debe ser aprobada por el Consejo Europeo y el Parlamento Europeo), permite la importación de unidades de reducción de las emisiones (URE) y de reducciones certificadas de las emisiones (RCE) en el régimen comunitario de derechos (mediante la conversión en derechos de emisión), aunque sólo después del año 2008.

El 16 de marzo de 2004, el Comité de Medio Ambiente del Parlamento Europeo adoptó el informe sobre la Directiva de enlace del régimen comunitario de emisiones de la Unión Europea con los mecanismos basados en proyectos del Protocolo de Kyoto. La votación refleja otro paso hacia la consolidación de la propuesta Directiva de enlace como ley. El informe da cuenta de la posición del Parlamento y se llevará al Consejo de Medio Ambiente de la Unión Europea. En las semanas venideras, los dos órganos deberán llegar a acuerdo sobre todos los asuntos relevantes a fin de cumplir con la fecha fijada del 20 al 23 de abril para su adopción.

Luego de la votación del 16 de marzo, al parecer ambos órganos concordaron en que el enlace no debe depender de la ratificación del Protocolo de Kyoto. Acordaron también que el enlace debe entrar en vigor el 1 de enero de 2005 para los proyectos relativos a los mecanismos de desarrollo limpio (MDL) y a partir de 2008 para los de aplicación conjunta (AC). En realidad, muchos analistas se refieren a esta Directiva como la "EuroKyoto", haciendo referencia al hecho de que pronto se ofrecerá una amplia gama de oportunidades comerciales a países que, en el Protocolo de Kyoto, se identifican como países "No-anexo 1" (que es el caso de los países latinoamericanos).

En preparación al régimen comunitario de derechos de emisiones, diversas empresas están participando en operaciones de demostración de asignación de derechos de emisión. Dado que estos derechos aún no se han asignado a ninguna entidad privada, todas las transacciones realizadas hasta ahora han sido a plazo, pues los derechos de emisión se transferirán desde el vendedor al comprador en una fecha futura.

Durante los primeros tres trimestres de 2003, se han realizado unas 20 operaciones, por un volumen probablemente superior a las 500 000 toneladas de CO<sub>2e</sub> (dióxido de carbono equivalente). La mayoría de estas operaciones son pequeñas (inferiores a las 50 000 toneladas) y abarcan sólo las emisiones de los años 2005, 2006 y/o 2007.

Si bien la información de precios es incompleta, los precios de las transacciones aparentemente han aumentado desde aproximadamente €6/tCO<sub>2e</sub> en mayo de 2003 a €12/tCO<sub>2e</sub> en noviembre de

2003. Sin embargo, estos precios no necesariamente reflejan la posible curva de equilibrio entre oferta y demanda a largo plazo, pues el mercado es aún muy estrecho y existe aún bastante incertidumbre sobre las asignaciones finales de los derechos.

## 2. Organismo Internacional de Energía

En su comunicado oficial de 2001, los Ministros de los países miembros de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE) declararon que se pretende que las fuentes de energía renovables tengan un papel cada vez mayor en el sector energético.<sup>4</sup>

Dentro del Organismo Internacional de Energía, la entidad encargada específicamente de este tema es el Grupo de Trabajo en Energías Renovables que, en la preparación del *World Energy Outlook 2000*, ha propuesto los lineamientos básicos para permitir una aceleración en la participación de las fuentes de energía renovables en la oferta total de energía primaria (OTEP).

El último documento importante elaborado por el Organismo Internacional de Energía se titula *Renewable Energy Policy...into the Mainstream*. En dicho documento, publicado en octubre de 2002 y preparado por la Unidad de de Energía Renovable, se hace un análisis en profundidad sobre el tema, desde la perspectiva de los 5 pasos fundamentales para acelerar la penetración de las fuentes de energía renovables:

- Acelerar el desarrollo tecnológico,
- Reforzar las políticas nacionales,
- Reducir las barreras de mercado y los costos de puesta en marcha industriales,
- Movilizar inversiones basadas en mecanismos de mercado, y
- Promover la cooperación internacional

## C. Iniciativas de la región de América Latina y el Caribe

### 1. Iniciativa Latinoamericana y Caribeña para el Desarrollo Sostenible (ILACDS)

Esta iniciativa fue presentada y aprobada en la Primera Reunión Extraordinaria del Foro de Ministros de Medio Ambiente de América Latina y el Caribe, celebrada en Johannesburgo en agosto de 2002. Entre sus objetivos, uno de los más ambiciosos es hacer viable un aumento de la participación de las fuentes de energía renovables en las matrices energéticas nacionales y de la región, a fin de alcanzar en 2010 una participación mínima del 10% de las fuentes renovables en la oferta total de energía primaria (OTEP).

En la Iniciativa se plantea “...exigir el cumplimiento por los países desarrollados del compromiso de destinar el 0.7% del PIB de los países industrializados a la asistencia oficial para el desarrollo; ...promover la entrada en vigor del Protocolo de Kyoto; ...fortalecer o ajustar los sistemas de indicadores de sostenibilidad; ...desarrollar acciones de cooperación Sur-Sur”; ... y entre otras metas orientadoras, “implementar el uso en la Región de al menos un 10% de energía renovable del porcentaje total energético de la región para el año 2010.”<sup>5</sup>

<sup>4</sup> IEA Meeting of the Governing Board at Ministerial Level (15-16 May 2001), *Communiqué* ([www://library.iea.org/dbtw-wpd/Textbase/press/pressdetail.asp?PRESS\\_REL\\_ID=35](http://www://library.iea.org/dbtw-wpd/Textbase/press/pressdetail.asp?PRESS_REL_ID=35)).

<sup>5</sup> *Iniciativa Latinoamericana y Caribeña para el Desarrollo Sostenible* (UNEP/LAC-SMIG.I/2), Primera Reunión Extraordinaria del Foro de Ministros de Medio Ambiente de América Latina y el Caribe (Johannesburgo, Sudáfrica, agosto de 2002) ([http://www.rolac.unep.mx/ilc\\_esp.pdf](http://www.rolac.unep.mx/ilc_esp.pdf)).

## 2. Plataforma de Brasilia sobre Energías Renovables

La reunión regional de seguimiento de la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible<sup>6</sup>, organizada por el gobierno de Brasil, en Brasilia, los días 29 y 30 de octubre de 2003, reunió a representantes de los Ministerios de Medio Ambiente y de Energía de América Latina y el Caribe.

El propósito de la reunión fue crear una instancia de convergencia de iniciativas y de focalización de la discusión sobre los problemas y las oportunidades específicas para los países de América Latina, con el objeto de definir una posición regional común en vista de la Conferencia Mundial sobre Energías Renovables de Bonn.

Al finalizar la reunión, los representantes gubernamentales de 21 países de la región aprobaron la Plataforma de Brasilia sobre Energías Renovables, cuyos compromisos principales se presentan en el recuadro I.1.

La reunión de Brasilia permitió discutir en forma conjunta y sinérgica las oportunidades y los beneficios que se estarían ofreciendo a la región en el marco de los diferentes escenarios futuros mundiales en favor de las fuentes de energía renovables, tanto en caso de que se ratifique el Protocolo de Kyoto como que ello no suceda.

Si bien se trata de un documento sin compromiso específico de tipo político-institucional por parte de los gobiernos, la Plataforma ha significado un importante paso para los países de la región, pues representa el primer esfuerzo concreto de coordinación y homogeneización de los diferentes enfoques e intereses de los países latinoamericanos en materia de “energías renovables sostenibles”.

De hecho, la reunión celebrada en Brasilia ha representado una oportunidad importante para concentrar y consolidar la agenda de discusión regional sobre las fuentes de energía renovables y para orientarla hacia iniciativas que abarquen el diseño de una propuesta conjunta latinoamericana, a fin de identificar un posicionamiento estratégico de América Latina frente a los diferentes escenarios futuros del desarrollo de las fuentes renovables y del mercado global del carbono.

De acuerdo con el requerimiento específico contenido en la Plataforma, la CEPAL es la institución regional encargada del proceso de seguimiento e implementación de sus acuerdos, incluida la convocatoria, en el marco de las Naciones Unidas, de una conferencia regional de seguimiento de la Conferencia Mundial de Bonn (véase el recuadro I.1).

---

<sup>6</sup> Como seguimiento de la Iniciativa Latinoamericana y Caribeña para el Desarrollo Sostenible (ILACDS).



## Recuadro I.1

**COMPROMISOS PRINCIPALES DE LA PLATAFORMA DE BRASILIA SOBRE ENERGÍAS RENOVABLES**

- Impulsar el **cumplimiento de la meta de la Iniciativa Latinoamericana y Caribeña para el Desarrollo Sostenible (ILACDS)** de lograr en el año 2010 que la región, considerada en su conjunto, utilice al menos un **10% de energía renovable del consumo total** energético, sobre la base de esfuerzos voluntarios y teniendo en cuenta la diversidad de las situaciones nacionales. Este porcentaje podría ser incrementado por aquellos países o subregiones que, de manera voluntaria, deseen hacerlo;
- Fortalecer la **cooperación entre los países de la región y los países desarrollados**, para promover el crecimiento económico, la protección del medio ambiente y la equidad social...;
- Fomentar la **elaboración de las políticas públicas** de largo plazo necesarias para impulsar el desarrollo de fuentes de energía renovables, de acuerdo con los marcos regulatorios imperantes en cada país...;
- Promover, a nivel de cada país, la **cooperación con el sector productivo**, con el objeto de crear alianzas y profundizar el conocimiento del sector de las energías renovables;
- Fomentar la **adopción de marcos regulatorios e institucionales** que incorporen instrumentos que internalicen los beneficios sociales y ambientales que producen las energías renovables;
- Facilitar **procesos de capacitación** de recursos humanos con fines de difusión de tecnología...;
- Llevar a cabo, con el apoyo de la CEPAL y otros organismos internacionales, un intercambio de experiencias sobre marcos regulatorios aplicables al desarrollo de fuentes de energía renovables, con los siguientes objetivos:
  - a) desarrollar un **cuadro comparativo de los marcos regulatorios** vigentes en la región...;
  - b) elaborar propuestas que permitan **profundizar la dimensión de sustentabilidad de los marcos regulatorios** vigentes, acorde con la situación de cada país, y promover una mayor eficiencia energética;
- Apoyar decididamente en la Conferencia Internacional sobre Energías Renovables (Bonn, 2004), la **creación de un fondo de cooperación técnica y financiera**, que permita reducir los costos actuales y aumente la inversión...;
- Instar a las **instituciones financieras a que financien proyectos** nacionales, subregionales y regionales ...;
- Estimular el desarrollo de proyectos de energías renovables y la **creación de mercados de “certificados verdes”** de energía y de créditos de carbono y la ejecución de programas de incentivos fiscales...;
- Formular políticas públicas que estimulen el **desarrollo de mercados** de energías renovables;
- Tener en cuenta las **necesidades sociales de los sectores de más bajos ingresos** de los países de la región en el proceso de desarrollo de mercados de energía renovable...;
- Solicitar al Secretario Ejecutivo de la CEPAL que elabore **un documento sobre el estado de situación de las fuentes de energía renovables** en América Latina y el Caribe, para su posterior presentación en la Conferencia Mundial sobre Energías Renovables, y que apoye a los países de la región en dicha Conferencia y en el proceso de seguimiento e implementación de sus acuerdos, incluida la convocatoria, en el marco de las Naciones Unidas, de una conferencia regional de seguimiento;
- Declarar que esta plataforma de acción constituye **una contribución de América Latina y el Caribe a la Conferencia Mundial** sobre Energías Renovables y encomendar a la presidencia que lo presente en dicha Conferencia.

### 3. Declaración del Parlamento Latinoamericano

Las delegaciones parlamentarias de 10 países de la región, asistentes a la XVII Reunión de la Comisión de Energía y Minería del Parlamento Latinoamericano (PARLATINO), celebrada en la sede de la CEPAL en Santiago de Chile a fines de abril de 2004, acordaron entre otros puntos:

- Promover marcos jurídicos y regulatorios que propicien no sólo el crecimiento y la mayor competitividad de los mercados, sino también el uso eficiente de los recursos naturales involucrados, la protección del patrimonio integral de las sociedades, los derechos de los

usuarios y consumidores y las relaciones armónicas y económicamente remunerativas para las comunidades locales en que se realiza la explotación de los recursos;

- Propiciar un amplio debate para perfeccionar la regulación del sector energético, considerando entre otros: i) los propósitos del desarrollo sostenible; ii) la vigencia de mercados efectivamente competitivos; iii) los precios que reflejen las externalidades; y iv) la seguridad del abastecimiento;
- Perfeccionar la normativa jurídica y regulatoria de acuerdo con cada realidad nacional, a fin de garantizar los derechos de los usuarios y de que una mayor penetración de las fuentes de energía renovables y una mayor eficiencia energética redunden en un aumento de la competitividad de nuestras economías;
- Impulsar conjuntamente con parlamentarios de los países de la Unión Europea y con parlamentarios pertenecientes a la Unión Europea un amplio programa de cooperación orientado a armonizar prácticas legislativas tendientes a la protección del medio ambiente;
- Promover proyectos de ley que propendan al desarrollo sostenible del sector energético a través de iniciativas legislativas sobre las fuentes renovables y el uso eficiente de la energía; y
- Fomentar diálogos parlamentarios entre Europa y América Latina, a través de la Comisión de Minería y Energía del Parlamento Latinoamericano y del Comité de Industria, Comercio Exterior, Investigación y Energía del Parlamento Europeo, para promover la sostenibilidad del desarrollo energético.

De forma similar a la Plataforma de Brasilia, la Declaración de Santiago, aunque representa un documento sin compromiso específico de tipo político-institucional por parte de los Congresos Nacionales, significa un paso importante para los países de la región, pues constituye el primer esfuerzo de coordinación de los parlamentarios de América Latina en materia de “energías renovables sostenibles”.

## CAPITULO II

### ESTADO ACTUAL DE LAS FUENTES DE ENERGÍA RENOVABLES EN LA REGIÓN

El agrupamiento de países en las subregiones consideradas en el presente trabajo obedece, tanto a razones de disponibilidad de información -según lo establece el Sistema de Información Económica Energética (SIEE) de la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE)-, como a la pertenencia de los mismos a espacios geoeconómicos comunes. De esta forma, se han definido las siguientes subregiones:

- **América Central:** Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Costa Rica y Panamá
- **Caribe 1:** Suriname, Guyana, Barbados, Trinidad y Tabago, Jamaica y Granada
- **Caribe 2:** Haití, Cuba y República Dominicana
- **Comunidad Andina:** Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú y Bolivia
- **Mercosur ampliado:** Brasil, Argentina, Paraguay, Uruguay y Chile

Adicionalmente, **México y Brasil**, por la dimensión y especificidades de sus sistemas energéticos, se analizarán, en algunos casos, en forma individual.

En el caso de la subregión del Caribe, se tuvieron en cuenta dos aspectos: a) que todos los países analizados aportan información al SIEE de la OLADE, lo cual garantiza homogeneidad en el tratamiento comparativo de la información; y b) se ha desagregado en dos unidades de análisis (Caribe 1 y 2), dadas las diferencias existentes en la dotación de recursos naturales y en el ámbito socioeconómico.

#### A. La institucionalidad de las fuentes de energía renovables

Por lo general, el ente rector de las fuentes renovables debería corresponder a la institución a cargo del sector de energía, que en los diferentes países está en manos de un Ministerio, Secretaría o Comisión. Sin embargo, por razones de la multisectorialidad y extensión del tema, en prácticamente todas las tecnologías renovables, es posible identificar otras instancias estatales, no gubernamentales y privadas, que toman parte directa o indirectamente en actividades asociadas a la utilización de fuentes de energía renovables, principalmente aquellas relacionadas con el manejo de los recursos de biomasa e hídricos, cuyas perspectivas o líneas de acción primaria no corresponden a la energía.

Por parte del sector público participan diversas instituciones, las que en los niveles superiores, por el grado de participación establecido en su mandato central con respecto a las fuentes renovables, corresponden a las instituciones encargadas de la política energética de los países. De igual forma, también participan los ministros, las secretarías o las autoridades del ambiente, que deben velar por el uso sostenible de los recursos naturales (básicamente forestales e hídricos) del país; más aún, constituyen la contraparte nacional de los convenios y protocolos internacionales sobre cambio climático y, por tanto, son responsables de supervisar los avances logrados en relación con los compromisos de reducción de emisiones de gases de efecto de invernadero.

En cuanto a los subsectores específicos, se deben tener en cuenta el **forestal, hídrico y eléctrico**. Con respecto al primero de ellos, las autoridades forestales deben velar por la conservación

y el uso sostenible de los bosques. Generalmente estas instituciones están fuertemente vinculadas con las autoridades del ambiente, pero no así con las del sector de energía. Las autoridades forestales se han dedicado preferentemente a los aspectos vinculados con el recurso, por ejemplo la cuantificación de la producción de leña, mientras que los ministerios a cargo del sector de energía centran sus esfuerzos en la elaboración de estadísticas sobre su consumo y en la formulación de medidas para reducirlo.

Puede decirse que en la mayoría de los países de la subregión, el tema de la **leña** es llevado de manera compartida por parte del organismo nacional forestal y el ministerio encargado del sector de energía, pero no necesariamente en estrecha coordinación. De manera general, cabe destacar que las leyes forestales que rigen el funcionamiento de los organismos encargados de los bosques no se refieren de manera específica a la leña, la cual se considera como un subproducto de la actividad maderera.

Con respecto al subsector hídrico, existen instituciones encargadas de los recursos hídricos, pero la institucionalidad de este sector está generalmente poco desarrollada, con un enfoque subsectorial y con mayor dedicación a los temas de consumo humano y calidad de los servicios públicos del agua, en donde intervienen varios ministerios, las municipalidades y otros organismos. Muchas leyes incluyen el concepto del manejo integral de las cuencas; sin embargo, la institucionalización del manejo de las cuencas es todavía incipiente.

En cuanto al tercer subsector, éste tiene gran importancia debido a la participación de centrales hidroeléctricas (y en menor medida plantas de geotermia y eólicas) en el suministro de energía eléctrica de los países. De esa forma, aún en los casos en donde se ha liberalizado la industria eléctrica, las empresas públicas de electricidad tienen gran relevancia. Por otra parte, cabe referirse a los entes reguladores de este subsector, que generalmente deben otorgar permisos, licencias y/o concesiones para el aprovechamiento de las fuentes de energía renovables.

Por parte del sector privado, los agentes más importantes han sido las empresas encargadas de desarrollar y operar proyectos de generación eléctrica a partir de fuentes renovables. En varios países, estas empresas se han agrupado para representar los intereses de sus agremiados. En estos casos, se deben diferenciar al menos tres categorías, de acuerdo con la capacidad instalada actual o proyectada: empresas pequeñas, medianas y grandes.

El primer grupo corresponde a empresas de propiedad de inversionistas locales y que son las que encuentran mayores dificultades y barreras para desarrollar sus proyectos. De acuerdo con su ubicación geográfica y cercanía con las redes de distribución eléctrica, comprenden dos subgrupos: aquellas conectadas a la red y aquellas dedicadas a comunidades y sistemas aislados. El segundo grupo (generalmente empresas con una capacidad instalada de entre 10 y 50 MW) también está asociado a inversionistas locales, pero de mayor tamaño, con acceso a capitales internacionales (en algunos casos en sociedad con corporaciones regionales) y con mayores facilidades de acceso a los mercados de electricidad nacionales o, incluso, internacionales. Por último, el tercer grupo corresponde a las grandes empresas hidroeléctricas<sup>7</sup>.

Cabe mencionar a las organizaciones no gubernamentales (ONG), generalmente vinculadas a procesos de desarrollo, que en algunos casos han planteado y desarrollado proyectos de energización, a partir de fuentes de energía renovables, en comunidades aisladas. Mención especial merecen algunas ONG y empresas privadas que se han dedicado al tema del uso sostenible de la leña, promoviendo el

---

<sup>7</sup> Es el caso de una empresa privatizada, únicamente presente en un país, Panamá, y que cuenta con el respaldo de corporaciones multinacionales

uso de estufas ahorradoras de leña (Guatemala) y, en algunos casos, realizando investigaciones por cuenta propia que las han llevado a desarrollar prototipos únicos, algunos de los cuales ya están en una fase de comercialización en la región. Así, algunas cooperativas, organizaciones comunitarias rurales, población rural aislada sin cobertura eléctrica e interesados directos en el servicio eléctrico, con limitaciones de pago y dificultades para obtener financiamiento, también pueden desempeñar un papel importante.

Otro grupo de actores de importancia lo constituyen los talleres, suministradores de equipos, instaladores, mantenedores y entes técnicos locales que deben ser capacitados y estimulados para prestar servicios correctos y confiables, esenciales para que las fuentes renovables cumplan sus objetivos.

Los centros de investigación y las universidades, además de formar recursos humanos, desempeñan un papel importante en el seguimiento, la evaluación y el análisis de proyectos, así como en la adecuación y el desarrollo de tecnologías apropiadas. En todos los países es posible identificar grupos de investigación, preocupados por las fuentes de energía renovables, que conviven con recurrentes dificultades financieras, pero que muchas veces desarrollan trabajos de alta calidad académica y con mucho potencial de aplicación.

Brasil es el país de la región que cuenta con el mayor número de centros de investigación sobre fuentes de energía renovables. Estos centros aprovechan el apoyo gubernamental, pero también desarrollan proyectos para el sector privado. Entre dichos centros de investigación cabe mencionar los siguientes:

- Centro Brasileño de Energía Eólica (CBEE) de la Universidad Federal de Pernambuco,
- Centro Nacional de Referencia sobre Biomasa (CENBIO) de la Universidad de São Paulo.
- Centro Nacional de Referencia sobre Energía de Hidrógeno (CENEH) de la Universidad de Campinas,
- Centro Nacional de Referencia sobre Pequeñas Plantas de Aprovechamiento Hidroenergético (CERPCH) de la Facultad de Ingeniería de Itajubá,
- Centro de Referencia sobre Energía Eólica y Solar (CRESESB) del Centro de Investigación de Energía Eléctrica (CEPEL),
- Centro Brasileño sobre el Desarrollo de Energía Termosolar (GREEN SOLAR) de la Pontificia Universidad Católica de Minas Gerais (PUC-MG),
- Centro Brasileño de Referencia sobre Biocombustibles (CERBIO) del Instituto de Tecnología de Paraná (TECPAR),
- Centro de Apoyo a los Proyectos de Energía Renovable (NACER) de la Universidad Federal de Pernambuco (UFPE), y
- Grupo de Estudios sobre el Desarrollo de Energías Alternativas (GEDAE) de la Universidad Federal de Pará (UFPA).

Asimismo, los **organismos multilaterales** y de cooperación internacional, que participan en la mayoría de los proyectos de fuentes de energía renovables, son actores importantes dados los conocimientos que aportan, la asistencia económica que prestan para la evaluación de los recursos naturales y el financiamiento que otorgan a proyectos frecuentemente asociados a la venta de equipos.

En el Caribe, por ejemplo, existen numerosos actores internacionales que participan en el desarrollo de diversos proyectos, programas e iniciativas sobre energía, ya sea en curso o bien futuros (véase el cuadro II.1). El objetivo de todos ellos es el mejoramiento de la competitividad de las fuentes de energía renovables, así como el uso más eficiente de la energía.

Sin embargo, el hecho de contar con una gran cantidad de programas similares en un área reducida como las Indias Occidentales –y muchas veces superpuestos temática y geográficamente– debería atraer la atención internacional y hacer un llamado a una mayor coordinación en el territorio, con miras a lograr una cooperación más eficaz y alcanzar resultados visibles y sinérgicos.

**Cuadro II.1**  
**PROYECTOS Y PROGRAMAS DE ENERGÍA VIGENTES EN EL CARIBE (A MARZO DE 2004)**

<b>Organizaciones internacionales donantes</b>	<b>Contrapartes nacionales/ regionales</b>	<b>Programa</b>	<b>Descripción</b>	<b>Observaciones / etapa</b>
FMAM/PNUD Guyana	CARICOM	CREDP/PNUD	Eliminación de barreras para los proyectos basados en energías renovables en el Caribe	Extension de la fase B del MPP
BMZ/GTZ Alemania	CARICOM	CREDP/GTZ	Eliminación de barreras para los proyectos basados en energías renovables en el Caribe (Proyecto paralelo al del CREDP/PNUD en países seleccionados del Caribe)	La aprobación del proyecto aún está pendiente. Etapa de implementación
OEA/Instituto del Clima/Winrock (GSEII)	Gobierno de Santa Lucía, San Vicente y las Granadinas y Dominica	GSEII	Desarrollo de políticas energéticas sostenibles en países seleccionados	Implementación
Banco Mundial/ ESMAP	Secretaría de la OECA/Unidad de Gestión de Recursos Naturales	Estudio sectorial de ESMAP: Desarrollo sectorial en pequeñas islas		Etapa de aplicación/negociación
Unión Europea	Delegaciones regionales de UE y oficinas nacionales de administración de los países del Caribe	Programa de energía para la erradicación de la pobreza y el desarrollo sostenible	Financiamiento de estudios, análisis, elaboración de proyectos, aplicaciones, talleres	Fase preparatoria
USAID	CAST	Eficiencia energética en el sector de turismo		
FMAM/PNUD	OLADE/Sistema de Información Energética del Caribe	Proyecto de eficiencia energética		Etapa B del MPP
UE/ Insula	Ministerio de Planificación Física, Santa Lucía	Euro-Caribbean RES Forum	Programa de fomento de las exportaciones para el sector de la energía de Europa	Conferencia de lanzamiento, Santa Lucía, mayo de 2002
Gobierno de Francia, Reino Unido, Estados Unidos, Japón y Canadá	CARICOM	Energía sostenible para el desarrollo sostenible en el Caribe	Principales objetivos de la asociación/iniciativa: <ul style="list-style-type: none"> <li>● Acelerar la transferencia y la adopción de fuentes de energía renovables</li> <li>● Implementar proyectos piloto sobre eficiencia energética</li> <li>● Crear capacidad para la formación de profesionales del sector de la energía</li> </ul>	
BMZ/GTZ	CARILEC CAST	Título de trabajo: Uso sostenible de la energía en el sector de turismo (Eficiencia energética en el Caribe)	Eficiencia energética en hoteles, suministro de agua eficiente, reciclaje del agua, calentamiento solar de agua Además: eficiencia energética en la industria y el comercio	Fase preparatoria Estudio de referencia iniciado en septiembre de 2003. Fecha límite: mediados de noviembre de 2003

## B. Caribe 1

### 1. Aspectos generales y de políticas

Los países del Caribe dependen fuertemente de los combustibles fósiles. Más del 97% del consumo comercial de energía en la región se basa en productos derivados del petróleo. Aparte de Trinidad y Tabago, que es un exportador neto de productos del petróleo, y Barbados, que cubre parcialmente sus propias necesidades de petróleo y gas natural, ningún otro país cuenta con recursos de combustibles fósiles autóctonos significativos.

La generación de electricidad se produce principalmente en generadores diesel de mediana o alta velocidad de diversos tamaños. Sólo Jamaica cuenta con plantas generadoras de electricidad basadas en la quema de carbón y algunos pocos países poseen centrales hidroeléctricas o de biomasa (caña de azúcar) para generar un poco de electricidad.

Los países del Caribe presentan características comunes con respecto a la energía. Entre éstas, cabe mencionar las siguientes:

- Pequeñas economías de escala y pequeños mercados energéticos
- Situación de aislamiento de la isla (salvo por Guyana y Suriname)
- PIB relativamente elevado (por ejemplo, Trinidad y Tabago, Barbados y Granada)
- Alta cobertura eléctrica, que alcanza un 99% (salvo por Guyana y Suriname)
- Monopolios duraderos en algunos servicios de energía privados para la generación, transmisión y distribución de la energía
- Gran dependencia de las importaciones de petróleo (excepto Trinidad y Tabago)
- sistemas centrales de suministro de electricidad; no son sistemas de electricidad aislados (excepto Guyana y Suriname)
- Potencial de recursos renovables principalmente inexplorado (particularmente, energía eólica, hidroeléctrica y termosolar)

Dado que la mayoría de los países afectados son importadores netos de productos derivados del petróleo, su balanza comercial y sus economías internas son altamente vulnerables a las fluctuaciones del mercado internacional del mismo. Además, la gran cantidad de productos del petróleo utilizados para generar electricidad implica altos costos de producción y niveles relativamente elevados de degradación ambiental local y global. Las emisiones de dióxido de carbono por concepto de cada kilovatio/hora de energía producido se encuentran en consecuencia entre un 30% y 40% por sobre los niveles de Europa Occidental.

En consecuencia, los principales desafíos que enfrenta el sector de energía en el Caribe son:

- Seguridad en términos de suministro de energía
- Crecimiento económico, y
- Desarrollo sostenible

Muchos países del Caribe gastan hasta un 50% de sus entradas por concepto de exportaciones, incluidos los ingresos generados en el sector de turismo, en la importación de productos del petróleo. Además, dada la situación geográfica de las islas caribeñas, la región también se verá fuertemente



afectada por las consecuencias de los cambios climáticos mundiales, especialmente por el aumento del nivel del mar y un mayor riesgo de huracanes.

La utilización de fuentes de energía renovables implica abordar estos temas de manera simultánea con otros asuntos clave de la energía sostenible, a saber, la conservación y el uso eficiente de la energía. No obstante, a pesar de la gran cantidad de recursos energéticos renovables existentes en la región (energía eólica, solar, hidroeléctrica y de biomasa), sólo un 2% de los mismos contribuyen al suministro de energía.

En el pasado, los inversionistas privados regionales e internacionales ofrecieron frecuentemente invertir en proyectos atractivos de energías renovables, como parques eólicos, proyectos de energía hidroeléctrica o centrales geotérmicas, en los países de habla inglesa del Caribe. Sin embargo, sus iniciativas no pudieron concretarse debido a leyes de energía restrictivas que no permitían la presencia de productores privados de energía.

La política energética más perseguida en los últimos años por los gobiernos de los países del Caribe ha sido la privatización de varios servicios eléctricos anteriormente de propiedad estatal. Entre otras cosas, la privatización está motivada por presiones presupuestarias, la necesidad de mejorar la eficiencia y el deseo de atraer capital extranjero. Por lo general, con la privatización, se hacen reestructuraciones y reducciones de costos, se disminuyen los subsidios gubernamentales al sector de energía y supuestamente aumenta la competencia.

El tipo de privatización varía de un país a otro: desde la existencia de un departamento integrado del ministerio (Saint Kitts y Nevis) sin un presupuesto separado, hasta la existencia de servicios completamente privatizados en que el gobierno tiene una participación menor. Cada país tiene su propia postura con respecto a la comercialización y la privatización, pero generalmente las tarifas eléctricas cubren los costos totales de la generación de electricidad.

El nivel general de las tarifas varía desde aproximadamente 15 centavos de dólar/kwh en Barbados, Jamaica y Guyana a 30 centavos de dólar/kwh en Antigua y Barbuda. La excepción la constituye Trinidad y Tabago que, debido a sus propios recursos, aún presenta las tarifas de electricidad más bajas de la región.

En los países donde se han privatizado los servicios eléctricos, como Granada, Santa Lucía o Dominica, los gobiernos han llegado a un acuerdo con respecto a un ingreso fijo garantizado para el servicio como base para su operación. Además, a menudo, los gobiernos han aplicado una ley de electricidad y su respectivo reglamento, que otorga al servicio el derecho de generar y distribuir electricidad.

Ello los deja en una situación bastante cómoda, como lo que sucede, por ejemplo, en el servicio de Santa Lucía, en que un 15% del rendimiento de los activos está garantizado por el gobierno hasta el año 2045 a través de ajustes tarifarios, o en Guyana, donde un 23% del rendimiento de los activos y las deudas del servicio están garantizados por el gobierno a la compañía encargada de administrar el servicio.

Esta es una situación común en la mayoría de los países del Caribe y conduce a una serie de iniciativas financiadas por donantes internacionales.

Durante los últimos años, han cambiado las condiciones marco para la utilización de las fuentes de energía renovables. La gran carga económica originada por la importación de productos de petróleo, la dependencia política y el gran potencial de fuentes de energía renovables inexplorados, junto con los costos de inversión cada vez más bajos de los proyectos de energía renovables, constituyen el marco sobre el cual los gobiernos, y cada vez más los servicios eléctricos, se basan para considerar la explotación de fuentes de energía renovables.

## 2. Condiciones de base

El potencial de recursos energéticos renovables en toda la región del Caribe es amplio y comprende todas las tecnologías renovables “clásicas”, las llamadas tecnologías “viejas” (energía hidroeléctrica) y “nuevas” (energía eólica, solar, de biomasa, biotérmica). Estas son, de acuerdo con su potencial impacto en la generación de electricidad en el futuro cercano, la energía eólica, las micro y mini centrales hidroeléctricas, la biomasa (incluido el bagazo, la cascarilla del arroz, desperdicios de madera y el gas de vertedero) y la energía solar (sistemas fotovoltaicos para emplazamientos rurales remotos).

Asimismo, existen oportunidades importantes para la utilización de la energía termosolar, principalmente en sistemas de calentamiento solar del agua. Además, en el mediano y largo plazo, el uso de la energía geotérmica puede ser una buena opción.

Energía eólica: Hasta ahora, la mayor planta de energía eólica existente en una isla del Caribe se encuentra en Curaçao, donde KODELA instaló en 1993 un parque eólico de 3 MW. A mediados de 2000, se encargó la construcción de otro parque eólico de 9 MW, el que es operado por una empresa privada. Otras turbinas eólicas que suministran energía a la red operan en Guadalupe. Varios países del Caribe, como Barbados, Antigua y Barbuda y Montserrat, cuentan con algunas turbinas eólicas individuales que fueron instaladas en la década de los ochenta, pero que actualmente están inactivas.

En mayo de 2004, se encargará la construcción de un parque eólico de 20 MW en Jamaica. Éste será el mayor parque eólico del Caribe y representa un paso importante hacia el aprovechamiento de la energía eólica a gran escala en dicha región. Actualmente, es sabido que algunos países se encuentran en un proceso de planificación de parques eólicos o bien estudian la factibilidad de dichos parques en su país. Entre estos países figuran Barbados, Dominica, Granada, Guyana, Jamaica, Santa Lucía, y San Vicente y las Granadinas.

Energía hidroeléctrica: En el Caribe, la energía hidroeléctrica se utiliza en Guyana (0.5 MW), Suriname (189 MW), Belice (25.2 MW), Dominica (7.6 MW), San Vicente y las Granadinas (5.6 MW), Cuba (56.2 MW) y Jamaica (23.8 MW).

En Suriname y Guyana existe un gran potencial hidroeléctrico del rango de miles de megavatios. En Jamaica, se sabe de un emplazamiento cuyo potencial hidroeléctrico es de aproximadamente 50 MW y de algunas centrales hidroeléctricas de agua corriente que suman hasta 6 MW. Además, en algunas islas más pequeñas como Dominica y San Vicente y las Granadinas, ya existen centrales hidroeléctricas de agua corriente, sobre las cuales se está considerando aumentar su uso.

Biomasa: En el Caribe, las fuentes de energía de biomasa incluyen:

- subproductos agrícolas (bagazo y puntas de caña de azúcar)
- residuos agroindustriales (la melaza (dunder) derivada de la elaboración del azúcar)
- biomasa marina (spirulina, jacinto acuático)
- madera y materiales leñosos, incluidas las astillas de la industria de la madera
- gas proveniente de vertederos cerrados

Existen solicitudes concretas para la ejecución de proyectos de gas de vertedero de Barbados, Santa Lucía y Jamaica. Un típico ejemplo de la conversión de biomasa en electricidad en

algunos países del Caribe lo constituye la quema de bagazo (residuo derivado del procesamiento de la caña de azúcar) en una caldera de vapor convencional.

De hecho, el bagazo es un combustible de biomasa importante en el Caribe. En todos los países caribeños, las plantas azucareras utilizan el bagazo como fuente de calor para generar vapor. Por lo general no lo queman de manera eficaz con el objeto de no acumular excesivos residuos. La mayoría de las plantas azucareras del Caribe también producen electricidad a partir del bagazo para cubrir sus propias necesidades, pero sólo unas pocas (Cuba y Puerto Rico) son capaces de suministrar electricidad a la red, debido a dificultades contractuales y operacionales para vender la energía sólo durante el período de crecimiento del cultivo que se cosecha sólo una vez al año. Cerca del 5.7% de la electricidad producida en Jamaica se genera a partir del bagazo. Esto podría aumentar si la industria de caña de azúcar tuviera dos cosechas al año.

*Energía fotovoltaica:* Las aplicaciones fotovoltaicas en el Caribe se utilizan principalmente para la iluminación de seguridad y para sistemas independientes en áreas alejadas de la red. La energía fotovoltaica ha permitido desarrollar un nicho de mercado en las telecomunicaciones, la señalización, la recreación, las actividades de bombeo del agua y en la electrificación rural independiente. En el Caribe, los sistemas fotovoltaicos independientes son un medio para lograr el desarrollo económico y social en áreas remotas de algunos países, como en las zonas rurales de Guyana y Suriname.

*Calentadores de agua solares:* En el Caribe, por lo general los calentadores de agua solares son para uso doméstico e industrial (por ejemplo, en hoteles y hospitales). Los calentadores de agua solares son rentables en el Caribe y han tenido una penetración significativa en países como Barbados y Santa Lucía. En Barbados, se impulsó el crecimiento gracias a incentivos fiscales. No obstante, aún existe un gran potencial para la aplicación de calentadores de agua solares en otras islas y particularmente en el sector hotelero y del turismo.

*Energía geotérmica:* Los sistemas geotérmicos pueden encontrarse en zonas de alta actividad volcánica en muchas partes del mundo. Los sistemas geotérmicos pueden clasificarse en: hidrotérmicos, geopresurizados, roca seca caliente y magma. Actualmente todas las operaciones comerciales se basan en sistemas hidrotérmicos, en que los pozos tienen cerca de 2 000 metros de profundidad con una temperatura del reservorio que fluctúa entre los 180°C y 270°C.

En Guadalupe se utilizan recursos geotérmicos para la generación de energía. Algunas islas del Caribe como Santa Lucía, Dominica y Montserrat presentan un gran potencial de los mismos. Sin embargo, la falta de capital constituye un impedimento para el desarrollo de estos recursos. Por lo general, las empresas de los países en desarrollo no son grandes ni están lo suficientemente diversificadas para asumir los altos riesgos de inversión y los elevados costos iniciales asociados a la exploración geotérmica.

La magnitud de la asistencia técnica y financiera necesaria para desarrollar el potencial geotérmico de la región excede las capacidades de un proyecto de asistencia técnica. Por lo tanto, no se considerará en el diseño actual de proyectos el apoyo a sistemas geotérmicos ni a grandes sistemas hidroeléctricos.

## C. Caribe 2

### 1. Aspectos generales y de políticas

Dada la falta de información sobre esta subregión, solamente fue posible analizar los casos de Cuba y la República Dominicana. En el cuadro II.2, se resumen las principales leyes que conforman el marco legal normativo de las fuentes de energía renovables en estos dos países.

#### a. Cuba

En Cuba no existe una ley específica sobre las fuentes nuevas y renovables de energía. Sin embargo, en mayo de 1993, el Comité Ejecutivo del Consejo de Ministros aprobó el "Programa de Desarrollo de las Fuentes Nacionales de Energía", preparado por la entonces Comisión Nacional de Energía, luego de un largo proceso de consulta en el ámbito nacional. En junio del mismo año, la Asamblea Nacional convocó a todas las instituciones del país y a la población a participar en su perfeccionamiento progresivo y en su materialización. Dicho programa contemplaba el desarrollo de todas las fuentes energéticas nacionales, pero daba mayor importancia a la biomasa cañera, en una primera etapa, y al resto de las fuentes renovables, como la hidroenergía, la leña y el carbón, y las energías solar y eólica, en una segunda etapa.

Posteriormente, en octubre de 2002, por indicación de la Secretaría Ejecutiva del Consejo de Ministros, se creó el Frente de Energías Renovables, como órgano estatal especializado, encargado de coordinar y fiscalizar la actuación de las diferentes instituciones del Estado involucradas en el tema. Entre los objetivos de este órgano cabe mencionar los siguientes: i) dotar al país de un instrumento que propicie, promueva y proponga al gobierno la política sobre el uso de las fuentes de energía renovables; ii) dar prioridad al uso de dichas fuentes; y iii) favorecer la cohesión e integración de las diversas instituciones y ministerios con mayor vínculo e incidencia en esta actividad estratégica.

La Ley N° 81 de Medio Ambiente, aprobada en 1997, señala los instrumentos comprometidos en la formulación de la política ambiental cubana: la Estrategia Ambiental Nacional, el Programa Nacional de Medio Ambiente y Desarrollo y el Plan de Desarrollo Económico y Social. Además crea el Fondo Nacional de Medio Ambiente, cuya finalidad es financiar total o parcialmente proyectos o actividades dirigidas a la protección de la naturaleza y su uso racional.

Con respecto a los recursos forestales, en agosto de 1998 se aprobó la Ley N° 85, por la cual se establecen los principios y las regulaciones generales para la protección, el incremento y el desarrollo sostenible del patrimonio forestal. Además regula el uso múltiple y sostenible del patrimonio forestal y promueve el aprovechamiento racional de los productos forestales no madereros. Asimismo, asigna a los Ministerios de Agricultura, de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, y del Interior diferentes funciones relacionadas con el desarrollo forestal. Por su parte, la Ley de Inversiones Extranjeras, aprobada en septiembre de 1995, estipula exenciones fiscales a todas las inversiones foráneas, incluidas las energéticas, y por tanto a la biomasa cañera y las otras fuentes de energía renovables.

#### b. República Dominicana

La Constitución de la República Dominicana no hace referencia específica a los recursos naturales ni a la energía. La referencia específica se encuentra en la Ley 112-00, por la que se establece un impuesto al consumo de combustibles fósiles y derivados del petróleo y se crea un fondo especial con el objeto de fomentar programas de fuentes de energía renovables y un programa de ahorro de energía. De acuerdo con dicha ley "el fondo será constituido...con el dos por ciento de los

ingresos percibidos, en virtud de la aplicación de la presente ley, con un incremento anual de un uno por ciento hasta alcanzar el cinco por ciento de dichos ingresos”.

**Cuadro II.2**  
**COMPARATIVO DE LEYES SOBRE RECURSOS NATURALES Y SERVICIOS**  
**DE INFRAESTRUCTURA**

Ámbito de la Ley	Cuba	República Dominicana 1/
Energía	--	
Ambiente	Ley N° 81 de julio de 1997 (“Ley del Medio Ambiente”)	Ley General sobre Medio Ambiente y Recursos Naturales No. 64-00
Desarrollo forestal	Ley N° 85 del 31 de agosto de 1998 (“Ley Forestal de Cuba”)	Ley General sobre Medio Ambiente y Recursos Naturales No. 64-00
Agua		Ley General sobre Medio Ambiente y Recursos Naturales No. 64-00
Servicios públicos		Ley General de Electricidad No. 15-01
Electricidad		Ley General de Electricidad No. 125-01
de energía renovables	Programa de Desarrollo de las Fuentes Nacionales de Energía (1993)	Ley 112-00
Específicas de alguna fuente de energía renovable	N/d	N/d

Fuente: Elaborado por la CEPAL, sobre la base de información oficial.

1/No se han incluido los reglamentos de las leyes referidas. Tampoco se incluyen las reglamentaciones referentes a la operación de los mercados de electricidad que funcionan en la República Dominicana.

## 2. Condiciones de base

### a. Cuba

#### Leña

En relación con la leña y la pérdida de la superficie boscosa, Cuba fue el único país de la subregión que mostró una tendencia favorable, al registrar una tasa de reforestación del 1.3% en el período 1990-2000. El país cuenta con un potencial aprovechable de bagazo y de residuos agrícolas cañeros de 9 500 GWh/año. En cuanto a la electricidad de origen eólico, se ha identificado un gran potencial en 23 lugares del norte de Cuba, el cual se estima en 1 300 GWh. Este es igual al valor del potencial de producción de electricidad a partir del aprovechamiento de la energía hidráulica. Con respecto al biogás, su potencial es de 0.18 MM tep. Finalmente, en relación con el uso sostenible de la leña, el potencial se estima en 3.5 MM m<sup>3</sup>/año (0.5 MM tep).

#### Energía hidráulica

En la República de Cuba existen 175 plantas de aprovechamiento hidráulico con una capacidad total de 54.7 MW y una generación de 90 GWh.

#### Energías eólica y solar

En relación con el viento, operan 6 767 molinos de viento para el bombeo del agua, los cuales sustituyeron cerca de 10 000 tep en 2002. Asimismo, existen tres plantas eólicas con capacidad de 0.46 MW. Además en Cuba se instalaron y operan 7 000 sistemas fotovoltaicos con una capacidad de 1.5 MWp. Estos sistemas están instalados en 350 consultorios médicos, 5 hospitales rurales, 2364 escuelas primarias, 1 864 salas rurales de televisión, y 150 círculos sociales. Finalmente, existen más de 1 800 instalaciones para el calentamiento de agua a partir de energía solar y 50 para el aprovechamiento del biogás.

En los planes del gobierno de Cuba se establece como meta, para los próximos cinco años, extender la electrificación al 100% de la población, a través del uso de fuentes nuevas y renovables de energía.

## **b. República Dominicana**

### Biomasa

El porcentaje de superficie boscosa respecto de la superficie total es de 28.9%. No se cuenta con estadísticas sobre la evolución de la superficie boscosa. Por otra parte, el potencial de biomasa se ha estimado para varias fuentes. Para la biomasa cañera, éste alcanza los 575 GWh/año; para los residuos orgánicos, es de 1 644 TJ de energía residual (follaje del arroz) y 1.6 toneladas diarias de estiércol de vacuno y de cerdo; y para los residuos urbanos, alcanza más de 3 500 toneladas de basura por día en las ciudades de Santo Domingo y Santiago de los Caballeros. En cuanto a la biomasa leñosa, se estima que la producción local de leña y carbón alcanza los 1.8 millones de toneladas métricas al año; esto, en el contexto de una industria considerada informal.

### Energía hidráulica

Si bien se considera que el país ha avanzado significativamente en términos del aprovechamiento del potencial hidroeléctrico en gran escala, el potencial de las mini centrales hidroeléctricas no ha sido plenamente identificado ni menos aún aprovechado. De acuerdo con información recopilada, el aporte más significativo proviene de las plantas hidráulicas convencionales con una capacidad de generación instalada de 452 MW, mientras que en las minicentrales la capacidad agregada es de 0.93 MW.

### Energía eólica

Se ha estimado que el potencial eólico en la República Dominicana podría ser superior a los 10 000 MW, y se encuentra mayormente en las costas del norte (orientadas al nordeste) y del suroeste (en la parte orientada hacia el sudeste). Además existen alrededor de 30 pequeñas plantas eólicas. Por último, se tiene registro de un número relativamente pequeño (no más de 80) de instalaciones solares fotovoltaicas para uso comunitario y particular. De éstas, 29 se utilizan en laboratorios de informática en las regiones fronterizas del país.

Actualmente, en la República Dominicana se están analizando varios proyectos orientados al aprovechamiento de las fuentes de energía renovables. Cabe destacar, en primer lugar, un conjunto de ocho proyectos de energía eólica, con capacidades entre 2 y 100 MW, que en conjunto superan los 300 MW. Ya existen concesiones para la mitad de dicha capacidad (GTZ, 2003). En segundo lugar, se tiene conocimiento de un proyecto para la producción de 83.4 GWh a partir del bagazo de caña. A su vez, se ha programado instalar 41 sistemas de bombeo de agua potable utilizando sistemas fotovoltaicos en puestos militares fronterizos (Secretaría de Estado de Industria y Comercio, 2003).

## **D. América Central**

### **1. Aspectos generales y de políticas**

Centroamérica se caracteriza por ser una de las pocas subregiones de América Latina que cuenta con normativas relacionadas con el desarrollo de las fuentes de energía renovables, tanto en el ámbito nacional como subregional. Así en relación con los tratados, los convenios y las instituciones vigentes en la subregión, en el cuadro II.3 se resumen las principales iniciativas emprendidas en los países centroamericanos y creadas en el marco del Sistema de la Integración Centroamericana (SICA).

Con respecto a las leyes nacionales, las instituciones de mayor nivel jerárquico, la legislación y el marco normativo relacionado con las fuentes de energía renovables, se puede afirmar que éstos son de carácter general y que están centrados en la conservación, la protección y el uso sostenible de los recursos naturales de los países. En consecuencia, tanto en las respectivas Constituciones como en las leyes ambientales se abordan estos temas.

Las alusiones o los mandatos relacionados directamente con las fuentes de energía renovables en general o con determinadas fuentes en particular, se encuentran en las leyes de creación de los ministerios, las secretarías o comisiones de energía y en las leyes de la industria eléctrica. Estas últimas incluyen, además de las leyes de electricidad, los estatutos de los entes reguladores, las leyes de las instituciones de electrificación y, en algunos casos, leyes especiales de promoción de las fuentes de energía renovables en general o de algún recurso en particular (por ejemplo, la explotación de los recursos hídricos y geotérmicos para fines energéticos).

Por su parte, las leyes relacionadas con la industria eléctrica están orientadas a la transformación de las fuentes de energía renovables en energía eléctrica y a su comercialización en las redes interconectadas, o bien, en sistemas aislados. Asimismo, consideran el autoconsumo y la venta de excedentes a terceros a través de las redes de transporte eléctrico.

La leña y el agua constituyen los recursos renovables de mayor incidencia en la oferta de recursos energéticos autóctonos de los países. En relación con ambos casos, existen leyes que norman la explotación racional y la conservación de los recursos forestales e hídricos, las que en algunos casos, contienen considerandos y artículos que hacen referencia al aprovechamiento de la energía renovable. Algunos países cuentan con un marco jurídico de reciente emisión para el desarrollo forestal. Sin embargo, en relación con el agua, en la mayor parte de los países se discute sobre iniciativas orientadas a modernizar la legislación correspondiente. Cabe destacar la importancia de que existan vínculos entre ambas normativas, especialmente en lo que concierne al manejo integral de las cuencas, tema que aún no se ha abordado, en toda su extensión, en las leyes respectivas. En este sentido, cabe mencionar el caso de las cuencas internacionales, cuya administración se basa en tratados de límites internacionales antiguos y no en protocolos o convenios recientes relativos al manejo y la administración de los recursos.

En el cuadro II.3, se resumen las principales leyes que conforman el marco jurídico y normativo de las fuentes renovables de energía de cada país. Además, se destacan los incentivos y las condiciones particulares para el apoyo y la promoción de dichas fuentes, que en su mayoría se refieren a la industria eléctrica.

## . Cuadro II.3

**PRINCIPALES INICIATIVAS E INSTITUCIONES SUBREGIONALES RELACIONADAS CON LAS FUENTES DE ENERGÍA RENOVABLES**

Iniciativas e instituciones	Descripción
Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo (CCAD)	Constituida durante la Cumbre Presidencial realizada en Costa Rica en febrero de 1989, entró en vigencia a partir del 14 de junio de 1990. La CCAD busca establecer un régimen de cooperación "... para la utilización óptima y racional de los recursos naturales del área, el control de la contaminación y el restablecimiento del equilibrio ecológico, para garantizar una mejor calidad de vida a la población del istmo centroamericano"
Consejo de Electrificación de América Central (CEAC)	Creado en 1985. Es un organismo regional de cooperación, coordinación e integración, cuya finalidad principal es lograr el mejor aprovechamiento de los recursos energéticos de los estados miembros, por medio de una eficiente, racional, y apropiada generación, transmisión y distribución de la energía eléctrica de los países del Istmo Centroamericano. Sus objetivos incluyen: promover acuerdos bilaterales o multilaterales para interconexiones, y contribuir en los análisis de factibilidad técnica y económica de proyectos de producción, poniendo énfasis en proyectos cuyo aprovechamiento corresponda a dos o más países.
Alianza para el Desarrollo Sostenible de Centroamérica (ALIDES)	Acordada durante la Cumbre Presidencial de octubre de 1994. Es una iniciativa que integra los ámbitos político, moral, económico, social y ecológico. Crea el Consejo Centroamericano para el Desarrollo Sostenible, integrado por los Presidentes de Centroamérica y el Primer Ministro de Belice y que funciona como otro organismo dentro del SICA. Se fundamenta en el desarrollo sostenible, el cual ha sido descrito como el "... proceso de cambio progresivo en la calidad de vida del ser humano, que lo coloca como centro y sujeto primordial del desarrollo, por medio del crecimiento económico con equidad social y la transformación de los métodos de producción y de los patrones de consumo, y que se sustenta en el equilibrio ecológico y el soporte vital de la región. Este proceso implica el respeto a la diversidad étnica y cultural regional, nacional y local, así como el fortalecimiento y la plena participación ciudadana, en convivencia pacífica y en armonía con la naturaleza, sin comprometer y garantizando la calidad de vida de las generaciones futuras." En cuanto a los objetivos ambientales específicos de la ALIDES se encuentran el manejo adecuado de las cuencas hidrográficas para garantizar los diversos usos de los recursos hídricos en términos de calidad y cantidad.
Plan Ambiental de la Región Centroamericana (PARCA)	El PARCA fue aprobado en 1994. Su objetivo es lograr una mayor integración regional en torno a las políticas ambientales y su gestión. Este Plan abarca cuatro áreas estratégicas en el mediano y el largo plazo: bosques y biodiversidad, agua, producción limpia y gestión ambiental, considerando tanto los ámbitos extraregional como intraregional.
CONCAUSA	Declaración conjunta de los países centroamericanos y el gobierno de los Estados Unidos de América, firmada durante la Cumbre de las Américas (1994). Su principal objetivo es el compromiso de fortalecer la capacidad en Centroamérica para prevenir y manejar los desastres naturales, así como para adaptarse a los impactos del cambio climático. Incluye un plan de acción a través de matrices, con varios puntos de interés para los países firmantes, como el fortalecimiento de la distribución y generación de energía, utilizando fuentes renovables en el área.
Compromisos de Johannesburgo	En 2002, durante la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible realizada en Johannesburgo, el Ministro del Ambiente y Energía de Costa Rica, como presidente de la CCAD, presentó el compromiso ambiental de América Central para impulsar los principios y acuerdos de dicha cumbre en seis áreas clave: agua y sanidad, biodiversidad, energía, salud, agricultura y políticas generales de desarrollo sostenible. En el apartado de energía, los países centroamericanos se comprometieron a "impulsar la diversificación de la oferta energética y a fomentar la eficiencia energética, evaluando el potencial de fuentes convencionales y mejorando la participación de fuentes renovables; establecer sinergias a largo plazo entre las políticas energéticas y ambientales de Centroamérica para lograr una mayor eficiencia; reducir las emisiones de gases efecto invernadero; y promover el uso de tecnologías limpias".
Plan Puebla – Panamá (PPP)	Plan impulsado por los ocho gobiernos de la región mesoamericana con el objetivo de potenciar la riqueza humana y ecológica de la región, dentro de un marco de desarrollo sostenible que respete la diversidad cultural y étnica. Se plantea una estrategia integral para la región que ampara un conjunto de iniciativas y proyectos mesoamericanos. Entre estos, cabe mencionar la iniciativa para la interconexión energética, cuyo propósito es unificar e interconectar los mercados eléctricos con miras a promover un aumento de las inversiones en el sector y una reducción del precio de la electricidad. En junio de 2002, los ocho países firmaron un Memorando de Entendimiento para la coordinación de la Iniciativa Mesoamericana de Desarrollo Sostenible, cuyo objetivo es asegurar que todos los proyectos, programas e iniciativas incorporen una adecuada gestión ambiental y promuevan la conservación y el manejo sustentable de los recursos naturales. Durante la VI Cumbre del Mecanismo de Tuxtla (Managua, Nicaragua, 12 de marzo de 2003), los Presidentes instruyeron a los Comisionados del Plan Puebla-Panamá (PPP) a promover la implementación de programas de electrificación rural y el uso de las energías renovables y los biocombustibles.

<sup>8</sup> Es el caso de una empresa privatizada, únicamente presente en un país, Panamá, y que cuenta con el respaldo de corporaciones multinacionales



### a. Costa Rica

Sin duda, Costa Rica constituye el país que cuenta con el marco normativo y legal más amplio y coherente en relación con las fuentes de energía renovables. Entre los principales preceptos contenidos en las leyes nacionales cabe mencionar los cuatro siguientes:

- i) la Ley Orgánica del Ambiente, por la que se establece que “...los recursos energéticos constituyen factores esenciales para el desarrollo sostenible del país, sobre los que el Estado mantendrá un papel preponderante pudiendo dictar medidas generales y particulares, relacionadas con la investigación, la exploración, la explotación y el desarrollo de esos recursos, con base en lo dispuesto en el Plan Nacional de Desarrollo” (artículo 56 de la Ley Orgánica del Ambiente, Ley N° 7554). Además, el Estado debe evaluar y promover la exploración y explotación de otras fuentes de energía, renovables e inocuas para el medio ambiente, para propiciar un desarrollo económico sostenible (artículo 58 de la misma Ley);
- ii) la Ley de Creación del Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) que encomienda a dicha institución “...el desarrollo racional de las fuentes productoras de energía física que la Nación posee, en especial los recursos hidráulicos” (artículo 1° de la Ley 449, de 1949);
- iii) el Decreto Ejecutivo N° 30480 del Ministerio del Ambiente y Energía (MINAE), por el que se establece que “... la gestión de los recursos hídricos se encuentra regida por una serie de principios que deben ser incorporados en los planes de trabajo de las instituciones públicas, entre los que se encuentra la promoción de fuentes energéticas renovables alternativas que reduzcan o eliminen el impacto de esta actividad sobre el recurso hídrico, lo cual se encuentra acorde con la política general del Gobierno de la República de implementar políticas de conservación del medio ambiente a través del fomento de fuentes alternativas y renovables para la generación de energía eléctrica tales como el viento, la biomasa y la energía solar, establecido tanto en el III Plan Nacional de Energía como en el Plan Nacional de Desarrollo, 2002-2006”; y
- iv) la Directriz 22 ((D22-26389, del 25 de marzo de 2003), por la que se instruye a los integrantes del subsector eléctrico a “...incentivar la utilización de nuevas tecnologías que utilicen fuentes nuevas y renovables, cuando resulten ambientalmente favorables y sean técnica y económicamente viables, según establece el III Plan Nacional de Energía y el Plan Nacional de Desarrollo”.

En cuanto a los recursos forestales, la Ley Orgánica del Ambiente establece la obligación del Estado de conservar, proteger y administrar el recurso forestal. La Ley Forestal, en su primer artículo agrega que es “...función esencial y prioritaria del Estado, velar por la conservación, protección y administración de los bosques naturales y por la producción, el aprovechamiento, la industrialización y el fomento de los recursos forestales del país destinados a ese fin, de acuerdo con el principio de uso adecuado y sostenible de los recursos naturales renovables” y asigna la rectoría del sector al MINAE. En dicha ley también se definen los servicios ambientales de los bosques y las plantaciones forestales de acuerdo con la incidencia directa en la protección y el mejoramiento del medio ambiente. Estos servicios incluyen la protección del agua para uso urbano, rural o hidroeléctrico.<sup>9</sup>

Con respecto a los recursos hídricos, la Ley del Ambiente fija los criterios para la conservación y el uso sostenible del agua. Una de las prioridades es la modernización del régimen

<sup>9</sup> Los servicios ambientales definidos por la Ley son los siguientes: la mitigación de emisiones de gases de efecto de invernadero (fijación, reducción, secuestro, almacenamiento y absorción), la protección del agua para uso urbano, rural o hidroeléctrico, la protección de la biodiversidad para su conservación y uso sostenible, científico y farmacéutico, la investigación y el mejoramiento genético, la protección de ecosistemas, y las formas de vida y belleza escénica natural para fines turísticos y científicos.

actual (que data de 1942). Para ello, la Asamblea y el Poder Ejecutivo analizan una propuesta de una nueva ley de aguas.

Por otra parte, existen leyes específicas para las fuentes de energía renovables, las que se encuentran en el ámbito de la industria eléctrica. En particular, se trata de dos leyes de generación autónoma o paralela y de la ley de participación de Cooperativas y Municipalidades, las que han incidido enormemente en la participación del sector privado y otras instituciones públicas y sociales en el desarrollo de las fuentes de energía renovables. Estas leyes se refieren a centrales eléctricas de capacidad limitada (de pequeña y mediana escala).

Las dos primeras leyes (de generación autónoma o paralela) autorizan al ICE a contratar con privados, cooperativas y municipalidades -bajo diferentes esquemas- el equivalente de hasta el 30% de la capacidad instalada del sistema eléctrico interconectado nacional, siempre que la generación sea a partir de fuentes de energía renovables. La tercera ley establece el marco jurídico regulador para la concesión del aprovechamiento de las aguas de dominio público a las cooperativas de electrificación rural, a consorcios formados por éstas y a empresas de servicios públicos municipales. También establece las condiciones para la generación de energía eléctrica por parte de los mismos, utilizando recursos energéticos renovables y no renovables. En todos los casos, los proyectos desarrollados deberán ser compatibles con el Plan Nacional de Energía.

La empresa estatal actúa como comprador único mediante un esquema de precios regulado. Las tarifas de intercambio también son reguladas según el principio del costo evitado de inversión y operación del sistema nacional interconectado. En el caso de centrales con capacidad mayor a 20 MW, se aceptan plazos de los contratos de hasta 20 años y la compra de energía debe hacerse bajo un régimen de competencia o por licitación pública. Adicionalmente, la ley promueve y protege a los inversionistas locales, los que deben aportar como mínimo el 35% de la inversión total.

## **b. El Salvador**

La Ley del Medio Ambiente establece que deberá asegurarse la sostenibilidad de los recursos naturales renovables (Ley del Medio Ambiente, Decreto No. 233, del 4 de mayo de 1998). En cuanto a la gestión sostenible de los bosques, delega en los ministerios de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN) y de Agricultura y Ganadería (MAG) el diseño de mecanismos de mercado que faciliten y promuevan la reforestación, teniendo en cuenta la valoración económica de los bosques y considerando los recursos no maderables y los servicios ambientales (protección de los recursos hídricos, el suelo, la diversidad biológica, la energía y la fijación de carbono).

La Ley Forestal fue promulgada recientemente (Decreto Legislativo 852, del 22 de marzo de 2002) y establece las disposiciones para promover el manejo y aprovechamiento sostenible de los recursos forestales y el desarrollo de la industria maderera, declarando de interés económico el desarrollo forestal del país (desde la plantación hasta el aprovechamiento final y todas sus formas de valor agregado).

Con relación a los recursos hídricos, es tarea del MARN elaborar anteproyectos de leyes y reglamentos para la gestión, el uso, la protección y el manejo de las aguas, de acuerdo con criterios definidos en la Ley del Ambiente. Actualmente se discute un anteproyecto de Ley General de Aguas, que propone la creación de un ente regulador y considera la participación de los usuarios (tanto las instituciones de saneamiento, acueductos y alcantarillados, como las municipalidades, el sector privado y las ONG).

Con respecto a las fuentes de energía renovables, las principales leyes se han referido al aprovechamiento de éstas para la producción de electricidad. En 1945 se creó la Comisión Ejecutiva del Río Lempa (CEL), institución autónoma de servicio público, con el objeto de "desarrollar, conservar, administrar y utilizar" los recursos de energía del país (Decreto No. 130 del 3 de octubre de 1945). En 1996 se aprobó la Ley General de Electricidad, cuyo objetivo principal es el desarrollo de un mercado eléctrico competitivo en todas las actividades del subsector (Decreto No. 93-96, del 13 de noviembre de 1996). Dicha Ley y sus reglamentos establecen los principios para el desarrollo y la incorporación de nuevas fuentes de generación eléctrica—incluidos los proyectos a partir de fuentes de energía renovables—por parte del sector privado y su comercialización en el sistema eléctrico. Con la reforma de la industria eléctrica, la CEL fue reestructurada y quedó básicamente a cargo de la producción hidroeléctrica. El ente regulador, la Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones (SIGET) ha estipulado algunas disposiciones relacionadas con el otorgamiento de concesiones geotérmicas e hidroeléctricas, que facilitan los trámites y la obtención de permisos para la ejecución de proyectos de pequeña escala basados en fuentes de energía renovables.

### **c. Guatemala**

La Constitución de Guatemala hace varias referencias indirectas a las fuentes de energía renovables: la reforestación y la conservación de los bosques son declaradas de urgencia nacional y de interés social; las aguas son declaradas bienes de dominio público y su aprovechamiento se otorgará de acuerdo con el interés social, previendo una ley específica para regular esa materia; y la electrificación también es declarada de urgencia nacional.

En materia de desarrollo forestal, la ley respectiva establece que dichos recursos pueden y deben constituirse en la base fundamental del desarrollo económico y social del país. Reconoce además que el manejo sostenible del recurso forestal puede coadyuvar a satisfacer las necesidades de energía, vivienda y alimentación. Por otra parte, menciona a la fijación del carbono como uno de los servicios que permitirán mejorar la calidad de vida de la población (Ley Forestal, Decreto 101-96).

En cuanto a los recursos hídricos, la ley ambiental establece la obligación del Estado en relación con la conservación de estos recursos, el mantenimiento de la cantidad y calidad del agua para el uso humano, el uso integral y el manejo racional de cuencas hídricas, manantiales y fuentes de abastecimiento de aguas, y la conservación de la flora, principalmente los bosques, para el mantenimiento y el equilibrio del sistema hídrico (Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente, Decreto 68-86). Desde 1989, estos temas están a cargo de la Comisión Nacional para el Manejo de Cuencas Hidrográficas (CONAMCUEN). Actualmente, se está estudiando el Proyecto de Ley General de Aguas, por el cual se establecerá el marco general e institucional del agua.

La legislación específica sobre las fuentes de energía renovables ha quedado circunscrita al ámbito de la industria eléctrica. El Instituto Nacional de Electrificación (INDE), organización estatal, semiautónoma y descentralizada, fue creado en 1959 con el propósito de electrificar el país y desarrollar las fuentes de energía (Decreto No. 1287 de 1959 y sus reformas). La reforma de la industria eléctrica ha permitido—desde principios de la década de los noventa—que el sector privado produzca electricidad a partir de recursos fósiles y renovables. En 1986, se aprobó la primera ley de fomento de las fuentes de energía renovables, la cual estuvo en vigencia hasta fines de 2003, cuando el Congreso aprobó la Ley de Incentivos para el Desarrollo de Proyectos de Energía Renovable, que establece lo siguiente respecto de dichas fuentes: declara de urgencia su desarrollo racional; instruye al Ministerio de Energía y Minas (MEM) a realizar un inventario de dichos recursos y estudios de preinversión respectivos, y otorga varios incentivos (por ejemplo, la exención de: derechos arancelarios, impuesto al valor agregado, impuesto sobre la renta impuesto a empresas mercantiles y agropecuarias durante los primeros 10 años de operación comercial).

#### **d. Honduras**

La Constitución de Honduras declara de utilidad y necesidad pública la explotación técnica y racional de los recursos naturales de la Nación, la reforestación del país y la conservación forestal.

La legislación específica para las fuentes de energía renovables se inicia con la creación de la Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE) en 1957. Se trata de un organismo autónomo de servicio público, cuyo objetivo es promover el desarrollo de la electrificación. La reforma de la industria eléctrica de Honduras se sanciona con la aprobación de la llamada Ley Marco del Subsector Eléctrico (en 1994) y su reglamento (en 1998). Dicha ley ordena la desintegración vertical y horizontal de la ENEE y establece un incentivo para las plantas de energía basadas en fuentes renovables, dado que su energía puede ser adquirida por la empresa estatal a un precio del 10% por encima del costo marginal de corto plazo.

Posteriormente se han aprobado otros incentivos para el desarrollo de las fuentes de energía renovables, entre los cuales cabe mencionar la exoneración de: el impuesto sobre la renta durante los primeros cinco años de operación comercial, los derechos de importación y el impuesto sobre las ventas para los bienes adquiridos durante el periodo de construcción, incluida la importación temporal de maquinaria involucrada (Decretos 95-98 y 267-98). Adicionalmente, se han dictado decretos para la ejecución de un proyecto eólico piloto privado y para garantizar la compra –por la empresa estatal- de toda la producción de proyectos basados en energías renovables con una capacidad instalada menor de 50 MW (Decreto 9-2001). También se aprobó un decreto para facilitar las gestiones a dichos proyectos, por ejemplo a través de dispensas de los trámites legislativos para su aprobación en un solo debate, con lo que se solucionan los problemas relacionados con el cobro de tasas municipales (Decreto 103-2003).

En el sector forestal, la Ley de Modernización y Desarrollo del Sector Agrícola de 1992 encomienda al gobierno la responsabilidad de regular, proteger y manejar áreas protegidas y bosques nacionales. Por otra parte, deroga la Ley Forestal de 1974 y devuelve los derechos de propiedad forestal a los dueños del suelo. Actualmente se está discutiendo y analizando una nueva ley forestal, con el propósito de contar con un marco sencillo de interpretación y administración, a fin de facilitar la toma de decisiones y estimular la inversión privada.

En cuanto a los recursos hídricos, la Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente (SERNA), a través de la Dirección General de Recursos Hídricos (DGRH), administra y regula el aprovechamiento de las aguas nacionales. La Ley de Aguas vigente (1927) contempla el cobro de un canon por el aprovechamiento del recurso. Actualmente, se discute un nuevo marco, a partir de una nueva ley en materia de servicios públicos de agua potable y aguas residuales y de tres proyectos de ley (de cuencas, ordenamiento territorial y forestal).

#### **e. Nicaragua**

La Constitución establece que los recursos naturales son un patrimonio nacional, por lo que corresponde al Estado la preservación del medio ambiente y la conservación, el desarrollo y la explotación racional de los recursos naturales. Por lo tanto, es obligación del Estado el promover, facilitar y regular la prestación de los servicios públicos básicos, entre ellos el agua y la energía. Asimismo, es obligación del Estado velar por la preservación, la conservación y el rescate del medio ambiente y de los recursos naturales.

La Comisión Nacional de Energía (CNE) es el organismo rector del sector de energía del país, cuya función principal es la formulación de objetivos, políticas, estrategias y directrices generales de todo el sector, así como la planificación indicativa, con el fin de procurar el desarrollo y óptimo aprovechamiento de los recursos energéticos del país. Dicha Comisión fue creada a partir de uno de los

mandatos de la Ley de la Industria Eléctrica (Decreto Ley 272, de 1998). Además la CNE tiene atribuciones especiales para desarrollar la electrificación en el área rural.

En cuanto al tema forestal, a fines de 2003 se aprobó la Ley Forestal (Ley 462), por la cual se establece el régimen legal para la conservación, el fomento y el desarrollo sostenible del sector forestal. Entre otras cosas, dicha ley i) reconoce que al propietario del suelo le corresponde el dominio del suelo forestal y de sus beneficios asociados; ii) crea la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), como la instancia de más alto nivel del sector, entre cuyas funciones se incluye la aprobación de la política forestal formulada por el Ministerio Agropecuario y Forestal (MAGFOR); y iii) ordena al Instituto Nacional Forestal (INAFOR) velar por el cumplimiento del régimen forestal en todo el territorio nacional.

En cuanto a la política de desarrollo forestal, sigue vigente aquella establecida en el Decreto 50-2001, cuyo propósito es orientar el accionar coherente de todos los actores del sector forestal, a fin de garantizar la protección, la conservación y el aprovechamiento sostenible del recurso forestal. Con el objeto de garantizar un equilibrio entre la oferta y la demanda del recurso dendroenergético (leña y carbón), se propondrán políticas específicas que consideren, tanto la oferta como la demanda. Entradas éstas, cabe mencionar las siguientes: el manejo de bosques secundarios y de plantaciones energéticas; el uso y la transformación adecuada de los subproductos y desechos agropecuarios y forestales en fuentes energéticas; la promoción de la generación de energía eléctrica a partir de la biomasa forestal; el uso más eficiente de la leña y/o carbón vegetal a través de la utilización de estufas mejoradas; y el uso de cocinas de carburantes sustitutos de la leña de bajo impacto ambiental.

La Ley General del Medio Ambiente establece que los recursos hídricos son de dominio público y es obligación del Estado proteger y conservar los ecosistemas acuáticos, garantizando su sostenibilidad. También establece que con respecto al uso del agua, tendrán prioridad las necesidades de consumo humano y los servicios públicos. Por otra parte, existen leyes y normativas específicas para la prestación de los servicios de agua potable. En diciembre de 2001, se aprobó un decreto ejecutivo que establece la política nacional para los recursos hídricos. Además, existe una propuesta para la Ley General de Aguas.

En cuanto al aprovechamiento hidroeléctrico y geotérmico, su desarrollo estuvo a cargo inicialmente de una empresa estatal, creada en 1958. Posteriormente, a partir de 1979, quedó en manos del Instituto Nicaragüense de Energía (INE), que constituyó, a principios de los años ochenta, un monopolio de propiedad pública verticalmente integrado. La reestructuración de la industria eléctrica, llevada a cabo en la década de 1990, transformó al INE en un ente regulador del sector de energía. En consecuencia, se encargó el monopolio eléctrico a la Empresa Nicaragüense de Electricidad (ENEL), la que posteriormente, con la aprobación de la Ley de la Industria Eléctrica (en 1998), fue desintegrada vertical y horizontalmente. Esta ley norma las actividades de la industria con el propósito de obtener un mejor aprovechamiento de los recursos en beneficio de la colectividad. De esta forma, es obligación del Estado asegurar el suministro eléctrico del país, creando las condiciones para que los agentes económicos puedan expandir la oferta de energía. La ley no hace referencia específica al desarrollo de las fuentes de energía renovables.

El Acuerdo Presidencial 279-2002 establece la política para el desarrollo de recursos eólicos e hidroeléctricos a filo de agua y define diferentes incentivos para dichas fuentes. La Ley 467 de Promoción del Subsector Hidroeléctrico tiene por objeto fomentar el aprovechamiento sostenible de los recursos hídricos. En este sentido, ofrece incentivos de hasta 15 años, que incluyen: la exoneración de derechos arancelarios de importación (DAI) y del impuesto general a las ventas (IGV) durante la construcción de los proyectos; la exoneración del impuesto sobre la renta (ISR) durante los primeros

10 años de operación comercial; la exoneración del canon por uso del agua; y la exoneración de los impuestos municipales sobre los bienes inmuebles.

#### **f. Panamá**

La Constitución establece que el Estado reglamentará, fiscalizará y aplicará oportunamente las medidas necesarias para garantizar que la utilización y el aprovechamiento de la fauna terrestre, fluvial y marina, así como de los bosques, los suelos y las aguas, se lleven a cabo. Las concesiones para la explotación del suelo, el subsuelo y los bosques o para la utilización de agua, en medios de comunicación o transporte y en otras empresas de servicio público, se inspirarán en el bienestar social y el interés público.

La Ley del Ambiente reafirma que los recursos naturales son de dominio público y de interés social y establece, entre sus principios, el uso sostenible de los recursos naturales. La Autoridad Nacional del Ambiente (ANAM) establecerá tarifas por el aprovechamiento de los recursos naturales, las cuales serán fijadas de acuerdo con estudios técnicos y económicos que así lo justifiquen.

En relación con los recursos forestales, éstos están institucionalmente administrados por la ANAM, órgano encargado del inventario del patrimonio forestal del Estado. La legislación sobre bosques está regida por la Ley Forestal de 1994 y la Ley de Reforestación de 1992. La primera ley se basa en el principio del desarrollo sostenible y presenta una perspectiva integradora del conjunto de bienes y servicios que prestan los bosques. La segunda ley establece incentivos fiscales para el desarrollo de las actividades de reforestación.

Respecto de los recursos hídricos, la Ley del Ambiente establece que los usuarios deben realizar las obras necesarias para su conservación, de conformidad con el Plan de Manejo Ambiental y el contrato de concesión respectivo. La Ley No. 44 (de 2002) establece el régimen administrativo para el manejo, la protección y la conservación de las cuencas hidrográficas. Se fundamenta en los planes de ordenamiento ambiental y territorial, así como en el plan de manejo, desarrollo, protección y conservación de cada cuenca, cuya coordinación compete a la ANAM. La ley institucionaliza los Comités de Cuencas Hidrográficas con el propósito de descentralizar las responsabilidades de su gestión ambiental.

En cuanto a los recursos energéticos, el Marco Regulatorio e Institucional para la Prestación del Servicio Público de Electricidad (Ley # 6, de 1997) creó la Comisión de Política Energética (COPE), con el objeto de formular las políticas globales y definir la estrategia del sector de energía. La Ley del Ambiente, por su parte, establece que el Estado fomentará y dará prioridad a los proyectos basados en fuentes de energía no contaminantes, que utilizan tecnologías limpias y eficientes en términos energéticos. Además, estipula que la política para el desarrollo de actividades en la industria eléctrica será establecida por la COPE, en conjunto con la ANAM, en lo que se refiere al impacto ambiental y los recursos naturales.

La reforma de la industria eléctrica se inició con la promulgación de la Ley No. 6 y contempla la formación de un mercado eléctrico, cuyos objetivos son los siguientes: promover la competencia y la eficiencia; mejorar la cobertura y la calidad del servicio; regular los servicios de la industria eléctrica; y mejorar la calidad ambiental. La principal legislación relacionada con las fuentes de energía renovables está contenida en el artículo 55 de la Ley No. 6, que establece que es obligación del Estado el promover el uso de dichas fuentes, a fin de diversificar las fuentes energéticas, mitigar los efectos ambientales adversos y reducir la dependencia del país de los combustibles tradicionales. Para estos efectos, en cada uno de los concursos o licitaciones que se efectúen para comprar energía y potencia, se otorgará una preferencia de 5% en el precio evaluado a las fuentes de energía renovables.

Otros esfuerzos para promover las fuentes de energía renovables se encuentran en las normativas, dictadas por el ente regulador, para las licitaciones de energía que deben efectuar periódicamente las distribuidoras. Estas normativas han incluido condiciones para facilitar las ofertas de nuevos proyectos basados en fuentes de energía renovables, lo que permite contratos de largo plazo y periodos de gracia de cuatro años, necesarios debido a los tiempos de ejecución de dichos proyectos.

## 2. Condiciones de base

Al igual que en otras subregiones, en varios países de América Central no se cuenta con información actualizada ni con evaluaciones recientes respecto de los recursos, por lo que el potencial de energético renovable al cual se hace referencia en el presente trabajo puede considerarse conservador y menor al existente. En consecuencia, sólo fue posible analizar los principales aspectos referidos a la energía de biomasa, hidráulica, geotérmica, eólica y solar.

### Biomasa

No existe un inventario exhaustivo del potencial energético aprovechable de estos recursos, pero sí es posible afirmar que subsiste una fuerte subutilización de casi todos los recursos referidos en los países de la región. A continuación se hará una referencia general a los bosques y recursos forestales, al sector azucarero y el aprovechamiento de sus recursos en la de cogeneración eléctrica y producción de biocombustibles, y a los residuos orgánicos urbanos.

### Bosques y recursos forestales asociados.<sup>10</sup>

La pérdida de la superficie boscosa es un problema grave en la subregión. En el período 1990-2000, los países centroamericanos registraron una tasa de deforestación promedio anual de 1.6%. Entre las principales causas de la deforestación se reconocen: la extracción de madera, el avance de la frontera agrícola, el desmonte para actividades pecuarias, la creciente urbanización, los desastres naturales (principalmente huracanes e incendios forestales) y la utilización no racional de la leña.

Se reconoce que la utilización de dicho recurso no es la principal causa de la deforestación. Sin embargo, no existen estadísticas actualizadas sobre la leña, ninguno de los países cuenta con diagnósticos dendroenergéticos actualizados y tampoco existen programas integrales que favorezcan la utilización racional de dicho recurso. En 1998, el 81% de la producción total de madera en los países centroamericanos se utilizó como leña y carbón vegetal. Se estima que en los países centroamericanos, en promedio, el 92% de la producción se utiliza como leña y sólo el 8% para usos industriales<sup>11</sup>. Esa situación reafirma los elevados consumos de madera para fines energéticos.

### Cogeneración en procesos agroindustriales.

Las plantaciones energéticas corresponden, tanto a aquellas que durante su proceso industrial generan subproductos con valor energético como aquellas destinadas principalmente a la producción de productos energéticos. Constituyen un tema de gran importancia para los países de la subregión, dada la relevancia de las actividades agrícolas.

La industria azucarera ha sido pionera en el aprovechamiento del bagazo de la caña para producción de calor, tanto para los procesos propios como para la producción de electricidad (cogeneración). Desde fines de los años ochenta se sabe de la venta de excedentes de la

<sup>10</sup> Información obtenida de informes de la FAO y de las oficinas forestales de los países.

<sup>11</sup> Cifras correspondientes a 1996 (véase CCAD, 2003).

producción de electricidad de los ingenios a terceros, a través de las redes de transmisión eléctrica.

A fines del 2002, los países informaron de 311 MW instalados (equivalentes a 4% de la capacidad total instalada y 7.2% de la capacidad instalada en fuentes de energía renovables en la región) en 17 ingenios, los cuales inyectaron (ventas brutas) a la red eléctrica un total de 744 GWh, equivalentes al 2.6% de la demanda regional de energía eléctrica. En el cuadro II.4, se presenta un resumen de la participación de los ingenios cogeneradores dentro de las respectivas industrias eléctricas. Se debe observar, que de los 58 ingenios que operan en la subregión, sólo 17 participan como cogeneradores de electricidad. Potencialmente, podrían integrarse 41 ingenios más.

**Cuadro II.4**  
**PAÍSES CENTROAMERICANOS, 2002: PARTICIPACIÓN DE LA**  
**COGENERACIÓN DENTRO DE LA INDUSTRIA ELÉCTRICA**

	Número	Capacidad instalada (MW)	Ventas a la red (GWh)	Participación de la industria eléctrica (%)
Total	17	310.9	774.0	2.6
Costa Rica	2	12.0	11.9	0.2
El Salvador	3	47.3	50.7	1.2
Guatemala	7	182.7	621.1	10.0
Honduras	2	18.2	4.2	0.1
Nicaragua	2	10.8	78.9	3.3
Panamá	1	9.9	7.3	0.1

Fuente: CEPAL, sobre la base de cifras oficiales. En Guatemala el 1 % de la producción es búnker.

La mayor participación se observa en Guatemala, país que posee los ingenios y las plantaciones de caña de mayor tamaño. Este país tomó medidas especiales para fomentar el desarrollo de la cogeneración, que consistieron en favorecer las compras de electricidad de largo plazo dentro de un esquema de generación dual (utilizando tanto bagazo como derivados del petróleo), lo que permite además la producción fuera de los períodos de zafra. En los demás países, la cogeneración eléctrica se ha realizado fundamentalmente a partir del bagazo de caña. Sin embargo, cabe destacar el caso de uno de los ingenios de Nicaragua (San Antonio), que durante los últimos años ha desarrollado plantaciones de eucalipto, que son utilizadas para la producción de electricidad fuera de los períodos de zafra. Cabe señalar también el caso de dos industrias de Honduras que están utilizando la palma africana en procesos de cogeneración para su autoconsumo.

#### Biocombustibles líquidos.

La producción de biocombustibles líquidos podría permitir satisfacer una parte de las necesidades del sector de transporte. Entre los principales biocombustibles se destaca el etanol, que puede producirse a partir de caña de azúcar o de maíz, y el biodiesel de aceites vegetales. En la década de 1980, Guatemala, El Salvador y Costa Rica intentaron, sin éxito, introducir el gasohol para su uso comercial. Actualmente, estos países han exportado pequeños volúmenes de dicho biocombustible a los Estados Unidos.

Los países centroamericanos finalizaron recientemente las conversaciones sobre el Tratado de Libre Comercio entre Centroamérica y los Estados Unidos (conocido por su sigla en inglés, CAFTA), que incluye cuotas para la exportación de azúcar por parte de los países



centroamericanos.<sup>12</sup> Asimismo, en relación con el alcohol etílico, el CAFTA permitirá la exportación ilimitada de etanol siempre que la materia prima provenga de estos países. Todo esto permite prever condiciones estables y predecibles para la industria azucarera, lo que favorecerá a los futuros programas basados en biocombustibles.<sup>13</sup>

#### Biogás de residuos orgánicos urbanos

Salvo por Costa Rica, los países no poseen estimaciones sobre el potencial energético aprovechable del biogás proveniente de los residuos orgánicos urbanos. Al respecto, cabe mencionar que estos aprovechamientos energéticos son viables únicamente dentro de planes integrales para el manejo de desechos sólidos, vertederos y rellenos sanitarios.

Hasta la fecha sólo existe un proyecto de mayor alcance, en fase de construcción, en Costa Rica. Por razones de diversa índole, la construcción de la central sólo se inició en los primeros meses de 2004. Se espera contar con una producción de gas suficiente para instalar una capacidad de 4 MW, lo que genera el beneficio adicional de reducir los escapes del gas metano acumulado.

#### Energía hidráulica

Algunas estimaciones realizadas a partir de la evaluación de las cuencas hidrológicas, la identificación de emplazamientos y la evaluación de proyectos (a través de la elaboración, con diferentes niveles de profundidad, de estudios básicos de prefactibilidad y factibilidad), indican que los países de la subregión poseen recursos significativos todavía inexplorados del orden de 24.4 TW, conformados por centrales de capacidad muy pequeña (o minicentrales), pequeña, mediana y grande (véase el cuadro II.5).

**Cuadro II.5**  
**PAÍSES CENTROAMERICANOS, 2002: POTENCIAL DE RECURSOS HIDROELÉCTRICOS**

	POTENCIAL TOTAL		POTENCIAL POR DESARROLLAR		POTENCIAL INSTALADO	
	MW	GWh	MW	GWh	MW	GWh
Centroamérica	27,938	129,142	24,415	112,565	3,523	16,577
Costa Rica	5,802	29,660	4,531	23,163	1,271	6,497
El Salvador	2,165	9,483	1,743	7,633	422	1,850
Guatemala	10,890	47,698	10,332	45,254	558	2,444
Honduras	5,000	26,280	4,534	24,241	466	2,039
Nicaragua	1,740	5,767	1,636	5,403	104	364
Panamá	2,341	10,254	1,639	6,873	702	3,381

Fuente: Elaborado sobre la base de cifras oficiales y datos del Sistema de Información Económica Energética (SIEE) de la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE).

<sup>12</sup> Las negociaciones del CAFTA culminaron entre diciembre de 2003 y enero de 2004. Quedan pendientes las ratificaciones por las asambleas y los congresos respectivos. En materia de azúcar, el texto aprobado permitirá a los países centroamericanos la exportación de 97 mil TM (toneladas métricas), cuota que se incrementará en un 2% anual durante los primeros 15 años, y luego, a partir del 16avo año, en 2 mil TM/año. Actualmente los Estados Unidos conceden a la subregión libre ingreso para una cuota anual de 126.4 TM del edulcorante, lo que forma parte de la Iniciativa de la Cuenca del Caribe (ICC) y que deberá revisarse a partir de la aprobación del CAFTA.

<sup>13</sup> Véase el capítulo V, donde se analizan la política de los biocombustibles.

### Energía geotérmica

En el cuadro II.6, se resume, para los países de la subregión, el potencial geotérmico aprovechable para fines energéticos (potencia y energía), así como la capacidad geotérmica instalada y la energía estimada que puede producirse en esas centrales, de acuerdo con los factores de planta históricos y los procesos de repotenciación y recuperación de campos que se llevan a cabo en la actualidad. A partir de esas cifras, se han estimado los valores del potencial geotérmico aprovechable no desarrollado o explotado. En su mayor parte, los potenciales corresponden a evaluaciones preliminares (a nivel de estudios básicos y estudios de prefactibilidad). Los recursos geotérmicos aún inexplorados son del orden de 2.1 TW, conformados por centrales de capacidad pequeña, mediana y grande.

En relación con la información proporcionada anteriormente, cabe aclarar que en el caso de Costa Rica no se han incluido muchos potenciales recursos que se encuentran ubicados dentro de áreas protegidas.

**Cuadro II.6**  
**PAÍSES CENTROAMERICANOS, 2002: POTENCIAL DE RECURSOS GEOTÉRMICOS**

	POTENCIAL TOTAL		POTENCIAL POR DESARROLLAR		POTENCIAL INSTALADO	
	MW	GWh	MW	GWh	MW	GWh
Centroamérica	2,528	15,704	2,112	13,027	416	2,677
Costa Rica	235	1,647	90	633	145	1,014
El Salvador	333	2,039	171	1,050	161	988
Guatemala	800	4,906	767	4,703	33	202
Honduras	120	736	120	736	0	0
Nicaragua	1,000	6,132	923	5,660	77	472
Panamá	40	245	40	245	0	0

Fuente: Elaborado sobre la base de cifras oficiales y datos del Sistema de Información Económica Energética (SIEE) de la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE).

### Energía eólica

Sólo Costa Rica posee centrales eólicas en operación, ubicadas en tres granjas. Las primeras unidades entraron en operación en agosto y septiembre de 1999 (26.2 MW y 20 MW respectivamente). A fines del 2002, la capacidad instalada ascendió a 62.3 MW, de la cual el 68% correspondía a dos centrales privadas y el 32% a una central de la empresa pública de electricidad. Los factores de planta obtenidos han sido muy atractivos; por ejemplo, en el año 2002 dicho factor fue del 47%. De esa forma, Costa Rica se ha perfilado como el país pionero en el desarrollo de la energía eólica de América Latina.

En relación con el potencial aprovechable, las cifras existentes son preliminares. Por una parte, la mayoría de los países cuentan únicamente con mediciones y mapas que indican los lugares o sitios en donde se encuentran las mayores velocidades del viento, durante las estaciones y meses del año. Cabe señalar que cuatro países de la región llevan a cabo actividades en el marco del Proyecto sobre evaluación de recursos de energía solar y eólica (SWERA), en el cual, a partir de la información global y local disponible, y mediante modelos regionales de circulación de los vientos, se han elaborado mapas preliminares que indican los lugares o sitios

en donde se encuentran las mayores velocidades del viento durante las estaciones y meses del año.<sup>14</sup>

En Costa Rica, se ha logrado incluso determinar un potencial eólico total de 600 MW, lo que implica que el potencial aún inexplorado es de aproximadamente 538 MW, lo que implicaría una producción de energía de unos 1 650 GWh/año.

Con la información disponible y los datos proporcionados por el proyecto SWERA, los inversionistas privados han solicitado licencias y realizan mediciones de vientos en algunos lugares que presentan mejores condiciones para la interconexión a las redes eléctricas (tanto en términos de distancia como en los aspectos relacionados con los sistemas de apoyo de voltaje). En Honduras, la Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE) suscribió un contrato de compra de energía, del tipo CPO (construcción-propiedad-operación), con una empresa a cargo de la construcción de una central de 50 MW (el proyecto “Eoloeléctrico Honduras 2000” en Cerro de Hula). En Nicaragua, se han identificado varios sitios, dos de ellos con un potencial superior a 250 MW (el Istmo de Rivas y la zona de Hato Grande). En Panamá, se han hecho evaluaciones preliminares de un potencial cercano a los 400 MW, que se ubica en sitios cercanos a la red. Al respecto, cabe señalar, el proyecto Hornitos (57 MW) que presenta condiciones atractivas. Adicionalmente, existen otras experiencias aisladas, que han sido desarrolladas con propósitos demostrativos.

### Energía solar

No se cuenta con datos ni estadísticas confiables sobre el uso de la energía solar en cada país de esta subregión. Sin embargo, se sabe que las instalaciones existentes (paneles solares y colectores solares) representan un porcentaje muy bajo del potencial aprovechable de dicha energía. Bajo ese supuesto, podría decirse que el potencial de energía solar no explotado es del 100%. En consecuencia, el desarrollo de proyectos basados en energía solar será más factible y necesario en países con menor penetración de las energías modernas (menores índices de cobertura eléctrica), mayor número de comunidades y población en el área rural y mayor rezago social.

Por otra parte, en prácticamente todos los países existen algunas aplicaciones solares piloto utilizadas para el bombeo de agua y los sistemas de riego. A modo de referencia, cabe mencionar que: i) en Costa Rica existen alrededor de 1 000 sistemas fotovoltaicos que han sido instalados por el Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) en hogares y comunidades rurales aisladas, y se espera instalar otros 1 500 sistemas en el período 2003-2006; ii) en Guatemala existen alrededor de 18 000 sistemas fotovoltaicos instalados en en comunidades rurales no electrificadas y en zonas urbanas y semiurbanas, de los cuales aproximadamente el 20% fueron instalados por el Ministerio de Energía y Minas (MEM), y el 80% restante por empresas privadas y organizaciones no gubernamentales.

En Nicaragua, en el marco del Proyecto de Electrificación Rural de Zonas Aisladas (PERZA), se contempla la instalación de paneles solares para alrededor de 800 familias, ubicadas en varias comunidades, principalmente de la región del Atlántico.<sup>15</sup> El proyecto incluye además la instalación de seis sistemas fotovoltaicos para carga de baterías. En Panamá, la Oficina de

<sup>14</sup> Este proyecto cuenta con el apoyo del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y el cofinanciamiento del FMAM. El programa contempla actividades en El Salvador, Guatemala, Honduras y Nicaragua.

<sup>15</sup> Proyecto ejecutado por la Comisión Nacional de Energía (CNE), con financiamiento del Banco Mundial, cuyo propósito es mejorar las condiciones de vida en áreas rurales remotas, a través de la provisión sostenible de servicios de energía eléctrica y sus beneficios económicos y sociales asociados.

Electrificación Rural (OER) del Fondo de Inversión Social ha instalado alrededor de 400 paneles solares en viviendas rurales, escuelas y centros de salud.

## **E. México**

### **1. Aspectos generales y de políticas**

En el marco jurídico de México, existen algunas menciones sobre el aprovechamiento de los recursos energéticos renovables. La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en su Artículo 27, establece que “corresponde exclusivamente a la Nación generar, conducir, transformar, distribuir y abastecer energía eléctrica que tenga por objeto la prestación de servicio público. En esta materia no se otorgarán concesiones a los particulares y la Nación aprovechará los bienes y recursos naturales que se requieran para dichos fines”.

Asimismo estipula que “son propiedad de la Nación ...las aguas de los ríos y sus afluentes directos o indirectos, desde el punto del cauce en que se inicien las primeras aguas permanentes, intermitentes o torrenciales, hasta su desembocadura en el mar, lagos, lagunas o esteros de propiedad nacional”. En su Artículo 28 señala que “no constituirán monopolios las funciones que el Estado ejerza de manera exclusiva en las siguientes áreas estratégicas: ...petróleo y los demás hidrocarburos; petroquímica básica; minerales radioactivos y generación de energía nuclear; electricidad y las actividades que expresamente señalen las leyes que expida el Congreso de la Unión”.

A su vez, de acuerdo con la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, corresponde a la Secretaría de Energía “conducir la política energética del país” además de “ejercer los derechos de la Nación ...como respecto del aprovechamiento de los bienes y recursos naturales que se requieran para generar, conducir, transformar, distribuir y abastecer energía eléctrica que tenga por objeto la prestación de servicio público”. En conformidad con la misma ley, corresponde a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales “fomentar la protección, restauración y conservación de los ecosistemas y recursos naturales y bienes y servicios ambientales, con el fin de propiciar su aprovechamiento y desarrollo sustentable”.

En el Programa Sectorial de Energía, 2001-2006, que es parte del Plan Nacional de Desarrollo para el mismo período, se plantea como uno de sus objetivos “incrementar la utilización de fuentes renovables de energía” y, para ello, se define, como acción específica, la “creación de un programa anual de fomento a la generación de energía eléctrica, a partir de energía renovable”.

### **2. Condiciones de base**

El porcentaje de la superficie boscosa respecto de la superficie total es de 28.4%. En relación con la pérdida de la superficie boscosa, durante el período 1990-2000, México registró una pérdida anual de su superficie boscosa de 1.1%,

Se estima que el potencial eólico aprovechable en México varía entre 5 000 y 50 000 MW. En particular, una evaluación realizada con imágenes satelitales de la zona del Istmo de Tehuantepec arrojó un potencial de cerca de 10 000 MW, que incluye posibles instalaciones en el mar. A su vez, se estima que el potencial hidroeléctrico supera los 11 500 MW. De acuerdo con la Comisión Federal de Electricidad (CFE), el potencial de generación de electricidad a través de plantas de menos de 5 MW (minihidráulicas) es de alrededor de 3 000 MW. Asimismo, la CFE ha determinado un potencial geotérmico aprovechable que supera los 2 000 MW. En el sector agroindustrial, específicamente en la industria de la caña de azúcar, se ha establecido un potencial de generación superior a los 3 000 GWh/año. Finalmente, el conocimiento general que se tiene con respecto a la energía solar indica que

más de la mitad del territorio mexicano presenta una densidad promedio de radiación solar de 5 kWh por metro cuadrado al día.

En México, el aprovechamiento más importante de fuentes de energía renovables se observa en la producción de electricidad a partir de las energías hidráulica y geotérmica. El potencial de generación de electricidad a partir de energía hidráulica en el país supera los 9 400 MW, mientras que la capacidad instalada de generación de electricidad a partir de la energía geotérmica es de 960 MW. A su vez, la capacidad instalada en México para generar electricidad a partir del viento es de 2.2 MW en una instalación experimental de la CFE. Por otra parte, en México opera sólo una planta de aprovechamiento de gases de un relleno sanitario en Monterrey, Nuevo León, con una potencia cercana a los 5 MW.

De acuerdo con la Secretaría de Energía de México, en los planes de expansión del sector eléctrico nacional para los próximos diez años se incluyen dos proyectos hidroeléctricos mayores con una capacidad cercana a los 1 700 MW y una planta geotérmica con capacidad de 107 MW. Para aplicaciones con sistemas fotovoltaicos, se estima contar con 28 MW instalados para el año 2011 (Secretaría de Energía de México, 2002).

## **F. Comunidad Andina**

### **1. Aspectos generales y de políticas**

En el contexto andino existe una diversa gama de instituciones responsables de las fuentes de energía renovables. En la región, por lo general, los ministerios vinculados al tema de la energía tratan los asuntos relativos a la electricidad y los hidrocarburos en forma compartida y casi independiente de las fuentes de energía renovables, las que desempeñan un rol complementario, típicamente en el suministro de electricidad a sistemas aislados, con diferentes niveles de atención y articulación institucional.

Si bien en algunos países como Colombia y Perú existe una definición razonable de las atribuciones institucionales y un marco legal definido, en otros esto aún está en proceso de implementación.

En Bolivia, por ejemplo, aún cuando existe un Viceministerio de Electricidad y Energías Alternativas subordinado al Ministerio de Servicio y Obras Públicas, el nivel de coordinación, ejecución y alcance de las políticas es reducido en comparación con los demás países. Pese a la importancia que tienen los recursos fósiles para la subregión, los países están conscientes en cierta forma de la importancia cada vez mayor de las energías renovables, especialmente en lo que se refiere a su aprovechamiento para la generación de electricidad en comunidades aisladas y donde la idea de la renovabilidad se ve reforzada por las ventajas ambientales inherentes a las tecnologías renovables. Por esta razón, es necesario concertar adecuadamente las acciones entre los entes energéticos y ambientales en temas relativos a las fuentes de energía renovables.

En este sentido, dados los resultados obtenidos, cabe destacar los casos de Colombia y Perú. En Colombia, la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME) del Ministerio de Minas y Energía ha proporcionado un importante y amplio volumen de informaciones y estadísticas sobre el sector energético para la toma de decisiones consistentes con respecto al sector, que fueron fundamentales para el desarrollo de las fuentes de energía renovables.

Esta unidad gubernamental cuenta con un equipo capacitado y ha logrado una estabilidad que se considera muy importante para dar continuidad a los estudios y la consecuente formulación de

políticas. La UPME ha desarrollado el Plan Energético Nacional, que analiza de modo detallado el sector de energía del país; expone las bases para la estrategia de desarrollo energético hasta el año 2020; estimula una visión de mercado y la introducción de la competencia en todos los recursos energéticos; y plantea la integridad en la definición de las políticas, la eficiencia en la asignación de los recursos y el desarrollo sostenible del sector, entre otros. Este plan incluye un diagnóstico de las distintas fuentes de energía y de los diferentes mercados, y establece proyecciones, con análisis de impacto, y sugerencias de líneas de acción.

Con respecto al marco legal, cabe mencionar el Decreto 3683/2003 del Ministerio de Minas y Energía, por el cual se promulga la Ley 697 de 2001, que “fomenta el uso racional de energía y promueve la utilización de energías alternativas”, y su reglamentación. Conforme a esta Ley el Ministerio de Minas y Energía debe definir políticas y diseñar instrumentos que fomenten la utilización de fuentes no convencionales de energía. Además, en el marco del Decreto, se crea la Comisión Intersectorial para el Uso Racional y Eficiente de la Energía y Fuentes no Convencionales de Energía (CIURE), cuyo propósito es coordinar la ejecución de políticas e impulsar programas, entre otras atribuciones. Este Decreto establece incluso un plazo para definir los mecanismos de financiamiento de los programas de energía.

Con respecto a Perú, cabe mencionar la Oficina Técnica de Energía (OTERO), organismo de asesoramiento y apoyo del Viceministro de Energía. Entre sus atribuciones, además de haber elaborado el Plan Referencial de Electricidad (actualmente a cargo de la Dirección General de Electricidad), propone y evalúa las políticas energéticas nacionales a mediano y largo plazo, propone normas sobre la conservación de la energía, elabora el Balance Energético Nacional y realiza proyecciones sobre las perspectivas energéticas del país. Cabe señalar que, al no ser entes ejecutivos, ni la UPME en Colombia ni la OTERG en Perú son responsables de la ejecución de proyectos, pero sí desempeñan un papel esencial para ayudar a crear las condiciones que fomenten las inversiones en fuentes de energía renovables.

Cabe destacar, en el contexto andino, la importancia creciente de las municipalidades o distritos en la ejecución y ocasionalmente en la administración de proyectos de energía basados en fuentes renovables. Si bien por una parte ello implica dificultades adicionales en términos de coordinación, por otro parte refuerza la integración local del proyecto. Este aspecto relacionado con la descentralización administrativa, puede observarse en distintos grados en todos los países andinos.

El marco regulatorio para las energías renovables en los países andinos es naturalmente una consecuencia directa del contexto institucional. Es decir, aquellos países mejor estructurados para tratar este tema poseen un marco jurídico-legal más adelantado. Así, en todos los países existen leyes, proyectos de leyes y decretos recientes sobre el desarrollo sostenible de la energía, marcadamente asociados al suministro de electricidad, pero la materialización de sus objetivos depende muchas veces de cuestiones que van más allá del mero marco normativo, como la disponibilidad de recursos naturales y las condiciones adecuadas de financiamiento.

Al respecto, resulta interesante señalar que a raíz de la adopción de una de estas políticas, se crearon fondos rotatorios de electrificación rural, constituidos a partir de un cargo sobre las utilidades de las empresas de energía eléctrica y eventualmente de los aportes de los organismos de cooperación que financian proyectos basados en fuentes de energía renovables. Entre estos fondos, cabe mencionar el Fondo de Electrificación Rural (FER) de Perú y el Fondo de Electrificación Rural y Urbano Marginal (FERUM) de Ecuador, que constituyen elementos muy importantes para la promoción de las energías renovables en estos países.

En Colombia, cabe destacar la implementación de un programa de biocombustibles orientado a la producción de etanol de caña de azúcar. Este programa contempla que, a partir del próximo año, el etanol deberá utilizarse en una mezcla, al 10%, con gasolina (llamada “gasohol”), y venderse inicialmente en algunas ciudades y progresivamente en todo el país. Este programa resultó de un marco normativo y legal desarrollado en el ámbito del Plan Energético Nacional.

Como se mencionó anteriormente, desde el punto de vista ambiental, en la Comunidad Andina existe un amplio espacio de articulación entre las instituciones de carácter energético y ambiental, en el marco del desarrollo de fuentes de energía renovables. Estas tecnologías renovables pueden implicar, y muchas veces efectivamente lo hacen, mejoras ambientales. Sin embargo, aún existe poca relación entre los entes que evalúan los impactos ambientales y los responsables de la promoción de las energías renovables, sobre todo en temas sensibles, como el aprovechamiento de la hidroenergía y los biocombustibles, para los cuales resulta esencial que exista un acercamiento a fin de acordar los requisitos de sostenibilidad.

De manera general, se podría afirmar que existen las condiciones básicas para formular políticas para el desarrollo de fuentes de energía renovables, en la medida que hay un marco legal mínimo para promoverlas y una cierta institucionalidad, pese a que como se señaló anteriormente presenta bastantes diferencias entre los países. Sin embargo, debe reconocerse, también de manera general, que no se observan avances significativos compatibles con los recursos naturales disponibles y el cuadro de carencias observado, lo que indica que existe una oportunidad para formular y aplicar políticas energéticas más amplias, integradas y efectivas.

En el caso de Perú, actualmente se está aplicando la segunda década de un plan de electrificación rural, que se basa en un diagnóstico de las necesidades y en un inventario detallado de los recursos, con metas, necesidades de financiamiento y criterios de priorización de las actividades. Es decir, ese plan sitúa a la expansión de los servicios eléctricos bajo la égida de los intereses de la sociedad. Asimismo, en Colombia también se desarrolla un plan de energía con una visión y estrategia orientadas hacia un futuro energético acorde con los objetivos de política pública. Sin embargo, en relación con las fuentes de energía renovables es un plan algo limitado y más complejo.

## **2. Condiciones de base**

Los recursos energéticos renovables en la región andina pueden considerarse abundantes aún cuando no sean totalmente conocidos ni hayan sido evaluados en profundidad. La región ocupa una franja tropical con altos niveles de insolación y, considerando la existencia de algunas partes áridas o de clima más frío, la mayor parte de la superficie de los países de la Comunidad Andina presenta excelentes características edafoclimáticas, que permiten elevadas productividades de vectores bioenergéticos, como la caña de azúcar. Asimismo existen un gran potencial ya identificado y atractivo de recursos eólicos, geotérmicos e hidroeléctricos que puede aprovecharse en todos los países. En resumen, la disponibilidad de recursos energéticos renovables es bastante favorable en la región andina.

La subregión andina es una de las mayores productoras de hidrocarburos de América Latina. Posee una extensa zona con potencial hidrocarburífero. El área explorada en cada país se estima entre un 15% y un 30%, salvo por Venezuela donde supera el 30%. Las reservas probadas de petróleo se estiman en 85 mil millones de barriles. Gran parte de este crecimiento se registró en la década pasada, cuando la reserva aumentó en un 55.5%, al cuadruplicar Bolivia y Ecuador sus niveles iniciales. Teniendo en cuenta que la producción de petróleo media de los últimos años fue de 4.5 millones de barriles por día, la relación reserva/producción resultante es de 55 años, es decir, la más alta de toda América Latina.

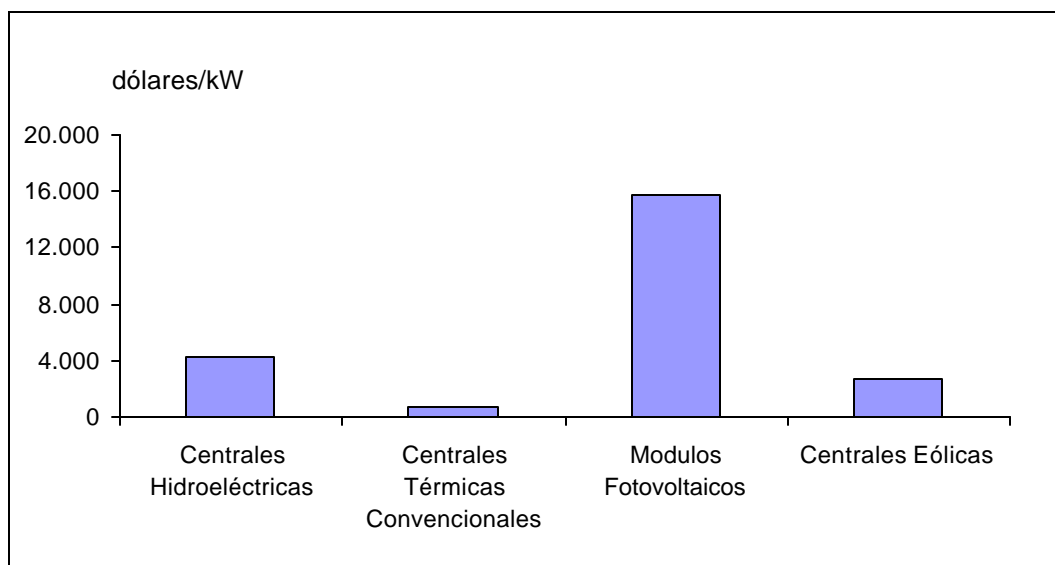
En cuanto a las reservas probadas de gas natural, éstas alcanzan los 5,451 mil millones de metros cúbicos, de los cuales el 77% corresponde a Venezuela. En la última década, Perú incrementó sus reservas en el campo de Camisea, mientras que Bolivia las cuadruplicó en los últimos cuatro años. Con una producción media de 56 mil millones de metros cúbicos, la Comunidad Andina dispone de reservas para 97 años. Esto es posible si se mantiene el actual ritmo de producción.

En 2002, dadas estas magníficas condiciones hidrocarburíferas, el conjunto de energías renovables tuvo una participación del 28% en la oferta total de energía. Entre las fuentes de energía renovables, la hidroenergía tuvo un papel preponderante. Dentro de estos valores de participación de dichas fuentes, resulta interesante mencionar que no aparece ningún otro tipo de vector energético moderno (por ejemplo, la energía solar utilizada para el secado agrícola o en sistemas fotovoltaicos).

La oferta de equipos para la conversión y utilización de fuentes de energía renovables es limitada en la Comunidad Andina, principalmente en lo que se refiere a las tecnologías más complejas o de capacidad más elevada, como los aerogeneradores con potencias equivalentes o superiores a 100 KW. La tecnología más común utilizada en los programas rurales andinos, las celdas solares fotovoltaicas, es casi totalmente importada, salvo por algunas partes y material básico. No obstante, cabe señalar que en las últimas décadas, la región ha desarrollado una pequeña capacidad tecnológica y de producción de hidroelectricidad, particularmente en Colombia, Perú y Bolivia, lo que permite atender, a un costo competitivo, las necesidades típicas de suministro eléctrico en comunidades aisladas, que disponen obviamente del recurso hídrico.

En el gráfico II.1, se observan los costos unitarios estimados, según el Plan de Electrificación Rural de Perú (Ministerio de Energía y Minas, 2003) y se proporciona una información interesante: además de utilizar equipos fabricados localmente, la hidroelectricidad tiene un costo menor que el de los sistemas fotovoltaicos, por lo que puede utilizarse en viviendas con capacidades instaladas que requieren más que unas pocas lámparas por pocas horas, y contribuir con un efectivo cambio para sus usuarios.

**Gráfico II.1**  
**COSTOS ESTIMADOS DE LA ELECTRIFICACIÓN RURAL EN PERÚ**



Fuente: Plan de Electrificación Rural de Perú (Ministerio de Energía y Minas, 2003)



Los actuales niveles de demanda de energía observados en la Comunidad Andina presentan variaciones de cierta importancia entre los países y los distintos grupos sociales. Sin embargo, en comparación con otros países de América Latina, indican que existe una necesidad importante no atendida, sobre todo en los estratos de ingresos más bajos. Un indicador de esto es la cobertura de servicios eléctricos en el medio rural, que corresponde a 46% en promedio para la región y no alcanza el 25% para Bolivia.

### **a. Bolivia**

A mediados de la década pasada y en el marco del proyecto PNUD/Banco Mundial sobre energía rural, se propuso en Bolivia un Plan Indicativo de Electrificación Rural. Este plan contempló un diagnóstico regional y estudios de demanda y se complementó con un programa de inversiones para la electrificación rural para el 2002 que se ejecutó parcialmente.

#### Energía solar

Actualmente se aplica el Plan de Electrificación Rural, que plantea la implementación combinada de tendido de líneas de distribución, sistemas locales y plantas generadoras de electricidad descentralizadas, basadas principalmente en energía solar, con el propósito de lograr un 45% de cobertura y agregar 60 MW de la demanda hasta el 2007.

#### Energía hidráulica

Prácticamente todo el potencial boliviano puede aprovecharse, pues el país está en condiciones de diseñar centrales hidráulicas, construir gran parte de los equipos (existen 3 fabricantes de turbinas hidráulicas) y poner en marcha dichas centrales, a un precio bastante más competitivo que los sistemas fotovoltaicos. Naturalmente, la gestión de las centrales hidroeléctricas puede ser más compleja, pues requiere un nivel mínimo de organización comunal para su funcionamiento, pero las ventajas en términos de uso de recursos locales e integración productiva son significativas.

Para las condiciones típicas de Cochabamba, una microcentral hidroeléctrica de 100 kW representa un costo aproximado de 300 mil dólares y permite suministrar energía para fines domésticos y productivos a 400 familias, mientras que una unidad de 200 W de potencia tiene un costo de 600 dólares el equipo electromecánico, más un valor similar por las obras civiles. Como los factores de capacidad son bastante más elevados que los de los sistemas solares, el costo de la energía producida resulta aproximadamente 15 veces más bajo en comparación con la generada a partir de energía solar.

De acuerdo con un inventario de proyectos realizado a mediados de la década pasada por la Secretaría Nacional de Energía, es posible contar con una capacidad instalada de 7 MW en microcentrales distribuidas en más de un centenar de proyectos, que permite abastecer a casi 20 000 familias.

#### Biomasa

Cabe mencionar la reciente creación de una unidad de cogeneración de 15 MW en la Central Azucarera Unagro en Santa Cruz de la Sierra, que utiliza bagazo como combustible y equipos de alto desempeño, como una caldera de 170 t/hora de vapor, y que representó una inversión de 5.5 millones de dólares. Además, existe en la selva boliviana una central de 1 MW que utiliza cáscaras de castañas de Brasil como combustible; además en Santa Cruz, dos proyectos utilizan la cascarilla de arroz como combustible para el Ingenio Arrocerero Agroincruz y el

bagazo para la producción de chancaca (miel de azúcar). Así, las iniciativas de este tipo permitirán incrementar la competitividad de la agroindustria boliviana y naturalmente aumentar de forma racional el consumo de energías renovables. Este campo presenta una amplia gama de oportunidades, dado el potencial existente en la agroindustria cañera y maderera en Bolivia.

## b. Colombia

Desde el punto de vista de los recursos disponibles, en Colombia se han realizado estudios importantes para evaluar los potenciales de fuentes de energía renovables (véase el cuadro II.8). Es interesante destacar que estos potenciales también fueron analizados en un documento sobre la necesidad de incrementar la capacidad de generación eléctrica en Colombia <sup>16</sup>.

**Cuadro II.7**  
**ESTUDIOS SOBRE EL ESTADO DE LOS RECURSOS DE ENERGÍA**  
**RENOVABLES EN COLOMBIA**

<b>Energía</b>	<b>Conocimiento del recurso</b>	<b>Comentarios</b>
Solar	- Mapas del recurso anual y mensual	Con potenciales prácticamente constantes durante el año, entre 5 y 6 kWh/m <sup>2</sup> , las mejores regiones son la Zona del Magdalena, La Guajira y San Andrés y Providencia.
Biomasa	- Mapa de cobertura vegetal - Estimaciones preliminares	La producción anual de bagazo de caña es de 7.5 millones de toneladas y la de cascarilla de arroz de 457 mil toneladas. Se estima que un relleno sanitario en Bogotá podría generar 11 GWh/año.
Eólica	- Mapa preliminar de vientos	Los mejores sitios, con velocidades normalizadas superiores a 10 m/s, se localizan en el norte del país.
Hidráulica	- Mapa de caídas (basado en el Modelo de Elevación Digital) y caudales (basado en el Balance Hídrico), en el cual se clasifican las regiones según 6 niveles de potencial.	El mayor potencial se ubica en las cordilleras oriental y occidental. Se estima que el potencial colombiano es de 50 GW en proyectos con una capacidad superior a 100 MW. Éste podría llegar a 70 GW cuando se incluyen proyectos de mediana y pequeña potencia.
Geotérmica	- Mapas de recursos geotérmicos - Estudios preliminares de zonas de interés	Los lugares con mayor potencialidad son la zona de la frontera con el Ecuador (en los volcanes Chiles y Cerro Negro), el departamento de Nariño (volcán Azufral), el Parque Natural Nacional de Los Nevados y el área geotérmica de Paipa - Iza en Boyacá.
Maremotriz	- Estudio preliminar	Probablemente existe un potencial disponible de 500 MW en la costa del Pacífico.
Olas	- Estudio preliminar	El potencial de toda la costa sería de 30 GW

Fuente: CEPAL sobre la base de información oficial.

Un sector que presenta gran dinamismo es el de la industria cañera. Con una producción anual de alrededor de 20 millones de toneladas de caña, que ocupan cerca de 200 mil hectáreas, la agroindustria cañera colombiana está bien desarrollada, en términos agrícolas y tecnológicos, y presenta la mayor productividad de todo el mundo, con un promedio de 114 toneladas de caña por hectárea. De los 14 ingenios existentes, 13 producen más del 99% del total y se ubican en el fértil valle del Cauca, en la región de Cali, cuyo clima permite una producción a lo largo de todo el año. En esas condiciones, la caña podría desempeñar un papel importante como combustible.

Dentro de los objetivos estratégicos del Plan Energético Nacional, destinado específicamente a “ampliar y garantizar la oferta interna de energéticos con precios eficientes y adecuada calidad”, se propone utilizar el etanol como oxigenante en las gasolinas colombianas. Se espera con esto mejorar la

<sup>16</sup> Véase UPME (2002).

calidad del aire en las grandes ciudades, así como fomentar el desarrollo de actividades productivas y la generación de empleo.

### c. Ecuador

En Ecuador se han realizado diversos estudios sobre el potencial de energías renovables, que confirman que el país cuenta con bastantes recursos de este tipo. En el cuadro II.8, se presenta una síntesis de los potenciales identificados y algunos comentarios sobre las instalaciones existentes en el país.

En los estudios sobre las biomasas, se estimó que a partir de residuos agrícolas (bagazo, plátano, hojas de maíz, cascarilla de arroz, fruto de palma, cáscara de frutas) se podría generar el 50% de la actual demanda de electricidad, mientras que con los desechos municipales y los residuos de origen animal se podría cubrir un 16% y 42% de las necesidades de energía eléctrica respectivamente

**Cuadro II.8**  
**POTENCIAL DE ENERGÍAS RENOVABLES EN ECUADOR**

Energía	Conocimiento del recurso	Comentarios
Solar	Mapas del recurso anual y levantamientos locales	- Niveles de radiación entre 3.8 y 6. kWh/m <sup>2</sup> /día (insolación 2000 horas/año) - Instalaciones existentes: Sistemas termosolares: 20 000 colectores para calentamiento de agua Sistemas fotovoltaicos: cerca de 400 sitios en la Amazonía y algunos en las Islas Galápagos
Eólica	Levantamientos locales	- Vientos localizados en montañas y brisas marinas. - Cordillera de los Andes: 2.4 a 8.0 m/s; - Costa: más de 3.5 m/s
Biomasa	Estudios preliminares	- Plantaciones forestales: 78 000 hectáreas - Desechos municipales: 1.7 millones de toneladas por año - Residuos de origen animal: 40.3 millones de toneladas por año
Hidráulica	Estudios puntuales	- Muchas plantas dejaron de operar. - En 143 sitios evaluados, con capacidad de hasta 5 MW, se identificó un potencial de 47 MW.
Geotérmica	Estudio nacional y estudios preliminares de zonas de interés	Potencial estimado para la generación de 4 700 GWh, cerca de 60% del consumo anual

Fuente: CEPAL sobre la base de S. Sánchez, *Las energías renovables en Ecuador*, 2004 (presentación en PowerPoint); y E. Aguilera, *Los recursos geotérmicos del Ecuador*, 2004 (presentación en PowerPoint).

#### Geotermia

Con relación a la geotermia, desde la década de 1970, el antiguo Instituto Ecuatoriano de Electrificación (INECEL) ha conducido la exploración de los recursos geotérmicos, con miras a diversificar la oferta de recursos naturales aptos para la generación de energía eléctrica y reducir el uso de combustibles derivados del petróleo.

Con el apoyo internacional de la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE) y el gobierno de Italia y sus propios recursos, el INECEL completó los estudios de reconocimiento a nivel nacional y tres estudios de sitios para las regiones consideradas más interesantes: Tufiño-Chiles, Chalupas y Chiles-Cerro Negro-Tufiño (este último corresponde a un proyecto binacional con Colombia). Se trata del área geotérmica con los estudios geológicos y geoquímicos de reconocimiento y prefactibilidad más adelantados. Para iniciar la explotación de la energía geotérmica en Ecuador, se buscan recursos para instalar una unidad de 15 MW en

Tufiño, la que contribuiría a financiar los estudios aún incompletos relativos a la central de mayor capacidad.

#### Energía eólica

En la región de Loja, al sur del país, se ha emprendido una interesante iniciativa para fomentar el uso de energía eólica. En este sitio, se identificó un potencial de alta calidad, con vientos buenos (velocidad promedio de 10 m/s), estables, casi unidireccionales, que permitirían instalar una central de aproximadamente 110 MW. Con el objeto de apalancar inversiones futuras y sobre la base de un modelo institucional con fuerte participación de la comunidad local y en coordinación con el Ministerio de Energía y Minas, se pretende primero desarrollar un proyecto con una capacidad de 15 MW, que contaría con el apoyo de la Corporación Andina de Fomento (como garante) y del gobierno de Dinamarca (financiamiento de los aerogeneradores).

#### Energía hidráulica

Se han identificado varios proyectos que contemplan la instalación de 32 pequeñas centrales hidroeléctricas con una capacidad total de 20 MW, que estarían en fase de instrucción para financiamiento, en el marco de los mecanismos de apoyo existentes, como el Fondo de Electrificación Rural y Urbano Marginal (FERUM). Al respecto, en las discusiones sobre las perspectivas de las energías renovables, se ha destacado la conveniencia de incluir la hidroenergía como una fuente sostenible y con interesantes ventajas asociadas. Este es el caso, por ejemplo, del Proyecto de Propósito Múltiple Quevedo Vines (Presa Baba) en la cuenca del Río Guayas. El proyecto pretende, además de generar 50 MW, evitar inundaciones aguas abajo, regularizar el caudal (80% escurre entre enero y mayo) y permitir actividades de riego.

#### **d. Perú**

En el contexto peruano, cabe mencionar como un hecho significativamente positivo la elaboración del Estudio Integral de Energía (IDEE/Fundación Bariloche, 2001). Sobre la base de información proporcionada por este estudio, en el cuadro II.9 se presenta el potencial de producción estimado para las fuentes energéticas renovables en Perú, de acuerdo con estudios realizados a mediados de los años ochenta.

**Cuadro II.9**

#### **POTENCIAL DE PRODUCCIÓN DE FUENTES ENERGÉTICAS RENOVABLES EN PERÚ**

<b>Fuente</b>	<b>Potencial de producción</b>
Hidroenergía	2.852 10 <sup>3</sup> (Tep/año)
Leña	66 10 <sup>6</sup> (Tep/año)
Residuos agrícolas	0,53 10 <sup>6</sup> (Tep/año)
Residuos pecuarios	0,15 10 <sup>6</sup> (Tep/año)
Residuos agroindustriales	0,395 10 <sup>6</sup> (Tep/año)
Residuos urbanos	0,236 10 <sup>6</sup> (Tep/año)
Energía eólica	450-5.000 (kWh/m <sup>2</sup> /año)
Energía solar	4-5 (kWh/m <sup>2</sup> )

Fuente: Estudio Integral de Energía (IDEE/Fundación Bariloche, 2001).

### Biomasa

Perú es un país privilegiado en lo que se refiere a recursos forestales y ocupa la segunda posición en América Latina de acuerdo con su superficie selvática. En 1988, la Dirección General Forestal y de Fauna (DGFF) estimó para los recursos forestales peruanos un flujo máximo sostenible de 66 millones de Tep/año (Horta Nogueira, 1988, cap. III), que equivaldría a 36 veces el consumo de leña estimado en 1998. Si se agrega el potencial disponible de residuos agrícolas y agroindustriales, el potencial de bioenergías es claramente superior a las actuales reservas peruanas de petróleo, 43 millones de Tep.

### Energía Solar

Por ser un país que se encuentra en la zona ecuatorial y con regiones de baja nebulosidad, la energía solar es abundante en Perú. En promedio, la radiación solar sobre una superficie horizontal en la Sierra es mayor a 5 kWh/m<sup>2</sup> y, en la Selva, varía entre 4 y 5 kWh/m<sup>2</sup>, lo que corresponde a niveles elevados de energía solar (Bastos, 1988, cap. II).

### Energía eólica

Para evaluar el potencial de la energía eólica, en Perú se han ubicado 31 estaciones de medición en casi todos los departamentos, a través de los cuales se ha constatado que las mejores condiciones se dan en la costa y las regiones de frontera con Bolivia y Chile (Hirata, 1988, cap. IV). Cabe señalar que la costa peruana cuenta con un importante potencial eólico, con promedios de hasta 8 m/s en Malabrigo, San Juan de Marcona y Paracas. Asimismo, en la mayor parte de la costa, se registran valores promedio anuales de 6 m/s. Estos valores estimulan a analizar la conveniencia de su uso en la generación de electricidad.

### Geotermia

Perú posee unas 300 manifestaciones de aguas termales de entre 49°C y 89°C situadas a lo largo de la Cordillera Occidental y, en menor número, en los valles intra-andinos y la zona Oriental, que sólo serían aptas para el calentamiento de agua y calefacción. Sobre la base de informaciones disponibles para las seis zonas geotérmicas peruanas, el Ministerio de Energía y Minas hizo una interpretación geológica (Ministerio de Energía y Minas, 2000), considerando los aspectos socioeconómicos de desarrollo industrial y de posible sustitución de derivados de petróleo en centrales térmicas, lo cual permitió establecer el siguiente orden de prioridades: 1) Cadena de Conos Volcánicos, 2) Puno Cuzco, 3) Cajamarca y La Libertad y 4) Callejón de Huaylas, Churrin y Central.

### Energía hidráulica

La capacidad probada del potencial hidroeléctrico es de aproximadamente 6 GW, pero si se incorporan los potenciales probables y posibles, el potencial total y la energía firme producible pasarían a ser respectivamente de 74 GW y 316.702 GWh. En consecuencia, aún falta por evaluar en Perú, desde el punto de vista técnico y económico financiero, casi 68 000 MW, lo cual convierte a este recurso, por su carácter renovable, en el más importante entre los recursos energéticos del país.

## **e. Venezuela**

Dotada de abundantes recursos energéticos fósiles y, al mismo tiempo, de bastantes recursos renovables, como su potencial hidroeléctrico, lo que la convierte en una de las pocas naciones exportadoras de petróleo con buenas perspectivas de trascendencia para un escenario sustentable,

Venezuela se encuentra frente a un desafío singular: definir adecuadamente el espacio para las fuentes renovables, de una forma diversificada y racional.

Con respecto a la participación de las energías renovables, cabe señalar que la energía hidroeléctrica es prácticamente la única fuente de energía renovable que participa en la generación de electricidad. Más aún, Venezuela es el país andino con mayor capacidad instalada (13 215 MW) y mayor nivel de desarrollo de su potencial (26%).

Si bien existen actividades puntuales en las que se utilizan otras formas de energías renovables, como los biodigestores instalados en Pedraza Barinas, los sistemas solares en Amazonas y Anzoátegui y un aerogenerador (tipo Darrieus) en la isla La Orchila, éstas no llegan a representar capacidades importantes y cumplen más bien con funciones de prueba que comerciales. Asimismo, durante los años noventa, se realizaron algunos seminarios sobre el tema, entre los cuales cabe mencionar los siguientes: “Bioenergía mediante plantaciones forestales”, “Geotermia y desarrollo” y “Planificación de energías renovables en Venezuela”. Sin embargo, éstos no tuvieron resultados positivos en términos energéticos.

Por otra parte, es evidente que se da muy poca importancia a las fuentes de energía renovables distintas de la hidroenergía. Esto se puede constatar en el *Balance Energético de Venezuela*, donde prácticamente no se las menciona y donde se afirma que en el sector agrícola “se reportó solamente el diesel oil como energético consumido” (Ministerio de Energía y Minas de Venezuela, 2000).

Sin embargo, cabe recordar que esta temática ha sido analizada desde los años noventa por la Dirección General Sectorial de Energía, que diseñó el Sistema de Informaciones de Fuentes Alternas de Energía (SIFARE) y el Programa Nacional de Educación en Fuentes Alternas y Renovables de Energía (PRONDIFARE). En ellos se da siempre prioridad a la energización de zonas alejadas y aisladas, rurales, insulares y fronterizas. En el marco de dichos programas y con el apoyo de la OLADE, se realizarán ocho estudios de factibilidad de microcentrales hidroeléctricas para el estado de Bolívar. Además, en relación con el potencial de las microcentrales, se informó que existen 60 embalses para fines no energéticos, en los que no se genera energía eléctrica, con presas de una altura superior a los 80 metros y un caudal mayor que 1.5 metros cúbicos por segundo. En consecuencia, se trata de un potencial evidentemente interesante donde podrían instalarse unidades de generación.<sup>17</sup>

Actualmente, las actividades se realizan en el marco del Programa de Energías Renovables (PER), ejecutado por el Ministerio de Energía y Minas. Con el objeto de complementar la red eléctrica del país, se propone la elaboración de estudios sobre:

- La instalación de un parque eólico de 80 MW de capacidad en el estado de Falcón;
- La instalación de diversos parques eólicos en la Goajira venezolana (estado de Zulia), con capacidad inicial de 50 MW, pero que puede incluso superar los 10 mil MW en fases posteriores; y
- El estudio y la instalación de plantas solares fotovoltaicas de gran capacidad.

---

<sup>17</sup>De acuerdo con información proporcionada por A. Hichter, Vice Ministro de Ambiente y Recursos Naturales.

## G. Mercosur ampliado

### 1. Aspectos generales y de políticas

#### a. Brasil

A pesar de las altas expectativas surgidas en torno al proceso de privatización experimentado en la década de 1990, las inversiones en nuevas fuentes de generación eléctrica en Brasil no han ido a la par con el aumento en su consumo. Es bien sabido que existe en los países en desarrollo una desconexión entre el crecimiento del PIB (el promedio de crecimiento anual en Brasil fue de 2% entre 1980-2000) y el consumo de electricidad (que en promedio subió un 5% en el mismo período). En el caso de Brasil, las nuevas inversiones en generación de energía (4% promedio) no han podido satisfacer la mayor demanda.

Para poder entender esta situación, resulta fundamental investigar el comportamiento del principal combustible de energía primaria, el agua almacenada en embalses. Los embalses, que estaban proyectados para enfrentar las variaciones climáticas desfavorables por un período de 4 a 5 años, experimentaron una disminución excesiva de sus reservas durante un período de creciente demanda y falta de otras fuentes de generación de electricidad. Estaba previsto que podrían cubrir hasta en 5 años un bajo nivel de precipitaciones durante las estaciones de lluvia, pero colapsaron luego de dos veranos (las precipitaciones durante los veranos de 1999-2000 y 2000-20001 registraron un nivel inferior al nivel histórico promedio, a pesar de que se trata de la estación de lluvias de la región).

La combinación de bajos niveles de precipitaciones, el uso intensivo de las "reservas de energía" (correspondiente al volumen útil de agua del embalse) y la insuficiente capacidad de generación eléctrica llevaron al racionamiento de energía impuesto entre julio de 2001 y febrero de 2002.

En consecuencia, con el objeto de mitigar la crisis y reducir la dependencia de la energía hidroeléctrica, el gobierno federal lanzó a comienzos de 2002 el Plan Prioritario de Centrales Termoeléctricas (PPT), con miras a la instalación de 47 plantas de energía generada a partir del gas natural. Sin embargo, una serie de dificultades relacionadas principalmente con el proceso de otorgamiento de licencias ambientales y la definición de su alcance impidieron el desarrollo íntegro del plan.

Durante ese período, se impuso una restricción a los consumidores que consistió en una reducción obligatoria del 20% en relación con el consumo de electricidad promedio durante el período de mayo a julio de 2000. En consecuencia, durante el segundo semestre de 2001 y comienzos de 2002, se experimentó un recorte de aproximadamente el 24.5% comparado con un escenario "en condiciones habituales".

Actualmente, Brasil se ve enfrentado una vez más a una posible crisis energética. Las inversiones se han visto interrumpidas debido a la incertidumbre existente en relación con la regulación y la falta de una política estable de la industria. Esta situación causa expectativas en torno a nuevos proyectos rentables, lo que inhibe las nuevas inversiones. En un contexto como éste, los actores buscan perspectivas y soluciones en iniciativas relacionadas con la conservación de la energía, la generación de energía descentralizada, la cogeneración y las fuentes de energía renovables.

El cambio de gobierno a comienzos del 2003 abrió la posibilidad de reemplazar el modelo de la industria de energía (*Nuevo Modelo*). La reforma es una reestructuración total del modelo energético

anterior de Brasil, que no pudo impedir la crisis energética experimentada en 2001. En este contexto, dos nuevos órganos estatales constituyen el núcleo del nuevo sistema:

- La Cámara de Comercialización de Energía Eléctrica (CCEE), creada para funcionar como una especie de casa de subasta de la producción de electricidad del mercado; y
- La Empresa de Investigación sobre Energía (EPE), cuyo objetivo es planificar el futuro del sector y establecer directrices para las futuras inversiones en centrales y redes de transmisión eléctricas.

Las licitaciones de concesiones eléctricas estarán a cargo del ente regulador del sector, la Agencia Nacional de Energía Eléctrica (ANEEL), bajo la supervisión del Ministerio de Energía y Minas. Quienes se adjudiquen los contratos, que tendrán una duración de 15 a 20 años, serán las empresas que ofrezcan las tarifas más bajas a los consumidores. El sistema de licitaciones previo otorgó contratos de concesiones a los licitantes que presentaban la oferta más alta.

La política del fondo de compensación de combustibles (*Conta de Consumo de Combustíveis – CCC*) pretende ampliar el acceso a la energía en las comunidades aisladas. No obstante, aún prevalecen ciertas dificultades, como el alto consumo de diesel extra para el transporte marítimo de gasóleo; los elevados costos; las dificultades para asegurar el suministro; la mayor dependencia de la importación de gasóleo; y las emisiones contaminantes.

La ampliación del CCC en la política del “*Nuevo Modelo*” pretende reducir estas dificultades. Las fuentes de energía renovables, como la energía fotovoltaica, la biomasa y las pequeñas centrales hidroeléctricas, entre otras, pueden suministrarse con los recursos locales, pueden asegurar el suministro (una vez que utilizan los recursos locales), tienen un impacto ambiental mucho menor, y contribuyen con la autonomía energética, entre otras cosas (Goldemberg, 2002).

El Ministerio de Ciencia y Tecnología ha desarrollado programas especiales destinados a fomentar la investigación e innovación tecnológica en la generación de electricidad a partir de nuevas fuentes de bajos costos, con el objeto de desarrollar la industria nacional de tecnología y recursos humanos.

Brasil jamás ha aplicado medidas financieras y tributarias para fomentar los proyectos de energía de pequeña y mediana escala, incluidos los proyectos basados en energías renovables. Otro de los escollos que enfrentan las fuentes de energía renovables es que la percepción de riesgo para los inversionistas es mayor, lo que hace que los agentes financieros rechacen los proyectos o impongan altas tasas de interés para la aprobación de los créditos. El Banco Nacional de Desarrollo Económico y Social (BNDES) también ha lanzado diversos programas que conceden créditos especiales a las plantas de biomasa que generan electricidad y venden su excedente a otros servicios o participan directamente en su comercialización.

La actual legislación sobre fuentes estacionarias constituye una barrera indirecta para el aprovechamiento de las fuentes renovables. Hasta ahora, la legislación para estas fuentes ha establecido límites de emisión sólo para las emisiones de SO<sub>2</sub> o particuladas específicas, y no para las emisiones de NOx. Ello constituye un tema de interés pues se espera que la expansión del sector de la energía dependa de las plantas generadoras de energía impulsadas a gas natural y, por lo tanto, deben controlarse las emisiones de NOx. De no ser así, los sistemas de conversión se instalarán sin mecanismos de reducción de emisiones, lo que implica bajos costos de instalación. En consecuencia, esto pareciera ser un subsidio indirecto a los combustibles fósiles, especialmente fuera del Estado de São Paulo.



Desde la Constitución Federal de 1988, se exigió realizar evaluaciones del impacto ambiental (EIA) a prácticamente todos los proyectos de energía. Con respecto a la generación de energía, la legislación brasileña exige que se lleve a cabo al menos una evaluación ambiental preliminar en todos los proyectos de centrales hidroeléctricas, en plantas térmicas con una capacidad instalada igual o mayor a 10 MW, en líneas de transmisión de energía iguales o superiores a 230 kV, en oleoductos y gasoductos, en nuevas destilerías de etanol, en zonas de almacenamiento de productos inflamables y en zonas de explotación minera, entre otros. La utilización del agua debe cumplir con las disposiciones del Plan Nacional de Recursos Hídricos y debe respetar la clasificación de los cursos de agua y otros múltiples usos.

## **b. Argentina**

El papel del Estado en Argentina ha experimentado un cambio radical desde la reestructuración del sector eléctrico iniciada en 1992. Las actividades de generación, transmisión y distribución están abiertas al sector privado, pero se restringe la propiedad en más de una actividad en el sector. La ley garantiza el acceso a la red, crea un ambiente competitivo y permite la instalación de generadores para servir a clientes en cualquier parte del país.

La importancia de los recursos renovables como fuentes alternativas para generar energía eléctrica en los sectores rurales ha ido aumentando gracias al Programa de Abastecimiento Eléctrico a la Población Rural Argentina (PAEPRO) que lleva adelante la Secretaría de Obras y Servicios Públicos a nivel de la Dirección Nacional de Promoción, con el objeto de lograr un suministro eléctrico básico, para iluminación y comunicaciones, utilizando tecnologías renovables (fotovoltaica, eólica, biomasa e instalaciones minihidráulicas). Por otra parte, pronto se incorporará en la página Web de la Secretaría de Energía de Argentina un Sistema de Información Geográfica (SIG) sobre energías renovables. Este sistema estará próximamente a disposición del público en coincidencia con la Conferencia Mundial sobre Energías Renovables, que se celebrará en Bonn. Dicho sistema consistirá en un mapa interactivo de recursos y proyectos vinculados a las energías renovables.

Por último, cabe señalar que existe un proyecto de ley nacional sobre fomento de fuentes renovables de energía destinadas a la producción de energía eléctrica. El proyecto de ley –actualmente en discusión- establece como objetivo “alcanzar una contribución de las fuentes de energía renovables del 8% del consumo de energía eléctrica nacional hacia fines del año 2013”. Además, prevé la creación de un régimen de inversiones para la construcción de obras de generación a partir de fuentes renovables y el otorgamiento de una serie de beneficios que alcanzan algunos regímenes vigentes, a saber: i) impuesto a las ganancias; ii) impuesto al valor agregado; iii) derechos de importación; y iv) estabilidad fiscal.

## **c. Uruguay**

En 1997 se experimentó un cambio significativo en el sector eléctrico al aprobarse la Ley del Marco Regulatorio, por la cual se crea el mercado eléctrico uruguayo, separando las actividades de regulación de las empresariales. Dicha ley -entre otras disposiciones- consagra la libertad de generación, al dejar la misma de tener carácter de servicio público, y el libre acceso a las redes de transmisión y distribución.

Este hito ha marcado un cambio en la concepción general del sector y del papel del Estado. La empresa pública Usinas y Transmisiones Eléctricas (UTE) constituía el monopolio estatal que manejaba el sector eléctrico. La UTE participa en la construcción del gasoducto del Litoral, ya que éste se relaciona con proyectos, actualmente en estudio, sobre la instalación de centrales a gas en el litoral del país, con el fin de abastecer la demanda interna y exportar energía a Brasil. Hacia el futuro, el objetivo empresarial es avanzar en el proceso de integración de Uruguay al mercado eléctrico regional,

incrementando las ventas internas y expandiendo los mercados externos. No existen en Uruguay políticas explícitas o implícitas para el uso de fuentes renovables, a excepción de la mencionada legislación y la política de la UTE, la empresa nacional de electricidad.

En cuanto a la electrificación rural en base a energía solar, existen planes de electrificación rural que obedecen a resoluciones de la UTE a nivel de empresa. Sin embargo corresponden a una política propia de la empresa y no a nivel de país. Otros planes de electrificación rural se basan en el tendido de líneas y no en las fuentes renovables. En el sitio Web de la UTE existe información sobre un llamado a expresiones de interés para el posible suministro y montaje de un futuro parque eólico de 5/30 MW en Uruguay.

Por iniciativa propia, la UTE realizó la instalación de paneles solares (fotovoltaicos) en escuelas, puestos policiales y policlínicos del medio rural (en total, en unos 70 puntos alejados de la red). Por otra parte, se está elaborando un plan similar con fondos del Banco Mundial, que establece que los interesados del medio rural sin cobertura eléctrica tendrán que pagar 100\$/mes (aproximadamente 3.5 dólares/mes) por la instalación de un panel de 50W. Por último, de acuerdo con información proporcionada por la UTE, se estima que la cobertura eléctrica nacional actual es de 97%.

#### **d. Chile**

La generación de electricidad en Chile se realiza principalmente a partir de hidroenergía, carbón mineral, gas natural, derivados del petróleo y leña. La capacidad instalada en 2003 fue de 10 465 MW, de los cuales el 41% corresponde a centrales hidroeléctricas y el resto a termoeléctricas (mayoritariamente carbón mineral y gas natural).

El sistema eléctrico chileno -que se constituyó en el pionero de las privatizaciones y la liberalización en la década de los ochenta a nivel latinoamericano y mundial- está experimentando ahora un proceso de reestructuración, orientado a dar un salto sustantivo en materia de liberalización de mercados y, a la vez, de seguridad de abastecimiento y rigurosidad regulatoria, que lo ubiquen en primera línea en los procesos de integración a la nueva economía durante la década que se inicia.

Los cambios estructurales del subsector eléctrico se iniciaron en 1982, mediante el Decreto-Ley N° 11982, que contempla la participación privada en la generación, transmisión y distribución eléctrica. Con fecha 13 de marzo de 2003 fue publicada en el Diario Oficial la Ley N° 19.940 (conocida como “Ley Corta”) que introduce una serie de modificaciones al Decreto con Fuerza de Ley N°1 de 1982.

Las modificaciones introducidas recientemente por la Ley N° 19.940 (Ley Corta) tienen por finalidad “modernizar y transparentar el sistema, tanto para los inversionistas como para los consumidores, de modo de garantizar la materialización oportuna de las inversiones necesarias para otorgar un servicio eléctrico en el país con adecuados estándares de seguridad y calidad”.

La Ley Corta -además de introducir importantes modificaciones a la operación y el desarrollo de los sistemas de transmisión (el que pasa a ser un servicio público, estableciéndose un nuevo procedimiento de determinación de peajes de transmisión) y la estabilización en la determinación de los precios de nudo ( por la vía de disminuir la banda de variación del precio del nudo respecto de lo observado en el segmento libre)- incorpora algunas mejoras a las condiciones para el desarrollo de proyectos de pequeñas centrales basadas en energía no convencional, principalmente energías renovables.

Esto se logra por medio de la apertura de los mercados eléctricos a este tipo de centrales, del establecimiento del derecho a evacuar su energía a través de los sistemas de distribución y de la excepción del pago de peajes por el uso del sistema de transmisión troncal de parte de centrales “renovables” de potencia inferior a los 9 MW.

En materia de electrificación de áreas aisladas, el Programa Nacional de Electrificación Rural (PER) fue creado por la Comisión Nacional de Energía a fines de 1994, con el objeto de dar solución a las carencias de electricidad en el medio rural, disminuyendo los incentivos que generan las migraciones hacia zonas urbanas, fomentando el desarrollo productivo, y garantizado un flujo estable de inversiones públicas para tales efectos.

Los resultados del Censo de Población y Vivienda, realizado el 24 de abril del 2002, informan sobre el impacto logrado por el Programa Nacional de Electrificación Rural (PER), el que permitió en diez años pasar de una cobertura nacional del 53.15% a una del 85.71%. Con estas cifras, Chile se considera, junto con Costa Rica, como el país de más alta cobertura de electrificación rural de América Latina. Mientras entre 1982 y 1992 se incrementó en 14.8% el número de viviendas rurales con electricidad, entre 1992 y 2002 el aumento fue de 32.6%, correspondiendo a 193 147 nuevas viviendas rurales dotadas de energía eléctrica.

Asimismo, la Comisión Nacional de Energía, en coordinación con la Subsecretaría de Desarrollo Regional, los Gobiernos Regionales y los Municipios respectivos están levantando los estudios de factibilidad técnica y económica, y de diseño, para ejecutar proyectos basados en energía eólica que favorecerán a 3 500 familias de las 32 islas de las provincias de Chiloé, Palena y Llanquihue, y a las 200 familias de la isla Robinson Crusöe del Archipiélago de Juan Fernández. En 2001 se ejecutó e inauguró el proyecto piloto de Isla Tac mediante un sistema híbrido eólico-diesel que proporciona suministro de electricidad a las 72 familias residentes.

La Comisión Nacional de Energía y los Gobiernos regionales están implementando un programa de microcentrales hidroeléctricas para comunidades aisladas en diversas regiones de la zona norte y sur.

## **2. Condiciones de base**

### **a. Brasil**

Brasil es un país dotado con abundantes recursos de energía renovables, especialmente para el aprovechamiento de la energía hidráulica y de biomasa. Luego del término del régimen militar, la Constitución de 1988 impuso más restricciones a los proyectos que tenían un alto impacto ambiental, como las grandes centrales hidroeléctricas instaladas en la selva tropical amazónica, así como en otras regiones vulnerables. Además, en un debate público más transparente se discute la instalación de otras centrales hidroeléctricas pequeñas y medianas.

La biomasa experimentó un período de auge luego de la creación del Programa Nacional de Alcohol en 1975. A comienzos del 2004, el alcohol se mezcla con la gasolina en una proporción del 25% y el combustible renovable también se vende en las gasolineras del país sin subsidios y a precios muy competitivos. Además, se están realizando algunas investigaciones sobre otros biocombustibles y transportadores (carriers), como el biodiesel y el hidrógeno del etanol. Algunas tecnologías de uso final innovadoras (como los vehículos de combustible flexible que pueden utilizar gasolina y etanol) ya compiten en el mercado. Asimismo, también se ha dado un impulso institucional a otras fuentes de energía renovables (véase el capítulo 4 del programa PROINFA) como el gas de vertedero, los residuos agrícolas y el viento.

Con respecto a la leña, la reforestación con fines energéticos se está convirtiendo en una inversión atractiva y se está haciendo cada vez más frecuente con el objeto de abastecer a la industria. En tanto, el uso residencial de la leña aún es incierto. La incertidumbre existente en relación con el consumo de leña para uso residencial se debe principalmente a la falta de información y al aumento del precio de sus posibles sustitutos, especialmente la electricidad y el gas de petróleo licuado (GPL).

### Energía hidroeléctrica

Después de Canadá, Brasil presenta el segundo mayor potencial hidroeléctrico del mundo. La hidroenergía ha desempeñado un papel clave en el desarrollo socioeconómico del país. El potencial hidroeléctrico es de 260 GW, pese a que las estimaciones varían, del cual sólo se aprovechan hoy aproximadamente 80 GW (31%) (ANEEL, 2003). Una de las características principales de la hidroenergía es la distribución geográfica desigual del recurso. Por ejemplo, un potencial de 144 GW (44%) se encuentra en la Cuenca Amazónica, muy lejos de los principales centros de demanda del sureste del país.

En consecuencia, el principal problema consiste en determinar cómo este recurso puede utilizarse íntegramente de manera ambientalmente sostenible y a un costo económica y financieramente aceptable. Este es un aspecto clave, por lo que se justifica un replanteamiento de la hidroelectricidad en Brasil. Gran parte de este potencial aún está inexplorado y, en consecuencia, a pesar de las incertidumbres existentes (por ejemplo, posibles cambios climáticos, crecientes dudas sobre la posible contribución económica de la Cuenca Amazónica y la ya impresionante dependencia de la hidroelectricidad), la hidroenergía continuará siendo la principal fuente de generación de electricidad en Brasil en las décadas venideras.

### Biomasa

El potencial global teórico de la energía de biomasa (4 500 EJ) es amplio, pese a que sólo una pequeña fracción (270 EJ) puede considerarse disponible sobre una base sustentable y a precios competitivos (Hall y Rao, 1999), pero es muy probable que esto cambie con el tiempo. La energía de biomasa, por naturaleza, es mucho más compleja y difícil de medir que la mayoría de los otros recursos. La mayoría de los escenarios energéticos incluyen la biomasa como un componente importante del suministro de energía, que va de los 28 a los 450 EJ desde el 2025 en adelante.

Brasil es un líder mundial en grandes aplicaciones industriales de energía de biomasa y cuenta con uno de los mayores potenciales del mundo. Además, tiene la mayor reserva de bosques nativos del mundo (se podría explotar al menos 400 Mt de leña sobre una base anual sostenible). El país produce una gran cantidad de residuos, entre 250 y 275 Mt sólo de los cultivos comerciales; el potencial de bagazo varía de 1.1 a 47 GW (comparado con la capacidad instalada de aproximadamente 1 000 MW, principalmente del bagazo); y aproximadamente 1 800 MW de papel y celulosa (la capacidad actual instalada está justo por sobre los 600 MW); 20.4 Mm<sup>3</sup> (6.35 Mt) de carbón vegetal se utilizaron para la producción de acero, la industria metalúrgica y la producción de cemento, etc. Estos recursos aún no se han explotado lo suficiente y tampoco se han contabilizado. Brasil se encuentra en una posición única y privilegiada para incrementar el consumo de energía de biomasa al ofrecer un potencial considerable para la diversificación.

Los residuos derivados de la biomasa constituyen un vasto y subexplotado recurso energético, y presenta muchas oportunidades para utilizarlo eficientemente pues se puede disponer fácilmente de él y representa una buena oportunidad por un bajo costo. Los residuos más importantes son los agrícolas y forestales, el estiércol, y más controvertidos, los residuos

sólidos urbanos. Se han realizado muchos intentos para estimar el potencial energético global de residuos agrícolas, pero ello constituye una tarea muy difícil y sólo es posible contar con estimaciones aproximadas. Brasil produce una enorme cantidad de residuos (250 a 275 Mt/año) sólo a partir de los cultivos comerciales.

#### Energía solar

El potencial teórico de energía solar es realmente enorme, pero plantea muchas limitaciones e incertidumbres. Al igual que en el resto del mundo, resulta difícil prever cuál será el papel de la energía solar en Brasil. Aún se requieren muchos avances tecnológicos para que la energía solar sea viable. Actualmente, existen cerca de 6 000 pequeños proyectos con una capacidad de 3 000 kWp, en diversas aplicaciones, pero principalmente para bombeo de agua e iluminación. En promedio, Brasil recibe 230 Wh/m<sup>2</sup> de radiación solar que deja al país en una posición privilegiada para sacar buen provecho de este potencial.

#### Energía eólica

Se estima que el potencial de energía eólica en Brasil varía de 20 a 140 GW. A diferencia de la energía solar, la eólica se establece mejor, con una capacidad instalada de 22 MW y aumenta rápidamente. Como se observa en el cuadro II.10, el mayor potencial se encuentra en el noreste, que por cierto es una de las regiones más pobres. Según parece, la energía eólica podrá finalmente desarrollarse en Brasil dado que ya se han hecho inversiones en proyectos basados en la misma. En este sentido, la Agencia Nacional de Energía Eléctrica ya ha autorizado más de 6 GW generados a partir de energía eólica.

**Cuadro II.10**  
**POTENCIAL EÓLICO ESTIMADO EN BRASIL POR REGIONES**

Región	Capacidad (GW)	Potencial de generación eléctrica
Norte	12.84	36.45
Noreste	75.05	144.29
Centro Oeste	3.08	5.42
Sureste	29.74	54.93
Sur	22.76	41.11
Total de Brasil	143.47	272.20

### **b. Argentina**

#### Energía solar

La potencia total instalada en la forma de energía solar fotovoltaica, para la prestación de servicios públicos, se estimó en 5 MW en 2002. La energía estimada producida por esta capacidad instalada sería de unos 7 Mwh/año.

#### Energía eólica

La aplicación de la Ley N° 25019 ha permitido el desarrollo de una potencia instalada del orden de los 26 MW al año 2003, con una producción que alcanza los 75 GWh/año, con un factor de utilización medio ligeramente superior al 30%.

#### Energía hidráulica

En materia de fuentes de energía renovables, la estrategia gubernamental considera en primer lugar el desarrollo de los pequeños aprovechamientos hidroeléctricos (hasta 15 MW), dado que

este tipo de proyectos representan para Argentina una oportunidad de desarrollo sostenible para múltiples regiones geográficas.

Se dispone de un catálogo de pequeños aprovechamientos hidroeléctricos de aproximadamente 120 proyectos que concentran un potencial estimado en aproximadamente 200 MW, y se ha iniciado una actualización de la evaluación económica, especialmente de aquellos casos que sustituyen combustible de origen fósil. Estos proyectos, podrían permitir un uso más eficiente del agua y de la energía en áreas con regadío, con lo que se ampliarían las posibilidades de usos productivos regionales y con ello las oportunidades de empleo.

La potencia instalada en pequeños aprovechamientos hidroeléctricos se estima en aproximadamente 160 MW, con una producción de energía de 620 Gwh, con un factor de utilización del 43%. El porcentaje de aprovechamientos menores a 15 MW de potencia instalada representa un 0.8% de la producción eléctrica de Argentina destinada al servicio público.

#### Energía geotérmica

Con relación a la capacidad instalada, la planta geotérmica de Copahue, localizada en la Provincia del Neuquén, cuya capacidad instalada es de 600 Kw, se encuentra inactiva. Las autoridades provinciales están estudiando la posibilidad de rehabilitar dicha planta y de iniciar otras actividades relacionadas, por ejemplo, con el uso de esta energía para el calentamiento de calles y el potencial desarrollo de oportunidades turísticas.

Cabe destacar las actividades recientemente iniciadas por la Organización de los Estados Americanos (OEA) sobre el posible desarrollo del Acuífero Guaraní, que probablemente serán financiadas con fondos del FMAM, con miras al aprovechamiento energético del recurso geotermal. El 71% del acuífero, que cubre una superficie total de 1200.000 km<sup>2</sup>, se encuentra en Brasil, el 19% en Argentina, el 6% en Paraguay y el 4% en Uruguay.

### **c Uruguay**

En la matriz energética nacional de las fuentes renovables se incluyen solamente la leña y los residuos de biomasa (cascarilla de arroz, cáscara de girasol, bagazo, licor negro). Dentro del consumo final energético por fuente, en el año 2002, un 17.1% correspondió a la leña y el carbón vegetal (376.2 ktep) y un 1.8% a residuos de biomasa (39.1 ktep).

#### Biomasa

Los residuos de biomasa se utilizan en el sector industrial (39.1 ktep) y en parte para la autogeneración de electricidad (2.7 ktep). En cuanto a leña, su consumo final energético en el 2002 fue de 374.7 ktep, y 1.5 ktep fue destinado a las carboneras y 0.5 ktep a la autogeneración de electricidad. En cuanto al consumo final de leña, 301.7 ktep corresponden al sector residencial, 3.1 ktep al comercial y 69.9 ktep al industrial. El valor de consumo industrial llegó a 190 ktep en 1992 (por sustitución de gasóleo por leña) y ha venido disminuyendo en los últimos años a raíz de los bajos precios del combustible. Mientras el valor correspondiente al sector industrial se estima anualmente sobre la base de encuestas al sector industrial, los valores correspondientes al sector residencial y al comercial se mantienen constantes e iguales a los valores obtenidos en las encuestas realizadas hace 20 años. Los valores actuales reales probablemente sean menores a aquéllos, pero no se dispone de relevamientos para determinarlos.

### Energía hidráulica

El potencial estimado para la hidroenergía es de 1 815 MW, de los cuales ya se han instalado 1 538 MW (la mitad de los 1 890 MW de Salto Grande (río Uruguay) corresponden a Uruguay y 593 MW corresponden a 3 centrales sobre el Río Negro).

Según un estudio de la evaluación del potencial eólico en Uruguay realizado por técnicos del Grupo de Trabajo en Energías Renovables de la Facultad de Ingeniería, el uso de energía eléctrica de origen eólico presenta factibilidad técnica, pero su factibilidad económica se ve fuertemente influida por la forma como se valorice la energía producida.

#### **d. Chile**

En Chile, el marco en el cual se desenvuelve el desarrollo de las energías renovables se encuentra diferenciado según el tipo de aplicación.

Gran escala: para aplicaciones de este tipo, como los proyectos de generación eléctrica a partir de fuentes renovables conectados a los sistemas eléctricos nacionales, se considera un marco reglamentario y económico neutral con respecto a las energías tradicionales y, por tanto, supone que su utilización depende de la competitividad, en términos de precio y calidad, que éstas tengan respecto de las energías tradicionales. En el sector de la generación de electricidad, este marco de acción ha permitido un amplio desarrollo de la energía hidráulica, mientras que las energías renovables no convencionales, sólo están representadas con un parque eólico de 2 MW en la XI Región del país.

Si bien las razones de la baja penetración de las fuentes de energía renovables en este tipo de aplicaciones obedecen a la suma de un conjunto de factores tecnológicos y/o económicos, la principal causa radica en la baja competitividad privada que aún mantienen respecto de las formas tradicionales de energía. La situación anterior podría cambiar en el futuro debido, entre otros, a la necesidad de incrementar constantemente la oferta eléctrica (fenómeno propio de un país en desarrollo que experimenta un crecimiento económico sostenido) y al avance sostenido que mantiene el desarrollo tecnológico de las fuentes de energía renovables en generación eléctrica fomentado por las políticas internacionales de protección ambiental. Estos elementos pueden traducirse en un escenario futuro más propicio para la inversión en este tipo de proyectos.

Pequeña escala: uno de los objetivos de la política de electrificación rural es que se pueda optar por utilizar energías renovables en aquellos proyectos de pequeña escala donde existe la tecnología apropiada y donde éstas son competitivas con las formas tradicionales de abastecimiento eléctrico. Por esta razón, el desarrollo de fuentes de energía renovables no convencionales tiene un espacio dentro del Programa Nacional de Electrificación Rural (PER). En este sentido, cabe señalar que existen hoy diversos sistemas que suministran electricidad a comunidades rurales aisladas que utilizan fuentes de energía renovables, así como proyectos específicos destinados a promover su uso.

Las fuentes renovables con mayor potencial de impacto en el Sistema Interconectado Central (SIC) de Chile son la geotermia, la energía eólica y la biomasa. En el caso del Sistema Interconectado del Norte Grande (SING) son la geotermia y la energía eólica.

### Geotermia

El Servicio Nacional de Geología y Minería lleva un catastro de manifestaciones termales en Chile, sitios que se estima pueden poseer un potencial geotérmico energéticamente aprovechable. A pesar de que se estima que la energía geotérmica es abundante a lo largo de todo el territorio nacional (del orden de centenares de MW útiles), ésta no ha sido explorada en

profundidad ni utilizada como fuente para generar energía eléctrica y hasta ahora sólo se ha usado con fines medicinales y turísticos.

Se espera que la situación anterior cambie a causa de la disminución de los costos de la tecnología de conversión de energía geotérmica en eléctrica, ocurrida en la década de 1990, y a la promulgación en el 2000 -y luego de 9 años de discusión en el Congreso- de la Ley N° 19.657, por la cual se establece que la energía geotérmica es un bien del Estado, susceptible de ser explorada y explotada, previo otorgamiento de una concesión por parte del Estado. Por medio de esta ley, se definen las condiciones reglamentarias para la participación de empresas privadas en las actividades de exploración y explotación de esta fuente energética. Al Ministerio de Minería le corresponde la aplicación, el control y el cumplimiento de la Ley y sus reglamentos. Este Ministerio, a marzo de 2004, ha otorgado un total de 12 concesiones para exploración geotérmica,

### Energía eólica

Durante 1992, se hizo una recopilación de la información confiable sobre el viento disponible a esa fecha, a partir de la cual se evaluó el recurso eólico en determinados lugares (Evaluación del potencial de energía eólica en Chile, CORFO). Por otro lado, la Comisión Nacional de Energía (CNE) preparó un mapa preliminar del potencial eólico del archipiélago de Chiloé orientado a la evaluación del recurso para aplicaciones rurales no conectadas a la red. Este mapa ha permitido elaborar una cartera de proyectos híbridos eólico-diesel para abastecer a más de 3 100 familias distribuidas en 32 islas del Archipiélago.

Actualmente en Chile se desarrolla uno de estos proyectos: "Alto Baguales". Este proyecto corresponde a un parque de tres aerogeneradores (de 660 kW cada uno) con una capacidad conjunta de 2 MW nominal. Desde noviembre de 2001, se encuentra conectado al Sistema Eléctrico de Aysen, que atiende a 19 000 familias de la XI Región del país. El propietario del proyecto es la Empresa Eléctrica de Aysen. Cabe señalar que el elevado potencial del recurso eólico de la zona posibilitó la materialización de este parque eólico.

### Biomasa

Algunos informes de la Universidad de Chile indican que existe un potencial no inferior a los 300 MWe con el aprovechamiento de residuos de plantaciones forestales. Actualmente la biomasa se utiliza en Chile para producir electricidad e inyectarla a la red, a través de plantas de cogeneración eléctrica que aprovechan los residuos energéticos (licor negro, cortezas) de otros procesos industriales, tales como la producción de celulosa.

Un significativo aporte al uso de las energías renovables no convencionales lo constituye la extracción del biogás desde vertederos de basura. Posteriormente, éste se procesa y utiliza, en forma comercial, como componente del gas de ciudad en Santiago y Valparaíso.

Otra interesante aplicación de la energía de biomasa se encuentra en la generación de electricidad en localidades rurales aisladas. En el año 1999, la CNE en conjunto con el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) implementó, en el marco del Programa de Electrificación Rural, un proyecto piloto para generar electricidad a partir de la gasificación de la biomasa y abastecer de energía eléctrica a 31 familias de la localidad de Metahue, Isla Butachauques, en la X Región.



## CAPITULO III

### ESTADO ACTUAL DE LAS FUENTES DE ENERGÍA RENOVABLES EN LA REGIÓN

#### A. Sostenibilidad de la oferta de energía

##### 1. Antecedentes

Actualmente, no se observa en las estadísticas energéticas publicadas periódicamente por las organizaciones internacionales, una clara distinción entre fuentes de energía renovables y no renovables. Sin embargo, la mejor referencia disponible hoy en el ámbito mundial la proporciona el Organismo Internacional de Energía en su documento titulado *Renewables in Global Energy Supply*, publicado en noviembre de 2002, en el que se describen acuciosamente las categorías de combustibles fósiles y energía nuclear. La energía hidroeléctrica, a pesar de no estar desagregada en grandes y pequeñas centrales, también está descrita satisfactoriamente. Los datos referentes a las energías geotérmica, eólica, solar y mareomotriz también resultan claros y fáciles de identificar.

Sin embargo, el análisis de la categoría de “combustibles renovables y residuos”, que abarca tanto el aspecto sostenible como no sostenible de la biomasa, presenta mayor dificultad.

Los conceptos de “renovabilidad” y “sostenibilidad” de la energía constituyen un tema de amplio debate. En el presente documento, se plantea la renovabilidad como un atributo de la fuente energética, mientras que la sostenibilidad se atribuye al uso de las diferentes fuentes de energía (CEPAL, 2003).

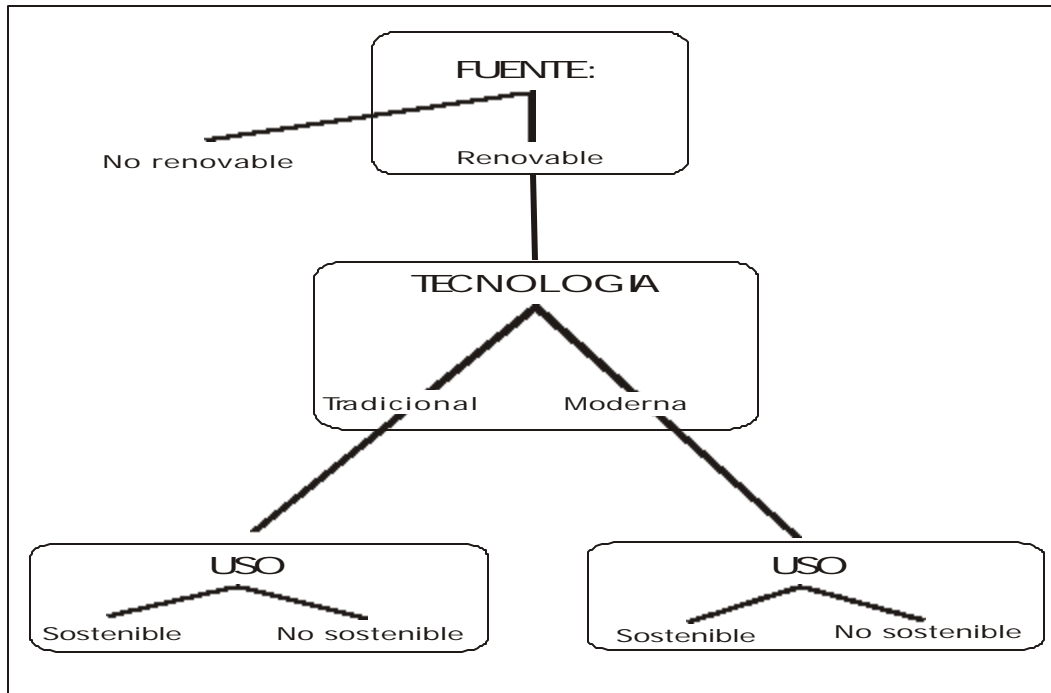
Si bien en este documento no se ha clasificado la biomasa en “moderna” y “tradicional”, es frecuente encontrar esta denominación que se relaciona, tanto con la tecnología utilizada para la extracción de la dendroenergía como con su uso final. De esta forma, el uso (o la tecnología) tradicional se relaciona con la energía de biomasa destinada a la calefacción y la preparación de alimentos en los hogares, mientras que el uso moderno se refiere a la biomasa destinada a la generación de electricidad y de vapor y a la producción de biocombustibles.

La porción no sostenible de la biomasa está básicamente compuesta por la leña que proviene de la deforestación. La biomasa sostenible incluye residuos animales, vegetales, urbanos, además de la leña obtenida de forma sostenible.

Por ejemplo, se puede obtener leña por medio de:

- La recolección de ramas secas y, en ocasiones, de procesos de poda;
- La tala de árboles a una tasa inferior a la de regeneración natural; y
- La tala de árboles seguida de la plantación de las especies cortadas.

Así, la propuesta conceptual de la CEPAL se puede representar gráficamente de la siguiente manera:



Fuente: Elaborado por la CEPAL.

En los países escandinavos, por ejemplo, se puede afirmar que toda la leña quemada para satisfacer el consumo residencial es sostenible, lo que ciertamente no ocurre en los países en desarrollo, particularmente en los latinoamericanos, donde la biomasa leñosa desempeña, además, un papel importante en la oferta total de energía (OTE). De hecho, como se verá más adelante, en algunos países centroamericanos el aporte de la leña supera el 40% de la OTE.

## 2. Metodología aplicada en el estudio

La Plataforma de Brasilia sobre Energías Renovables establece cómo calcular la participación de las fuentes renovables sobre el consumo total de energía. Sin embargo, en este trabajo se ha optado por calcular dicha fracción sobre la oferta total, por cuanto si se hubiera calculado la participación sobre el consumo, metodológicamente:

- no se habrían incorporado las pérdidas de transformación, o al menos haría muy engorroso el cálculo de las mismas para aquellas fuentes que proceden de un proceso previo de transformación (por ejemplo, el caso del carbón vegetal producido a partir de la leña) o de más de un proceso de transformación (el caso de la energía eléctrica producida con diesel o fuel oil);
- se habría dejado de lado una cuantificación de las pérdidas cercanas a casi el 50% del insumo en carboneras de la leña transformada en carbón vegetal; y
- no se habría dado cuenta de las pérdidas en los sistemas de transmisión de electricidad y de transporte de derivados (poliductos, camiones, otros) y de las de distribución eléctrica o comercialización de derivados.

Con el objeto de poder proceder al cálculo de la participación de las fuentes renovables, se prefiere hacer referencia a la *oferta total de energía (OTE)* medida como:

$$OTE = OTE\ primaria + OTE\ secundaria - producción\ de\ energía\ secundaria$$

Esta forma de calcular se ajusta más a los objetivos previstos en la plataforma por cuanto:

- Da cuenta de la presión que sufren los recursos no renovables de un país, así como de la real participación de los recursos renovables;
- Incorpora todo el flujo físico del sistema de abastecimiento;
- En el caso de los países importadores de derivados, se cuantificaría su aporte de una forma más próxima a la realidad; y
- En el caso de los países exportadores, se tiene en cuenta la presión sobre los recursos, dado que en la ecuación de cálculo de la oferta total, se considera la presión que ejercen las exportaciones en la producción de energía primaria.

Al igual que en todos los casos asociados a la contabilidad energética, se debe proceder a observar una serie de convenciones. Para el cierre de la ecuación de oferta, si fuera necesario, y en el caso de los países con intercambio de energía eléctrica, quedaría pendiente contabilizar el saldo comercial y las variaciones de existencia correspondientes.

Para ello, en el presente trabajo se adopta la siguiente convención: si el saldo es positivo (es decir, las importaciones superan a las exportaciones) se adopta el criterio de que esa fuente no genera impactos ambientales en el país importador. Para no causar aumentos de participaciones ficticias de las fuentes renovables en el país analizado, se suma dicho saldo a las otras fuentes. En caso contrario, debería analizarse el balance del centro de transformación y el origen de la producción eléctrica. Por ejemplo, en el caso de Paraguay, el 100% de la exportación es de energía hidroeléctrica; por lo tanto, corresponderá asignarlo a esa fuente. En los casos de exportación basada en el parque térmico, corresponderá a la participación de cada combustible en la generación. De esta forma, no se alteraría la contribución de las diferentes fuentes, ya sean renovables o fósiles.

### **3. Modelo propuesto**

Dado que las estadísticas mundiales de energía todavía no hacen distinción entre las fracciones renovables y no renovables de la biomasa, resulta muy difícil en un país estimar la cantidad de energía disponible para la oferta y el consumo que pueda considerarse efectivamente renovable, en particular, si se hace referencia al problema de la “sostenibilidad” de la biomasa leñosa.

Al respecto, el Ministerio de Minas y Energía de Brasil ha propuesto un modelo basado en el consumo sectorial, el que está disponible en el Balance Energético Nacional (BEN) y en las informaciones del Instituto Brasileño de Geografía e Estadística (IBGE). A partir de esos consumos, para el año 2000 se imputaron “fracciones de renovabilidad” según los sectores o subsectores de consumo de leña. Bajo este esquema, los porcentajes de uso de la leña de origen renovable en Brasil en los diferentes sectores son:

**PORCENTAJES DE RENOVABILIDAD DE LA LEÑA  
CASO BRASIL AÑO 2002**

- ***Agricultura = 74 %***
- ***Carbón vegetal = 71 %***
- ***Residencial = 90%***
- ***Industria (papel) = 100 %***
- ***Industria (cerámica y alimentos) = 44.5 %***
- ***Industria (otros usos) = 0%***

En el marco del presente estudio, en un comienzo se tomaron estos porcentajes como referencia para la desagregación de las categorías “sostenible” y “no sostenible” de la biomasa leñosa. El objeto de esta primera aproximación fue focalizar la discusión sobre una “metodología mínima” para los países de América Latina, tomando en cuenta las características específicas locales. De acuerdo con esta metodología, se utilizará en adelante el término de “fracciones de sostenibilidad” de la biomasa.

Conceptualmente, dicha metodología está basada en la corroboración de datos entre:

- Los balances nacionales, a partir de datos de los Ministerios o Secretarías de Energía de los diferentes países, y la información de la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE); y
- Las informaciones sectoriales nacionales (datos de entidades nacionales encargadas de llevar estadísticas en diferentes rubros de aplicación, como es el caso de los recursos forestales, de la industria, etc.).

La exactitud del cálculo de las “fracciones de sostenibilidad” es tanto más importante (en términos de análisis “político” de la información) cuanto mayor sea la participación de la leña en la oferta de energía de un país. De este modo, los países centroamericanos y Haití, por ejemplo, países fuertemente dependientes de la leña en su matriz energética, serán en consecuencia los más afectados en términos de exactitud del cálculo de la “biomasa sostenible”, a la cual, por tratarse básicamente de leña, podría denominarse “dendroenergía sostenible”.

De esta forma, un análisis riguroso debería tomar como referencia la metodología propuesta para Brasil, adaptarla a las especificidades y a las informaciones disponibles de los diferentes países de la región y aplicarla, sobre la base de las verificaciones y los controles de datos que provienen de los balances energéticos nacionales y de las informaciones sectoriales, a cada uno de ellos. Este ha sido el proceso aplicado en el presente estudio.

#### 4. Categorías de fuentes de energía renovables

Sobre la base de la información y categorización antes mencionada, en el presente trabajo se propone cuantificar el aporte de las diferentes categorías de fuentes renovables a la oferta total de energía (OTE) de cada país de la región. Entre las fuentes renovables consideradas cabe mencionar las siguientes:

- Hidroenergía (de gran y pequeña escala) (100% renovable)
- Geotermia (100% renovable)
- Dendroenergía sostenible: porción de biomasa leñosa sostenible utilizada para la energización residencial, industrial, agropecuaria y el carbón vegetal (100% renovable)
- Bioenergía sostenible no relacionada con la madera. Este es el caso de los agrocombustibles (productos de caña y otros residuos biomásicos) y de los subproductos de origen municipal (residuos orgánicos) (100% renovable)
- Otras tecnologías renovables (fuentes de energía eólica y fotovoltaica) (100% renovables)

Fuera de la categoría de las fuentes renovables, y junto con los hidrocarburos, la energía nuclear y el carbón mineral, quedaría la porción de la biomasa o dendroenergía no sostenible, es decir, la parte de leña proveniente de un proceso de deforestación (expansión de la frontera agrícola, retiro de madera ilegal) y, por tanto, no sostenible.

#### B. Análisis de la oferta total de energía en América Latina y sus subregiones

Sobre la base de la esquematización y conceptualización presentada anteriormente, se ha llevado a cabo un trabajo de recolección y ordenamiento de los datos provenientes de 26 países de América Latina y el Caribe para el año 2002. Se han analizado, tanto en forma individual como subregional, los datos desagregados de tales países. El agrupamiento de los países en las subregiones consideradas en este trabajo obedece a razones de disponibilidad de información (según lo establece el Sistema de Información Económica Energética de la OLADE), así como a la pertenencia de los mismos a espacios geoeconómicos comunes. De esta forma se han definido las siguientes subregiones:

- **América Central:** Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Costa Rica y Panamá
- **Caribe 1:** Suriname, Guyana, Barbados, Trinidad y Tabago, Jamaica y Granada
- **Caribe 2:** Haití, Cuba y República Dominicana
- **Comunidad Andina:** Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú y Bolivia
- **Mercosur ampliado:** Brasil, Argentina, Paraguay, Uruguay y Chile

Adicionalmente, **México y Brasil**, por la dimensión y las especificidades de sus sistemas energéticos, se analizarán, en algunos casos, en forma individual.

Asimismo, en el caso de la subregión del Caribe, merece tener en cuenta dos aspectos: a) todos los países analizados aportan información al SIEE de la OLADE, lo cual garantiza la homogeneidad en el tratamiento comparativo de la información; y b) se ha desagregado en dos unidades de análisis (Caribe 1 y 2), dadas las diferencias existentes en la dotación de recursos naturales y en el ámbito socioeconómico.

En una primera instancia, se hizo una aproximación de desagregación de las fuentes renovables y no renovables, con particular referencia a la “parte sostenible” de la biomasa, aplicando el método propuesto por Brasil. Luego, se envió oficialmente el resultado de este primer cálculo a las instituciones competentes de los países, con el objeto de poder recibir comentarios y eventuales modificaciones numéricas basadas directamente en la información nacional.

Entre los doce países que respondieron oficialmente a la solicitud de la CEPAL se encuentran Chile, México, Honduras, Uruguay, Paraguay, Perú, Cuba, El Salvador, Guatemala, Brasil, Bolivia y Argentina. Con la información obtenida directamente de los países, se revisaron los datos nacionales y se calculó nuevamente la parte sostenible de la biomasa.

El análisis de la participación de las fuentes renovables por subregión tiene por objeto mostrar las potencialidades que cada grupo de países presenta, a fin de constituir una base sobre la cual se pueda viabilizar un aumento de la participación de las fuentes renovables en las matrices energéticas nacionales y de la región.

De esta forma, a los esfuerzos de cada país para alcanzar resultados tendientes a una mayor utilización de fuentes de energía renovables, se pueden sumar también los resultados subregionales obtenidos a través de la implementación de algunas iniciativas como: el intercambio tecnológico; la cooperación para la asistencia a comunidades aisladas; el agrupamiento de matrices energéticas para alcanzar las metas mínimas; y el desarrollo de métodos de contabilización y de mecanismos de intercambio de certificados de energías renovables, entre otras.

Así, las subregiones podrían encontrar en la Iniciativa Latinoamericana una orientación para no penalizar a los países con condiciones naturales menos favorables en términos de sostenibilidad energética, sino más bien para promover una mayor participación de las fuentes renovables en los ámbitos regional y global.

A continuación se presenta, por cada subregión, un análisis de los resultados del estudio sobre el papel de las fuentes renovables en la oferta total de energía. En el anexo 1, se presenta la información correspondiente a cada país.

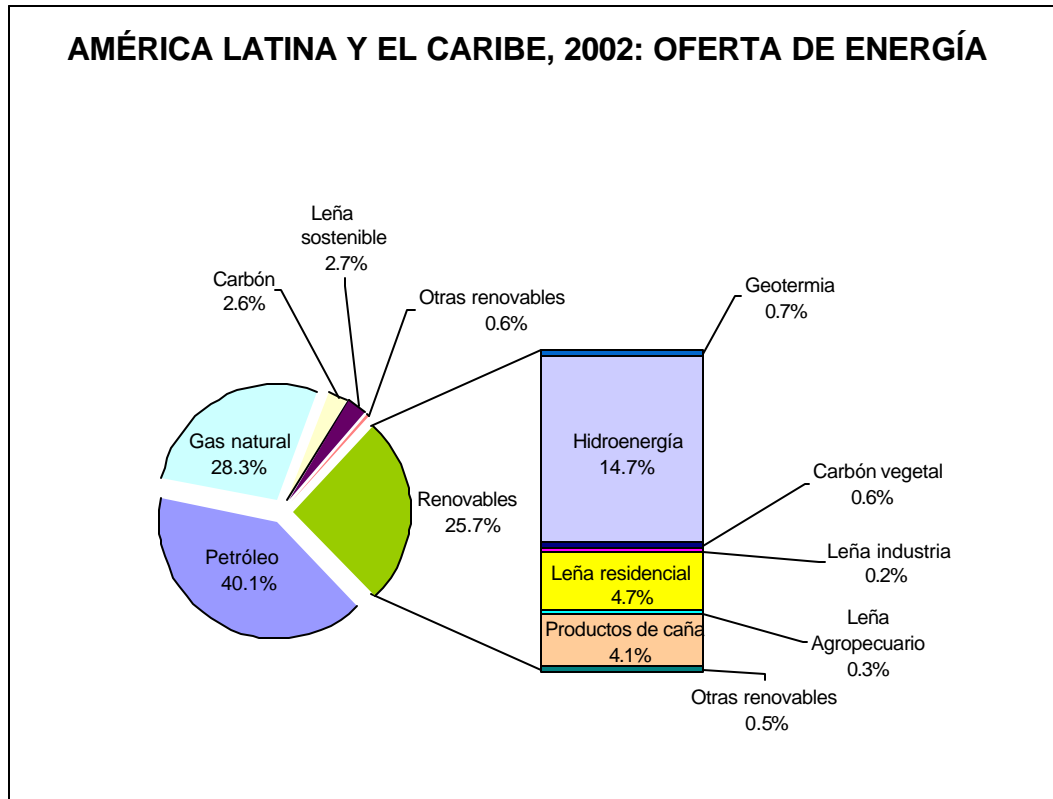
- América Latina y el Caribe

La composición de la oferta total de energía de América Latina y el Caribe (gráfico III.1) denota que es una región con una dotación equilibrada de recursos naturales fósiles y renovables. La reserva de petróleo (alrededor de 122 miles de millones de barriles) representa un 11.51% del total mundial y se concentra principalmente en Venezuela (65%), México (19%) y Brasil (7%). La producción promedio se sitúa en torno a los 3 500 millones de barriles al año, lo que arroja una relación reserva/producción de 35 años.

En cuanto al gas natural, en los últimos años éste ha tenido una participación creciente en la oferta total. En 2002 llegó a representar el 28.3%. Este aporte se explica por el desarrollo de las reservas en la región, que representan el 5.3% del total mundial y que están concentradas en Venezuela (52%), México (14%), Bolivia y Argentina (casi un 10% cada uno).

De la capacidad total de 237 GW con que cuenta la región, el 55.3% corresponde a fuentes de energía hidroeléctrica, 42.2% a energía termoeléctrica, 1.9% a energía nuclear (México, Argentina y Brasil) y apenas el 0.6% a otras fuentes no convencionales, principalmente plantas geotérmicas. Un dato importante es la evolución de la relación entre la capacidad hidroeléctrica y la capacidad termoeléctrica instalada, que de 1.46 en 1992 alcanzó un valor de 1.20 en 2002.

Gráfico III.1



La participación de las fuentes renovables representa más de la cuarta parte (25.7%) de oferta total de energía. Cabe destacar la contribución de la hidroenergía con casi un 15%, la leña con un 5.8% y los productos de caña con un 4.1%. El resto de las fuentes de energía renovables como otras biomásas (0.5%) y la geotermia (0.7%) son marginales.

A pesar de los recursos disponibles, no se observa un desarrollo adecuado de la energía geotérmica. Por otra parte, según se observa más adelante en el análisis subregional, al parecer no están debidamente contabilizados los aportes de otras tecnologías como la energía solar y eólica.

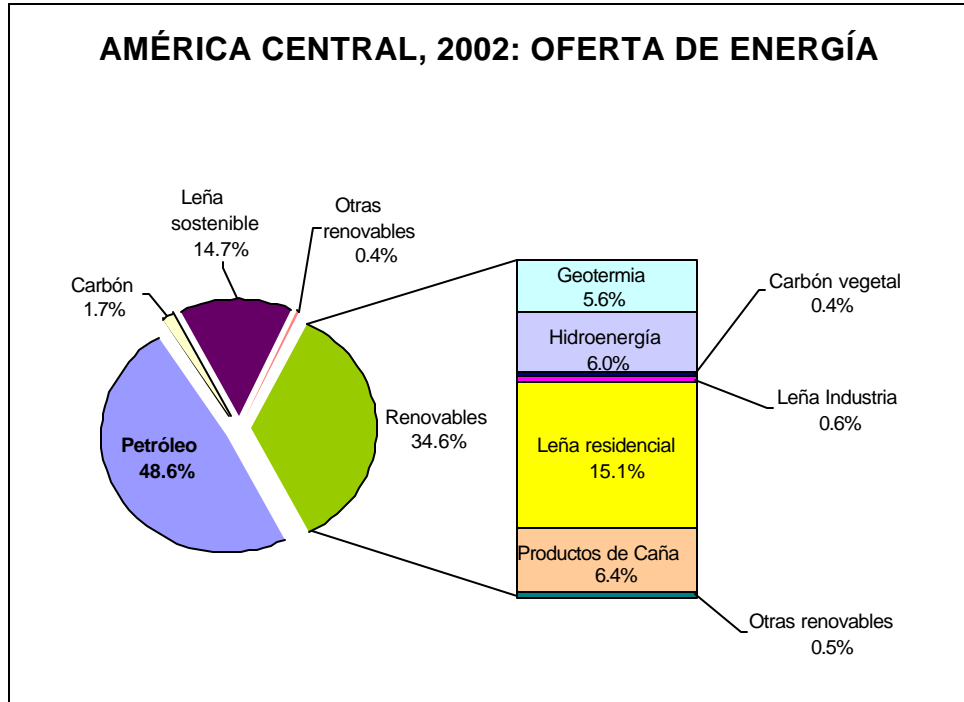
- América Central

La participación del petróleo en la OTE alcanza casi el 50%, lo que demuestra la relevancia de la dependencia del consumo total de hidrocarburos importados. Ello adquiere especial importancia cuando se trata de países importadores netos de hidrocarburos. Sólo Guatemala cuenta con una pequeña producción de petróleo, que se exporta prácticamente en su totalidad. En 2002, las importaciones de petróleo crudo alcanzaron la cifra de más de 30 millones de barriles (Mbbbl), que se suman a los 65 Mbbbl/año de derivados. En la distribución sectorial del consumo de hidrocarburos se observa que el 80.8% se empleó para el consumo final en la industria, el transporte y el consumo doméstico, mientras que el 19.2% restante se utilizó en la producción de electricidad.

En 2002, la capacidad instalada de generación eléctrica del Istmo Centroamericano fue de 7 898 megavatios (MW), de los cuales 3 897 MW (49.3%) correspondieron a plantas térmicas, 3 523

MW a centrales hidroeléctricas (44.6%), 416 MW a plantas geotérmicas (5.3%) y 62 MW a plantas eólicas (0.8%). Del total de la producción de ese mismo año, 57.4% fue aportado por fuentes de energía renovables (energía hidroeléctrica, eólica y geotérmica) (CEPAL, 2003b).

**Gráfico III.2**



En la subregión centroamericana, el aporte de las fuentes renovables a la oferta total de energía es muy relevante, pues supera un tercio de la misma. Asimismo, se destaca particularmente la porción de biomasa no sostenible (14.7%), lo que plantea serias preocupaciones sobre la eficiencia y sostenibilidad del uso de la leña en los países de la región, en particular en el caso de Guatemala.<sup>18</sup> Ello debería fomentar el desarrollo de proyectos y líneas de investigación sobre el tema, los que podrían ser propuestos en diversas esferas de la cooperación internacional.

- México

En México, los hidrocarburos (petróleo y gas natural) desempeñan un papel preponderante en la oferta de energía del país, pues supera el 80% de la OTE. Si bien se ubica entre los primeros 10 productores del mundo, con una producción anual de 3.3 millones de barriles, México recurre a la importación de gas natural para satisfacer su demanda interna.

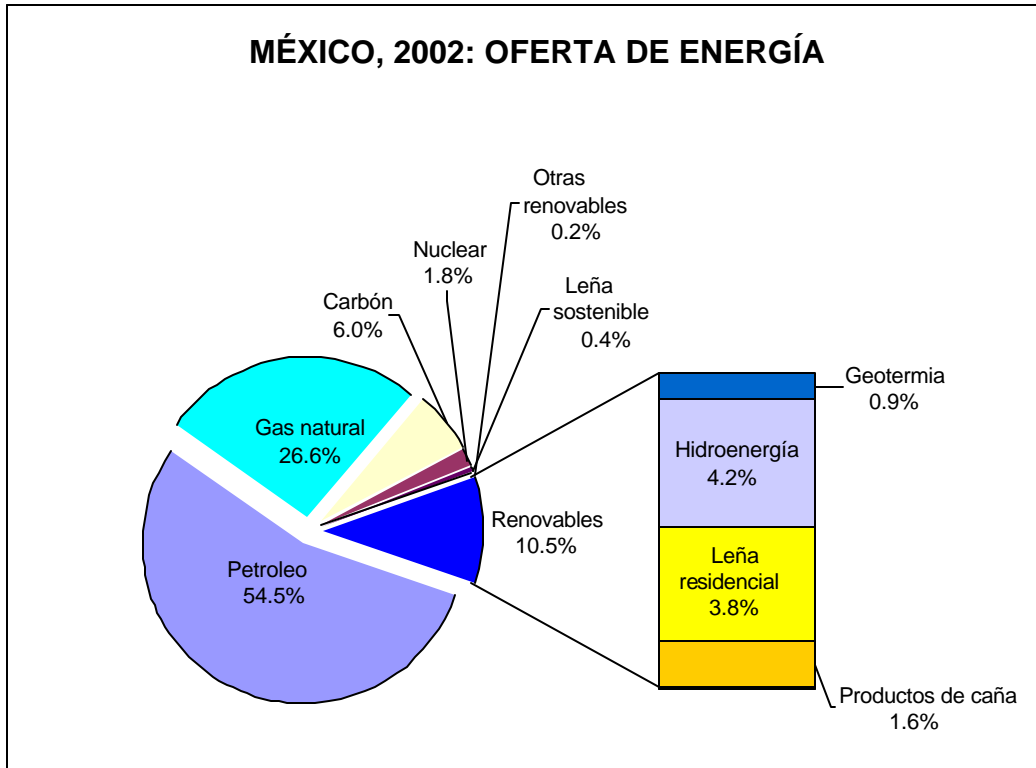
La capacidad instalada para la generación de energía eléctrica alcanzó en 2002 los 43 534 MW, de los cuales 2 200 corresponden a la autoproducción y cogeneración. En cuanto a la composición o estructura del parque de generación pública, destacan la energía termoeléctrica con el 69.2% y la nuclear con el 3.5%. El 27.3% restante está conformado básicamente por la hidroenergía (25%), la geotermia (2.2%) y muy marginalmente por la energía eólica.

<sup>18</sup> Nótese que las autoridades de Guatemala dieron a conocer un índice de no sostenibilidad del 96% para la leña.



El aporte de la totalidad de fuentes renovables a la oferta total de energía es muy reducido, pues supera apenas el umbral del 10% propuesto por la Plataforma de Brasilia.

**Gráfico III.3**



Entre las fuentes de energía renovables, resulta significativa la oferta de hidroenergía (4.2%), mientras que la geotermia y la biomasa renovable no leñosa (productos de caña) presentan porcentajes poco apreciables (0.9% y 1.6% respectivamente).

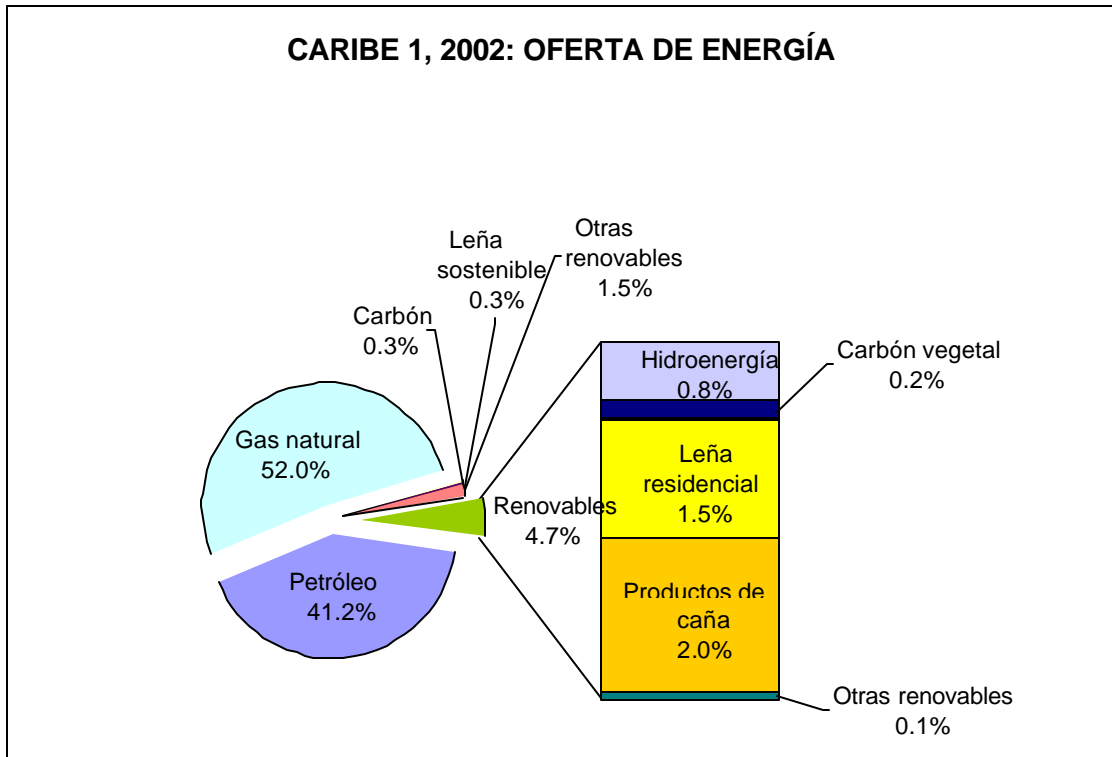
El aporte de la parte renovable de la leña es bastante reducido (3.8%), pues ésta se utiliza solamente para el consumo familiar. En términos porcentuales, es prácticamente nulo el aporte de las nuevas tecnologías renovables, como la energía fotovoltaica y eólica, por ser recientes los esfuerzos y programas destinados a la penetración de estas fuentes.

- Caribe 1

En los países de esta subregión, la dependencia de los hidrocarburos (93.2 %) es una de las más importantes si se la compara con la dependencia observada en otras subregiones de América Latina y el Caribe.

Dada la dotación de recursos naturales y el poco tiempo transcurrido para la implementación de proyectos sobre fuentes de energía renovables a escala comercial, la contribución de las fuentes renovables en la oferta total de energía es extremadamente reducida (4.7%). En este sentido, es la más baja de toda América Latina y el Caribe e inferior al umbral del 10% propuesto en la Plataforma de Brasilia.

Gráfico III.4



Por otra parte, debe tenerse en cuenta que esta subregión es netamente importadora de hidrocarburos, salvo por Trinidad y Tabago que es un país netamente exportador, y Barbados, que cubre parcialmente sus propias necesidades de petróleo y gas. Asimismo, la generación de energía eléctrica está altamente concentrada en centrales térmicas, lo que implica una considerable presión sobre los combustibles importados, básicamente el diesel y fuel oil. Dada la situación, se debería prestar mayor atención a la promoción de políticas públicas que propendan a una mayor sostenibilidad de su sistema energético.

Entre las fuentes de energía renovables, sólo los productos de caña, que alcanzan el 2% de la OTE, desempeñan un papel relevante.

- Caribe 2

Si bien pertenecen a un área con características socioeconómicas homogéneas, los países del Caribe 2 (Cuba, Haití y República Dominicana) presentan trayectorias y situaciones bastante diferentes desde el punto de vista energético.

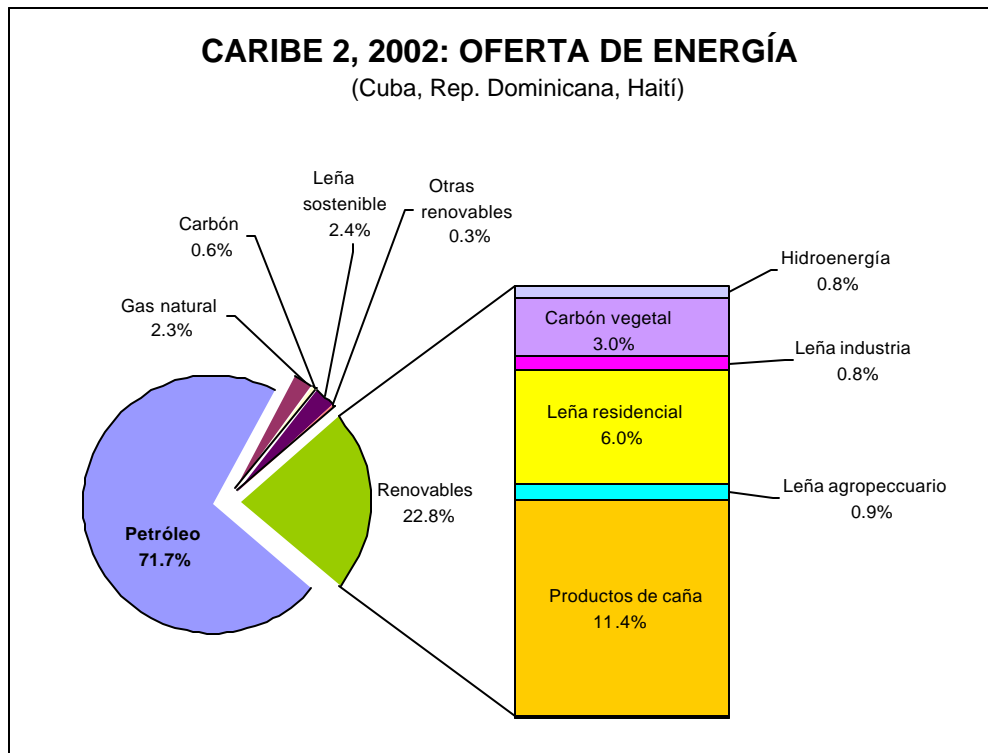
Por un lado, en Haití, dada la escasez de recursos energéticos naturales, el sector energético no ha podido atraer inversiones. Ello ha obligado a quienes están encargados de la toma de decisiones a adoptar una política orientada hacia el manejo de la demanda. Además, el alto nivel de deterioro del medio ambiente dificulta cualquier esfuerzo de mejoramiento de la calidad de vida. Si bien las causas de este deterioro son múltiples, el factor predominante sigue siendo la deforestación, que afecta a la agricultura y la producción de hidroenergía.

Por otro lado, a raíz del proceso de reforma y capitalización de las empresas estatales, en la República Dominicana se ha logrado orientar un alto porcentaje de la inversión extranjera directa hacia algunos sectores no tradicionales de la economía, entre los que destacan la generación y distribución de energía eléctrica. Sólo en 1999, el país captó capital extranjero por más de 600 millones de dólares, debido al proceso de capitalización de la Corporación Dominicana de Electricidad (CDE). Dicho proceso favoreció principalmente a las plantas termoeléctricas (turbo vapor, turbo gas y diesel), que en 2002 alcanzaron el 82% de la capacidad instalada en el país (2 464 MW). El 18% restante correspondió al aporte de la energía hidráulica. No se observaron otras fuentes de energía renovables.

En Cuba, donde ha continuado aumentando el acceso a las fuentes comerciales de energía (más del 95% de la población cuenta con servicio eléctrico), se logró reducir en forma sustantiva el coeficiente de abastecimiento energético importado, debido al desarrollo de fuentes nacionales (incluidas las renovables) y al aumento de la eficiencia energética.

Al analizar en conjunto la oferta total de energía en 2002 en el Caribe 2, se observa claramente que la situación es bastante diferente a la observada en el Caribe 1.

**Gráfico III.5**



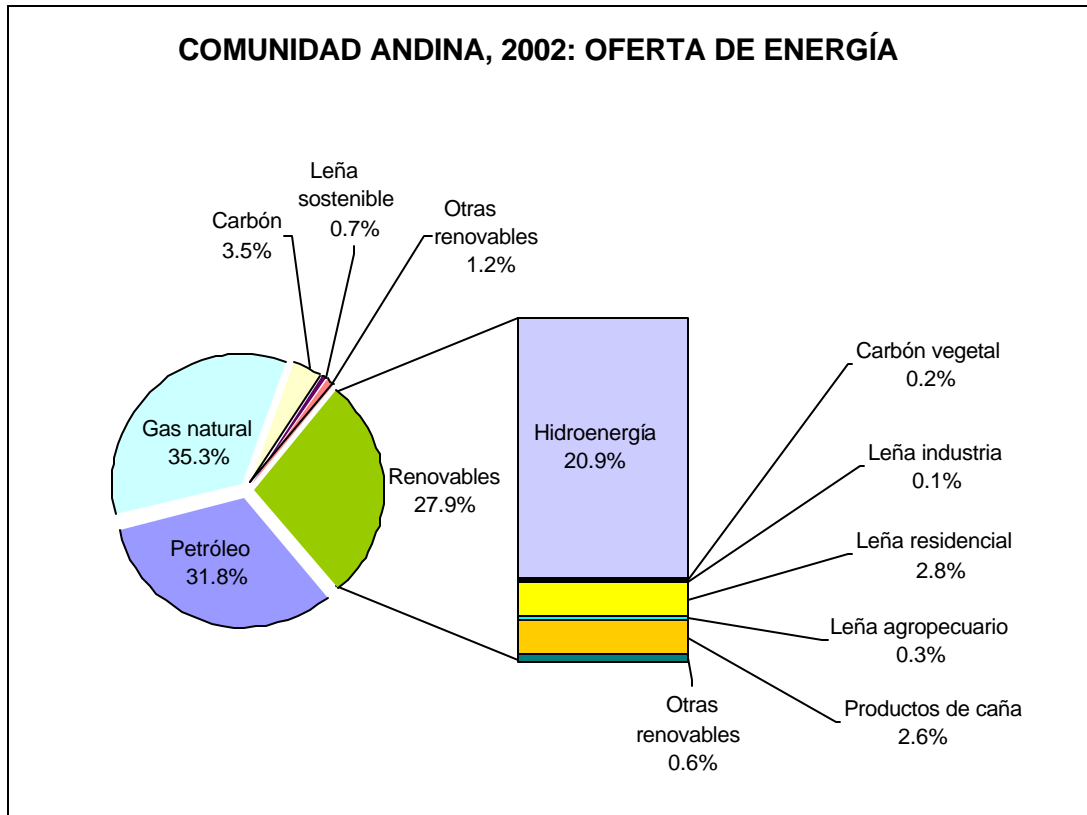
Si bien se ha confirmado una alta dependencia del petróleo (más del 70%), el aporte de las fuentes renovables es bastante significativo, pues supera la quinta parte de la OTE (22.5%).

En la dotación de recursos naturales endógenos, llama la atención el escaso aporte de la hidroenergía, en comparación con el de los productos de caña con el 50%, y la leña y sus productos derivados con el 47 % del total de la porción renovable.

- Comunidad Andina

Los recursos energéticos renovables en la región andina pueden considerarse abundantes aún cuando no sean totalmente conocidos ni hayan sido evaluados en profundidad.

**Gráfico III.6**



La oferta de fuentes de energía renovables representa una fracción cercana al 28% de la OTE. Entre estas fuentes, destaca, como era esperable, la hidroenergía con un 20.8%. Resulta interesante observar que en la Comunidad Andina, debido en gran medida a la influencia de la oferta de Venezuela, la fuente de energía más utilizada es el gas natural, seguido del petróleo y la hidroelectricidad.

Teniendo en cuenta las estimaciones de los niveles de renovabilidad del consumo de leña, la leña sostenible participa con el 3.4% de la oferta. Le siguen los productos de caña y otras fuentes primarias con un 2.6% y un 0.6%. Cabe mencionar también que en el cálculo de las fuentes de energía renovables no aparece ningún otro tipo de vector energético moderno, en algunos casos seguramente utilizados, como la energía solar en el secado agrícola o en sistemas fotovoltaicos. Ello obedece a que no se han aplicado a los balances energéticos convencionales, o bien aún se consideran como potenciales significativos e interesantes, pero no se han aprovechado. Este podría ser el caso de las energías eólica y geotérmica, promesas para un futuro energético más renovable en todos los países andinos. La cantidad de energía presentada como “otras no renovables” corresponde a flujos de productos no energéticos o exportados que deben restarse del total para que el cómputo sea coherente.

- Mercosur ampliado

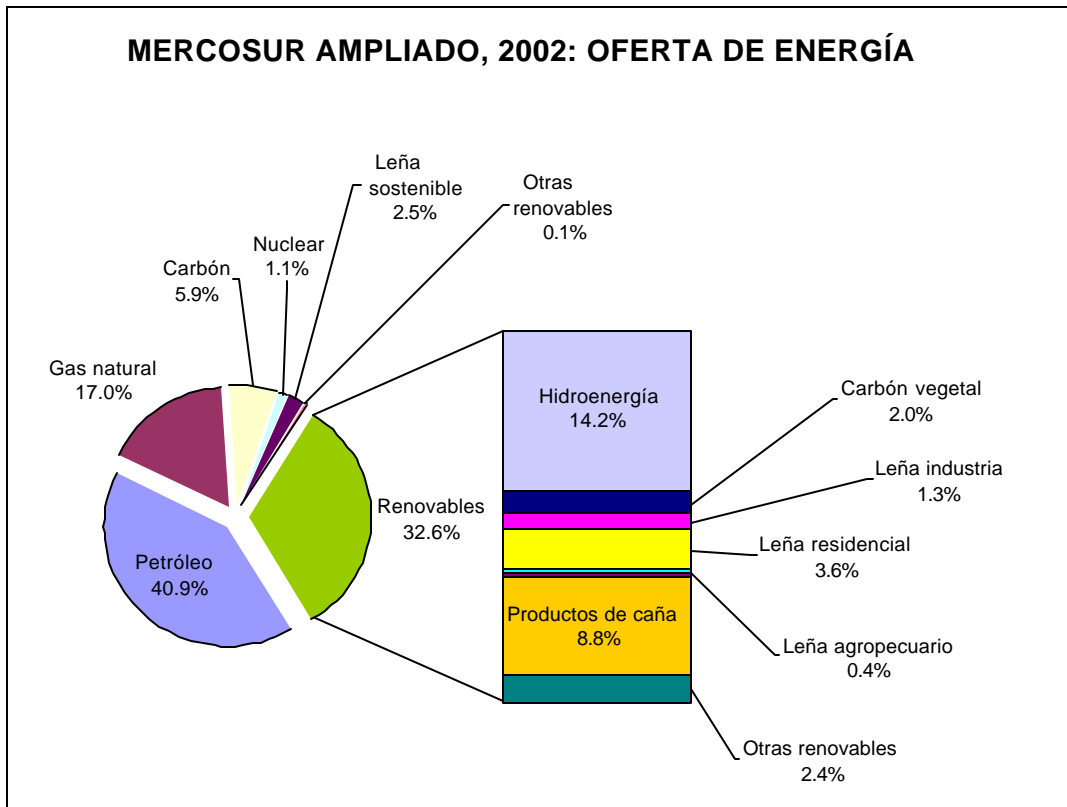
Si bien pertenecen a un área con las mismas características socioeconómicas, los países del Mercosur presentan trayectorias y situaciones diferentes desde el punto de vista energético. Esto resulta evidente al observar los gráficos relativos a la oferta total de energía, en 2002, de los países que integran esta subregión (Chile, Uruguay, Paraguay, Argentina y Brasil) (véase el anexo 1).

El análisis conjunto de la OTE de este grupo de países puede ser bastante parecido al de la Comunidad Andina.

Por un lado, es similar dado que: i) se observa una fuerte dependencia de los combustibles fósiles (57.9%); ii) las energías renovables representan aproximadamente un tercio de la OTE; y iii) el aporte de la hidroenergía generada en grandes centrales es significativo.

También se asemeja a los países de la Comunidad Andina, por cuanto las perspectivas para las tecnologías renovables modernas especialmente en geotermia, mini y pequeñas centrales hidráulicas se ven muy promisorias, pese a que aún no se han explotado debidamente. En cuanto a la energía eólica, ésta aún no se contabiliza dado que su uso es marginal.

**Gráfico III.7**



Sin embargo, se diferencia de la Comunidad Andina en la dotación de recursos fósiles. El Mercosur ampliado, a pesar del peso de los hidrocarburos en la OTE, presenta un déficit importante en el balance comercial de hidrocarburos.

- Brasil

En Brasil, el uso de la energía aumentó rápidamente desde 1975. Entre 1975 y 2000, experimentó un incremento de aproximadamente un 200%, mientras que el uso de energía per cápita registró un alza del 60% y el consumo de energía por unidad de PIB aumentó un 22% (Geller y otros, 2004). La rápida industrialización, incluido el alto crecimiento de algunas industrias con uso intensivo de energía como las de producción de aluminio y acero, y el aumento de servicios de energía residenciales y comerciales constituyeron las principales causas de este creciente aumento del uso de la energía (Tolmasquim y otros, 1998).

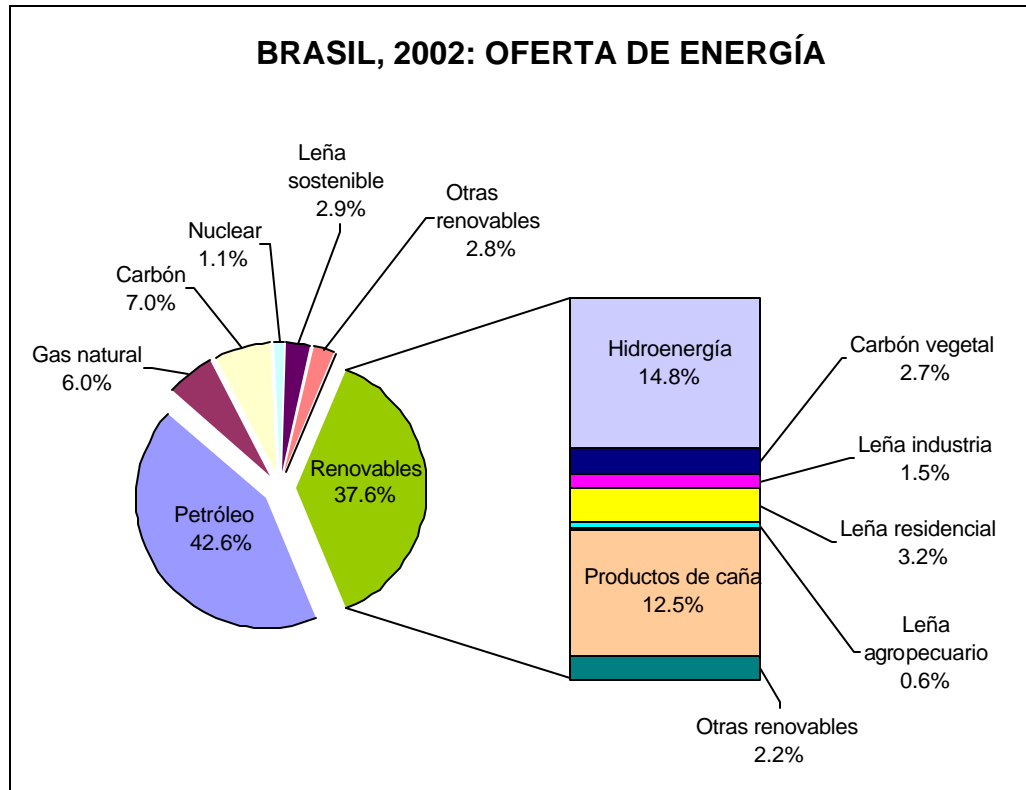
Durante las últimas tres décadas, la política energética en Brasil intentó principalmente reducir la dependencia del país de fuentes de energía importadas y fomentar el desarrollo de fuentes energéticas nacionales. En este período, el uso de gas natural y de hidroelectricidad fue aumentando paulatinamente con el tiempo; el petróleo disminuyó su participación en la primera mitad del decenio de 1980, pero desde la baja de los precios del mismo en 1986, ha ido recuperando su participación en el mercado; el uso de carbón aumentó simplemente debido al sector metalúrgico; y el uso de la biomasa aumentó en el sector industrial y disminuyó especialmente en los hogares, debido a su reemplazo por la leña.

Al analizar la oferta total de energía de Brasil en 2002, se observa que el país sigue dependiendo fuertemente del petróleo (42.6%). Además el aporte del gas natural, el carbón mineral y la energía nuclear es reducido.

En su totalidad, el aporte de las fuentes de energía renovables es significativo, pues supera el 37% de la OTE. Entre estas fuentes sobresalen dos: la hidroenergía, con la participación más significativa (14.8%) y los productos de caña, que alcanzan un porcentaje muy apreciable (12.5%).

Asimismo, la contribución de la parte renovable de la leña y del carbón vegetal (8% en conjunto) es significativa. El aporte de otras fuentes de energía renovables como la eólica y la fotovoltaica es muy bajo.

Gráfico III.8



### C. Análisis comparativo de los índices energéticos subregionales

En el cuadro 3.1, se resume la información de las variables energéticas y no energéticas necesarias para la construcción de los índices que se presentan a continuación.

A partir de esta información, se pueden calcular índices nacionales relativos al desempeño del sector energético en el año 2002 en relación con el papel de las energías renovables. Además se puede abordar la problemática ambiental local y global, relacionada con las emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>).

**Cuadro 3.1**  
**AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE (26 PAISES): DATOS E INDICADORES SOBRE OFERTA Y CONSUMO DE ENERGÍA**

	OFERTA TOTAL (sectorial) de ENERGÍA 2002							CONSUMO DE ENERGÍA 2002					Prod. Electr.	Oferta Total de Energía (kBEP)	CO <sub>2</sub> Total
	POB	PIB	OTE Ren	OTE Leña	OTE Comb. Segun.	OTE Petro	OTE Hydro	CO <sub>2</sub> electr	CON PorCap	CON Leña	CON Comb Sec	CON Total			
	Población 2002 (en miles)	PIB 2001 (M US\$ de 1995)	Energía Renovable Total ( kBEP)	Leña Total (kBEP)	Hidrocarb. Secundarios GLP, Keros. Diesel (kBEP)	Petróleo (kBEP)	Hidroenergía (kBEP)	Emissiones Generación Eléctrica (Gg CO2)	Consumo eléctrico p/cápita (MWh/hab)	Consumo Leña (kBEP)	Consumo Hidrocarburos Secundario (kBEP)	Consumo final Total ( kBEP)	Producción Ener. Electr. (GWh)		
ARGENTINA	37944	257000	48451,49	4360,36	-17960	185201,2	27763,2	14310,39	1,94	1542,01	74621,7	290041,8	84430,27	422450	111837
BARBADOS	269		209,90	0,01	623	0,01	0,01	563,72	2,87	0,01	412,09	1872,34	860	2813	1075,86
BOLIVIA	8705	8034	8927,67	2414,3	1628	10525,77	5031,15	1729,34	0,41	2137,97	5674,13	18284,65	4188,1	29544	7621,58
BRASIL	175084	752600	517069,78	152204,24	40456	580570,2	203575,16	16338,45	1,77	103689,29	303206,5	1168403	344559,25	1373979	304516,9
CHILE	15589	81900	39152,66	30928,8	8361	75642,74	14368,78	10585,35	0,81	27931,26	46142,09	144491,5	43676,54	188023	50334,56
COLOMBIA	43817	97900	59148,95	17334,11	-3181	106423,5	26251,13	5787,87	1,49	15420,49	33049,01	163725,6	45248,55	214966	54549,96
COSTA RICA	4200	15100	10536,07	387,49	5227	3471,55	4483,95	401,92	0,84	328,59	5988,02	17604,73	7477,23	22780	5653,47
CUBA	11273	22800	16956,62	1575,29	10493	39375,2	82,41	6313,99	2,62	2019,32	13781,95	72280,92	15699,8	82443	28953,74
ECUADOR	13112	19200	10024,64	3184,9	8142	58437,82	5180,86	2970,12	0,75	3184,9	22214,94	49373,04	11885,36	59576	19625,94
EL SALVADOR	6518	11250	14328,92	8197,91	4548	6556,33	877,82	1504,48	0,64	8134,05	5604,02	21903,66	4466,49	28378	5871,47
GRANADA	94		36,68	38,4	314	0,01	0,01	79,13	1,37	32,68	130,94	453,02	153,3	544	214,26
GUATEMALA	11995	18100	8894,24	23317,47	8584	4546,95	1307,44	3130,75	0,47	23190,36	9971,06	48419,19	6191,1	55445	10693,12
GUYANA	765		2880,69	1683,5	2257,09	0,01	0,01	192,52	0,92	1657,57	1127,39	5253,78	914	7052	1587,54
HAITÍ	8668	3100	9204,73	10376	3058	0,01	404,6	201,34	0,03	7055,68	2669,9	12580,21	469,68	15195	1687,09
HONDURAS	6828	4710	10666,85	8949,3	6730	0,01	1520,51	1385,76	0,52	8606,89	6144,66	22069,99	4099,13	25137	5730,58
JAMAICA	2621		1964,28	1129,95	2282	8348,5	212,5	2666,04	2,41	352,78	4301,38	17325,3	6934,3	26446	10628,74
MÉXICO	101847	473000	108977,09	44107,48	24368	547306,8	43663,15	98185,32	1,57	44107,48	191382,92	684663,5	203362,52	1035381	345611,9
NICARAGUA	5347	2550	9610,47	8688,1	1444	5823,91	300,81	1460,56	0,31	8527,89	3252,61	15850,23	2553,84	19289	3819,24
PANAMÁ	2942	9500	6676,81	4412,94	3617	10167,25	2108,49	1094,88	1,41	4344,66	6291,85	18853,06	5380,36	23052	6073,76
PARAGUAY	5778	8700	50247,40	11987,03	6290	690,36	36542,36	0,41	0,76	9966,75	6882,82	26430,6	48209,88	61037	3759,3
PERÚ	26749	60800	30250,02	12761,44	6897	54129	13974,03	2216,84	0,72	11748,96	27954,78	79156,4	21985,18	91104	25428,04
REPUBLICA DOMINICANA	8677	17770	9265,57	8274,86	15170	14144,11	680,12	5074,55	1,12	5055,71	16344,02	39234,32	11510	57777	17992,68
SURINAME	421		1314,13	313,88	1137	4198,88	951,09	136,4	3,16	319,15	1157,61	4254,37	1482,64	6762	2325,11
TRINIDAD Y TABAGO	1306		613,34	0,01	-18443	55365,82	0,01	4089,06	3,79	0	2628,53	63710,58	5643,4	106271	24152,43
URUGUAY	3385	19000	9183,55	2692,02	1850	9249,17	6633,52	22,66	1,82	2699,96	5906,47	16212,71	9605,98	18789	4159,03
VENEZUELA	25093	76800	133901,74	50,07	-118156	353719,6	133774,95	22775,75	2,48	20,6	49099,77	246279,3	87405,48	463750	126341,9

Fuente: Elaborado sobre la base de los balances nacionales; CEPAL, *Anuario estadístico de América Latina y el Caribe, 2002* (LC/G.2190-P), Santiago de Chile, 2003. Publicación de las Naciones Unidas, N° de venta: E/S.03.II.G.1; y datos del Sistema de Información Económica Energética (SIEE) de la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE).



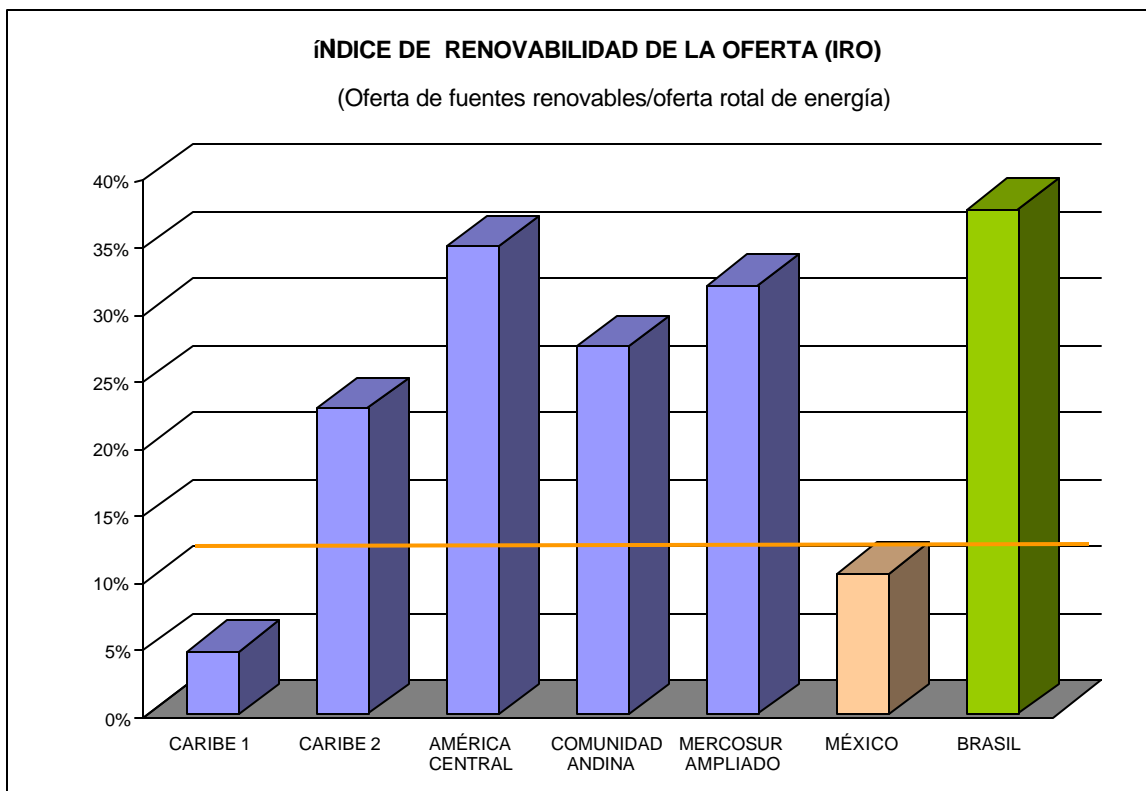
### 1. Índice de renovabilidad de la oferta de energía (IRO)

El IRO es la relación entre la oferta total del conjunto de fuentes de energía renovables y la oferta total de energía.

Este parámetro da cuenta, en términos relativos, sobre el nivel de participación de las fuentes renovables en el abastecimiento interno de energía en los sectores de consumo final y de consumo intermedio como los centros de transformación de un país.

Cabe recordar que la meta estipulada en la Iniciativa Latinoamericana y Caribeña para el Desarrollo Sostenible, presentada en la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible de Johannesburgo, es “alcanzar en 2010 el 10% de participación de fuentes renovables en la oferta de energía primaria”. Por lo tanto, un alto índice significa que el país o la subregión está por encima de la cuota y cumple así con la meta propuesta para los países de América Latina.

**Gráfico III.9**



En el gráfico III.9 se observa que:

- La subregión Caribe 1 se encuentra considerablemente por debajo de la línea del 10%, mientras que México supera dicho umbral sólo en medio punto porcentual. Ello implica que los países del Caribe 1 y México deberán realizar un importante esfuerzo si quieren alcanzar en el primer caso y sostener en el segundo la meta de participación de fuentes renovables en la OTE.

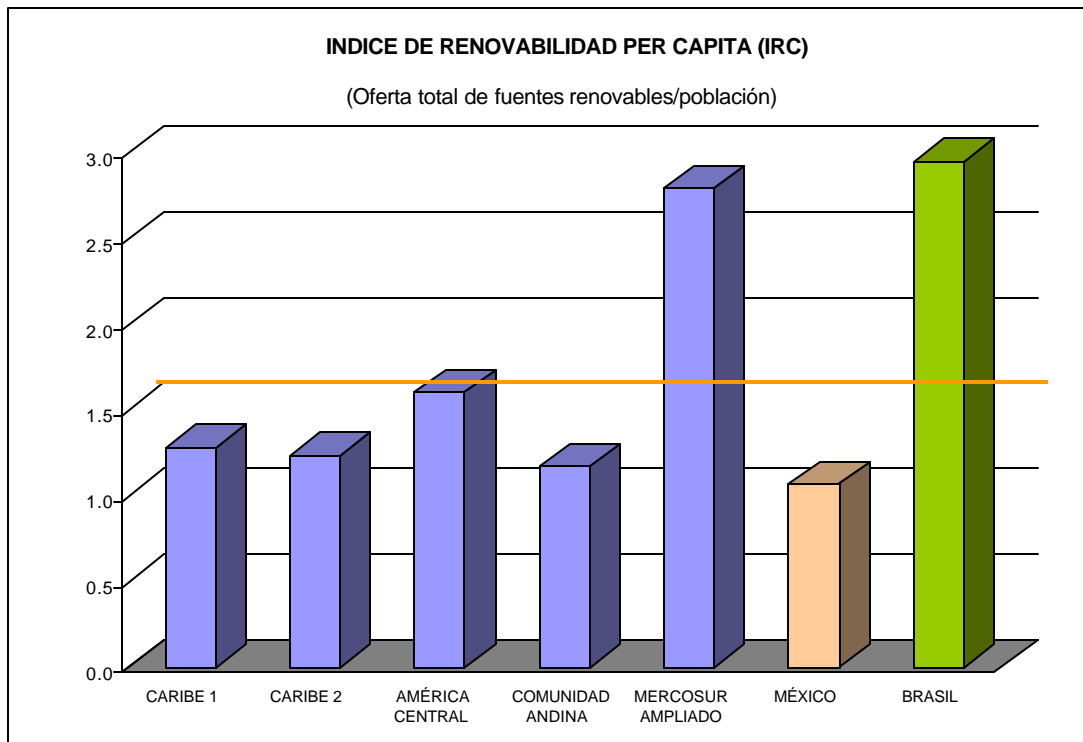
- Aquellas subregiones que se ubican dentro de la faja del 20% a 30% (Caribe 2 y la Comunidad Andina) deberían actuar en forma decidida, tanto en términos de políticas como de promoción de proyectos relativos a fuentes de energía renovables, si desean mantener el porcentaje actual de participación de fuentes renovables en la OTE por encima del umbral de referencia.

## 2. Índice de renovabilidad per cápita (IRC)

El IRC es la relación entre la oferta de energía de todas las fuentes renovables y la población de un país o una subregión (medido en miles de barriles equivalentes de petróleo por habitante). Un alto índice significa, en términos cualitativos, que existe un mayor “compromiso” con la sostenibilidad energética y, en consecuencia, con el origen renovable de la energía ofrecida por parte de cada ciudadano de ese país o subregión.

Si el IRC de un país es bajo y el crecimiento de la población es alto, entonces se corre el riesgo de que dicho país no pueda alcanzar en el 2010 la meta de participación de fuentes renovables, a menos que haga un esfuerzo para modificar la tipología de abastecimiento energético (menos energía fósil y más fuentes de energía renovables). Además, este índice tiene una importancia mayor hacia el futuro, dado que si la tasa de crecimiento de las energías renovables es inferior al crecimiento poblacional, se corre el riesgo de no alcanzar la participación del 10% de fuentes renovables en la OTEP ni de mantenerla en el mediano plazo.

**Gráfico III.10**



En el gráfico III.10 se observa que:

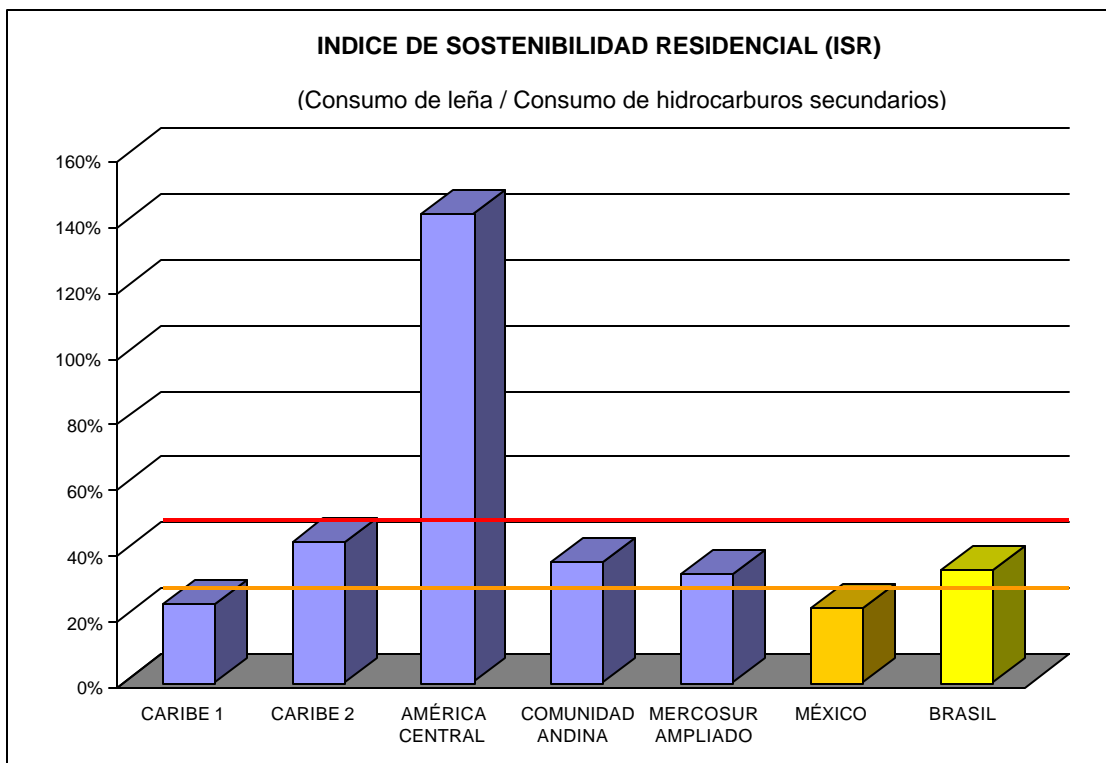
- Los países del Mercosur (y particularmente Brasil) presentan el mayor índice. Esto se explica fundamentalmente por la gran oferta de energía hidráulica de la que disponen y de otras tecnologías o fuentes renovables diferentes a la leña; y
- Las subregiones más dependientes de los hidrocarburos (Caribe 1, Caribe 2 y México) presentan índices bajos que, de mantenerse a futuro, indicarían una tendencia en el largo plazo a un desarrollo energético sostenible.

### 3. Índice de sostenibilidad residencial (ISR)

La relación entre el consumo de leña y el consumo de derivados del petróleo o de hidrocarburos secundarios (kerosene, diesel , gas licuado de petróleo) del sector residencial refleja la importancia de la leña en la satisfacción de las necesidades energéticas básicas, principalmente relacionadas con la cocción de alimentos, la calefacción y el calentamiento de agua.

Un alto ISR demuestra no sólo que el país depende fuertemente de la leña para satisfacer las necesidades de la población, sino que debería profundizar el análisis mediante un estudio específico sobre la “porción sostenible” de la leña utilizada. El ISR también refleja ciertos aspectos sociales, por ejemplo, sobre el nivel de pobreza de la población en general y el acceso de la población en las áreas urbano-marginales y rurales a fuentes de mayor calidad, asociadas por lo general a un costo monetario superior, pero también a una mayor eficiencia y rendimiento, a un menor tiempo dedicado al acopio de combustible y a niveles más bajos de contaminación intradomiciliaria.

**Gráfico III.11**



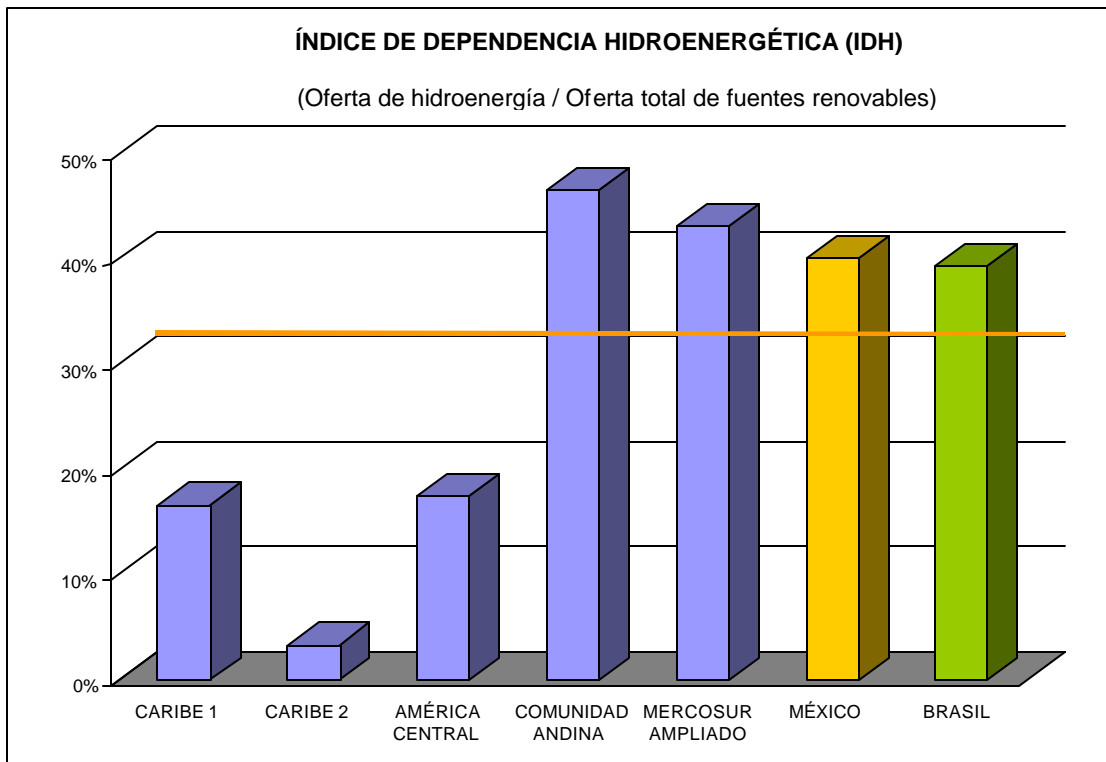
En el gráfico III.11 se observa que:

- Las subregiones más dependientes de los combustibles fósiles (Caribe 1 y México) están por debajo de la línea del 20% y son grandes consumidores de hidrocarburos secundarios. En este caso, podrían presentar un mayor consumo de energía útil per cápita y, por lo tanto, un mayor nivel de satisfacción de los requerimientos calóricos básicos que el resto de las subregiones;
- Las subregiones dentro de la faja (entre el 20% y el 40%) pueden considerarse “equilibradas”. Además, se encuentran en el límite de un abastecimiento satisfactorio que permita cubrir las necesidades calóricas básicas; y
- La subregión centroamericana presenta altos índices de sostenibilidad residencial, lo que indica una excesiva dependencia de la leña, tanto en el área rural como urbano-marginal. Por lo tanto, aparentemente no existe en estas áreas un abastecimiento adecuado, en términos de acceso y calidad, que permita cubrir las necesidades calóricas básicas.

#### 4. Índice de dependencia hidroenergética de la oferta total renovable (IDH):

El IDH es la relación entre la oferta de hidroenergía y la oferta de energía primaria compuesta por las fuentes de energía renovables. Este índice da cuenta de la importancia de la hidroenergía en la oferta de fuentes renovables de un país. En consecuencia, un alto índice significa que la renovabilidad de un país está asociada fuertemente a factores meteorológicos, más que tecnológicos.

**Gráfico III.12**



Al analizar el gráfico III.12, se observa que los países del Mercosur, la Comunidad Andina y México presentan altos índices. Teniendo en cuenta las condiciones de base explicitadas en el capítulo anterior, en el caso de la Comunidad Andina, el alto valor de este índice se debe a que la hidroenergía

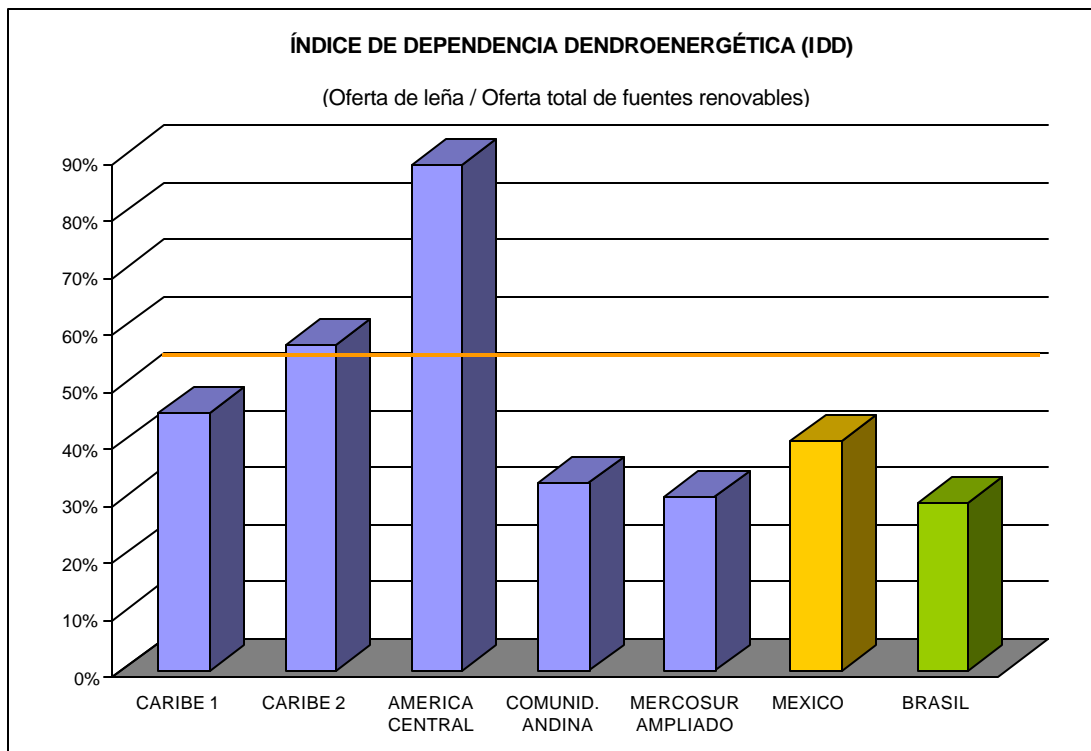
es la única fuente de la categoría renovable; en el caso del Mercosur y de México, el desarrollo de otras fuentes, como la energía geotérmica o solar, aún no se ha incorporado al balance; y finalmente, en el caso de Brasil, el papel relevante de los biocombustibles –tanto la biomasa como el bioalcohol– queda relegado ante el gran aporte de la hidroenergía a la oferta total de energía.

Por otra parte, al no contar con recursos hidroeléctricos significativos, América Central y las subregiones Caribe 1 y 2 presentan índices de dependencia energética muy bajos.

### 5. Índice de dependencia dendroenergética en la oferta total de fuentes renovables (IDD):

Este índice es la relación entre la oferta total de leña y la oferta total de energía primaria renovable. Por lo tanto, demuestra la importancia de la dendroenergía en la oferta de fuentes renovables de un país. Un alto índice indica que la cuota de renovabilidad de un país está asociada al aprovechamiento intensivo de los recursos forestales, que en consecuencia no siempre es sostenible.

**Gráfico III.13**



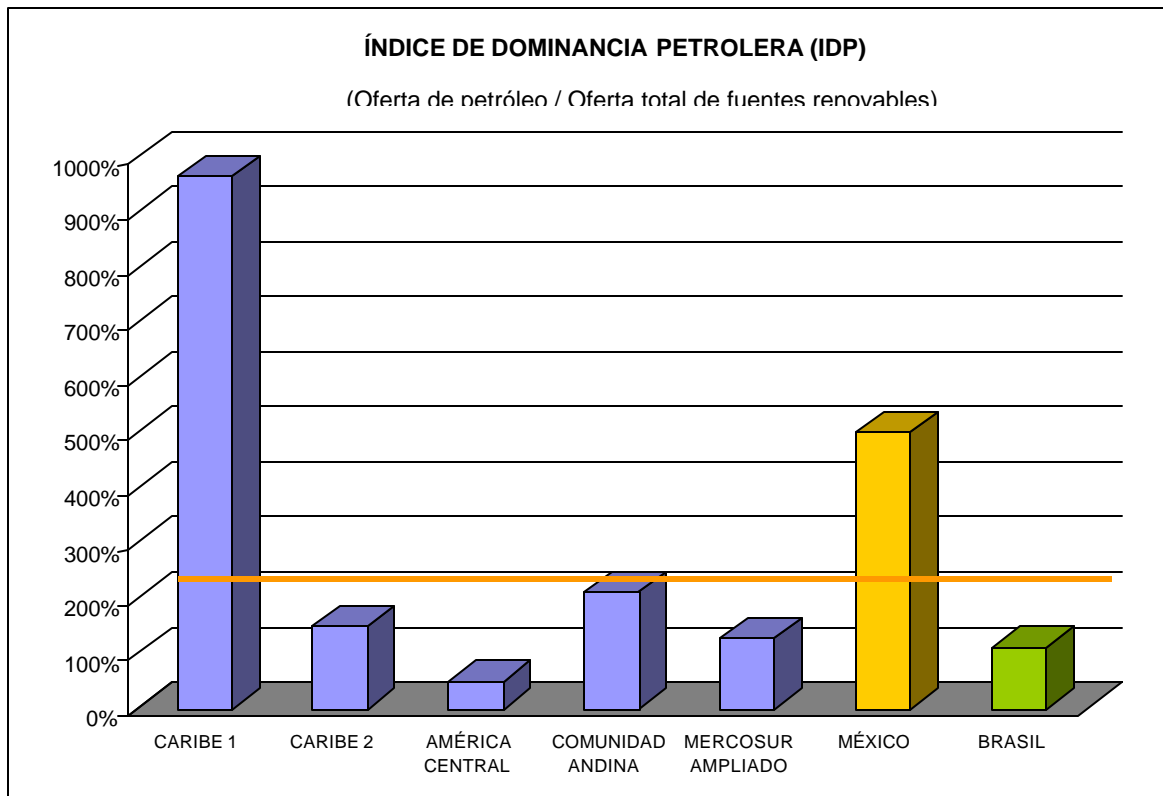
Para realizar un análisis integral y coherente, el IDD debería compararse (subregión por subregión) con el ISR. Sin embargo, en el gráfico III.13 se observa que:

- La oferta de fuentes de energía renovables en los países del Caribe 2 y particularmente de los centroamericanos está fuertemente relacionada con la disponibilidad de leña; y
- El Mercosur ampliado y la Comunidad Andina presentan bajos índices, lo que se explica por la alta proporción de hidroenergía en el conjunto de fuentes renovables.

## 6. Índice de dominancia petrolera (IDP):

El IDP es la relación entre la oferta de energía primaria de petróleo y la oferta total de fuentes de energía renovables de un país. Por lo tanto, da cuenta de la importancia del petróleo en la oferta de energía en contraste con la disponibilidad y el uso de energías renovables.

**Gráfico III.14**



En el gráfico III.14 se observa que:

- Como era de esperarse, las subregiones con mayor dependencia de los combustibles fósiles (Caribe 1 y México) presentan índices superiores al 200%. La subregión andina se acerca a dicho umbral, básicamente por el peso que tiene Venezuela en términos de oferta de petróleo; y
- Los países centroamericanos, importadores netos de hidrocarburos, presentan un índice muy bajo, dado que las respectivas ofertas energéticas están equilibradas con las fuentes de energía renovables, principalmente basadas en la leña.

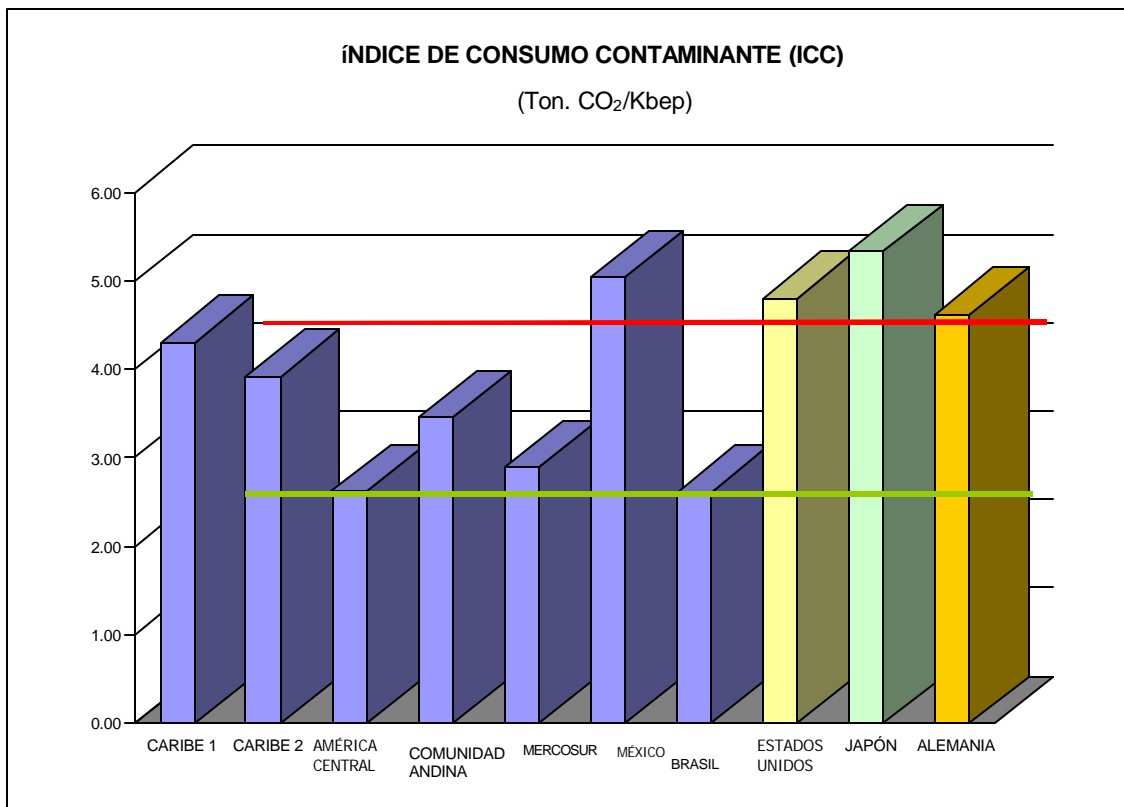
## 7. Índice de consumo contaminante (ICC)

Este índice mide la relación entre el total de las emisiones de CO<sub>2</sub> (miles de toneladas métricas) liberadas a la atmósfera y el consumo final total del país durante el año en cuestión (en kBEP). De esta forma, un alto índice implica que el consumo energético del país es particularmente contaminante.

En relación con este índice, sería importante realizar una comparación temporal del mismo (que abaricara por ejemplo el período 1980–2002), con el objeto de verificar cuál es la tendencia observada a lo largo del tiempo.

Por ejemplo, si un país ya presenta un alto índice en el año 2002 y su tendencia ha sido de crecimiento en los últimos 20 años, entonces se trata de un país de alto riesgo ambiental global por cuanto emite proporcionalmente una cantidad demasiado alta de gases de efecto invernadero por unidad de consumo. En este caso, se agregó, con fines comparativos, el índice correspondiente a países desarrollados como los Estados Unidos, Alemania y Japón, que como bien se sabe presentan a nivel internacional elevados índices de consumo contaminante.

**Gráfico III.15**



En el gráfico III.15 se observa que:

- Los países centroamericanos presentan un bajo ICC, pues el aporte de las fuentes renovables en la oferta total de energía es significativo;

- Una vez más, las subregiones más dependientes de los hidrocarburos (México, Caribe 1 y 2) son las que, en términos comparativos, emiten una cantidad demasiado alta de gases de efecto invernadero, lo que se traduce en un calentamiento de la atmósfera; y
- En particular, el índice de México se puede incluso comparar con los altos valores registrados en los países más industrializados (como es el caso de los Estados Unidos, Japón y Alemania).

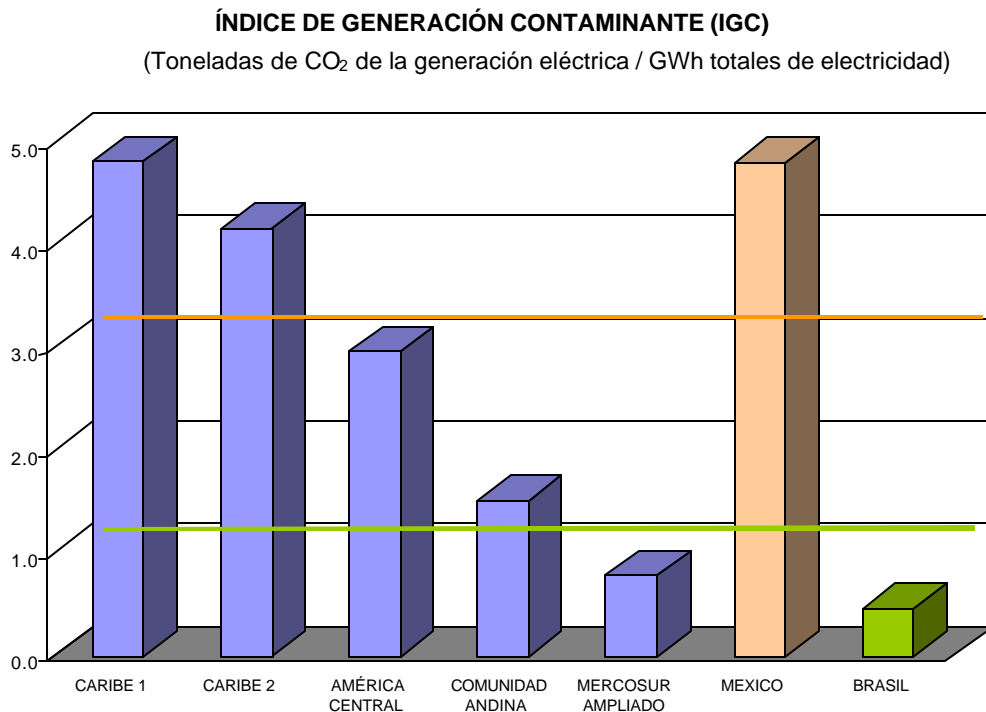
### 8. Índice de generación eléctrica contaminante (IGC)

Este índice se relaciona directamente con el conjunto de fuentes de energía del que dispone un país y, en particular, del equilibrio del parque de generación hidrotérmica utilizado. Evidentemente, en los países que no disponen de recursos hidroeléctricos, el IGC será mayor.

Este índice corresponde a la relación entre la cantidad de CO<sub>2</sub> (en miles de toneladas métricas) emitida en el proceso de generación de electricidad (en GWh). Aún cuando pueda parecer una simplificación, indica cuán contaminante es el proceso de producción de cada GWh de electricidad.

En términos cualitativos, un alto índice significa que producir ese GWh de electricidad, más allá del simple costo técnico operativo de generación, tiene un alto costo ambiental para el país, tanto por los efectos locales (contaminación directa e indirecta en la zona de las centrales) como globales (emisión de sustancias que contribuyen al aumento del efecto de invernadero).

**Gráfico III.16**





En el gráfico III.16 se observa que:

- Las subregiones andinas y el Mercosur ampliado son relativamente “limpias” en su proceso de generación de electricidad. El bajo índice registrado se debe básicamente a la fuerte dependencia hidroenergética (confróntese con el índice IDH); y
- Las subregiones Caribe 1 y 2, además de México, demuestran poseer una generación particularmente contaminante en términos de emisiones de CO<sub>2</sub>. En el caso de México, ello obedece al papel predominante de los combustibles fósiles en la generación (casi el 70% del parque es térmico). En el caso de los países del Caribe, ese papel se asocia evidentemente a un proceso menos eficiente en la generación, con bajos niveles de rendimiento del parque de generación térmica.

## CAPITULO IV

### BARRERAS, OPORTUNIDADES Y ASPECTOS CENTRALES DE LA PENETRACIÓN DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES

#### A. Barreras comunes

En términos generales, las barreras para la implementación de medidas relativas al uso eficiente de energía y a las fuentes de energía renovables están bien documentadas y se clasifican en cinco tipos: técnicas, regulatorias, económicas, financieras e institucionales.

La detección de barreras específicas junto con otras acciones debería constituir la base de las políticas públicas en favor de las fuentes de energía renovables. Supuestamente, a partir de este enfoque, se formularon políticas exitosas en los países industrializados. En cambio, en América Latina, así como en otras regiones del mundo en desarrollo, no existe esta experiencia exitosa, al menos al nivel que se ha dado en Europa. Por su menor grado de desarrollo económico, es probable que los países latinoamericanos y caribeños requieran de mecanismos para subsanar los vacíos e involucrarse en este tipo de políticas y programas, dado que normalmente anteponen otras prioridades y limitan sus recursos económicos y financieros. Así, normalmente los obstáculos económicos, financieros y políticos se consideran como las mayores barreras para la penetración de las fuentes de energía renovables en la región (Altomonte, Coviello y Lutz, 2003).

A este conjunto de barreras, que en su mayoría afectan la posibilidad de obtener financiamiento por parte de la banca comercial y de desarrollo, se agregó en este documento un nuevo tipo de obstáculo relacionado con los comportamientos sociales existentes en la región.

#### 1. Barreras técnicas

- **Información insuficiente sobre los recursos de energía renovables.** En general, la falta de datos confiables y el hecho de no contar en los sistemas de aprovechamiento eólico, mini-hidráulico y solar con series de tiempo que contemplen un adecuado número de años (a fin de tener representatividad estadística), constituyen una barrera para el desarrollo de proyectos. En efecto, al aumentar la incertidumbre sobre la disponibilidad y calidad de la “materia prima” de estos proyectos, aumenta su riesgo financiero y, por lo tanto, repercute en el pago de intereses y la rentabilidad del proyecto. Sin embargo, en el caso de algunas subregiones, como la Comunidad Andina, el conocimiento del potencial ha mejorado bastante en la última década, principalmente en lo que se refiere a las energías solar y eólica. En este sentido, se han confeccionado mapas y realizado evaluaciones locales en los sitios más interesantes, así como estudios sobre el potencial hidráulico.
- **Financiamiento insuficiente para los proyectos eólicos.** Dado que están sujetos a las fluctuaciones de la velocidad del viento, los proyectos de generación de electricidad a partir del mismo no se consideran de “capacidad firme”, lo que lleva a que sólo reciban financiamiento por energía económica que, en el mejor de los casos, refleja el costo del combustible evitado, pero no compensa la amortización del capital invertido. Asimismo, en el caso de algunos países del Caribe, se agrega el bajo rendimiento experimentado por las turbinas eólicas en el pasado.
- **Recursos “embotellados” por falta de capacidad de transmisión.** Los proyectos de energías renovables están “atados” al lugar donde se encuentra el recurso, el cual

generalmente no coincide con el de los centros de consumo y, por lo mismo, con las redes de transmisión de energía eléctrica. Por esta razón, no se pueden desarrollar muchos posibles proyectos, ya que dependen de la demanda local. Esta barrera está, además, asociada a la creciente dificultad del tendido de redes de transmisión eléctrica.

- **Desarrollo insuficiente de cadenas de suministro y servicio de sistemas que aprovechan la energía renovable en zonas fuera de la red eléctrica.** A diferencia del acceso de la energía eléctrica por medio de la red centralizada que involucra una ampliación marginal de un sistema bien establecido y que es operado por un solo actor, el acceso a la energía eléctrica por medio de energías renovables requiere de la articulación y coordinación de un conjunto amplio y variado de actores económicos, algunos de ellos ausentes en la zona geográfica donde se aplica la tecnología. En otras palabras, se ha demostrado que para que se establezca y mantenga un proyecto que funcione con instalaciones pequeñas (como una celda fotovoltaica) o relativamente pequeñas (como una microrred a partir de una planta hidráulica pequeña), es necesario disponer de una red de suministro de financiamiento, de refacciones y de capacitación. Cabe señalar que estas redes se han establecido para otros fines, y no se han aprovechado en la gran mayoría de los proyectos y programas ejecutados en la región.
- **Limitada capacidad técnica para diseñar y desarrollar proyectos.** Por la novedad y la limitada demanda de proyectos de aprovechamiento de fuentes de energía renovables, en particular la energía eólica, existe poca capacidad técnica en la región para diseñar y desarrollar proyectos. Por esta razón, se requiere contratar técnicos de otras regiones, cuyo costo laboral es muy superior al de los técnicos locales, lo que dificulta y encarece los proyectos.
- **No se reconoce el valor de las plantas eléctricas como elementos de regulación de voltaje y disminución de pérdidas.** Al estar ubicadas al final de las líneas de la red, o en el caso de las plantas hidroeléctricas que funcionan como reguladoras de voltaje, las plantas eléctricas que operan con fuentes de energía renovables aportan valor a la solidez y confiabilidad del sistema eléctrico, pero esto no se reconoce en las decisiones de política.
- **Problemas específicos para utilizar la biomasa.** En algunos países del Caribe: a) las plantas generadoras de electricidad a partir de biomasa han tendido a ser pequeñas debido a la naturaleza dispersa de la materia prima. Además, muchas calderas de baja presión presentan una baja eficiencia del rango del 10 al 18%, tomando en cuenta las pérdidas de bagazo y de potencia eléctrica. Como resultado, las plantas de biomasa han dependido del bajo costo o costo cero del biocombustible para que su operación sea rentable; b) la biomasa también presenta un problema de estacionalidad. En algunas comunidades agrícolas, es posible contar con una gran cantidad de fuentes de biomasa durante la época de cosecha, como por ejemplo luego del procesamiento de la caña de azúcar, pero puede escasear durante la estación de crecimiento. Se requiere una planificación adecuada para lograr un suministro continuo de biomasa, a fin de garantizar una producción constante en la central eléctrica.

## 2. Barreras regulatorias

- **Plazos demasiado cortos para los contratos de compra de energía.** Los proyectos de energías renovables tienen altos costos de inversión y bajos costos de operación. Por lo mismo, requieren de altos niveles de financiamiento, con plazos que vayan de 8 a 20 años. Sin embargo, en la mayoría de los mercados eléctricos, no se transan contratos con una

duración de más de tres años, lo que representa una seria barrera para obtener financiamiento convencional para proyectos que aprovechan energías renovables. En este sentido, sería importante que los marcos regulatorios abordaran los plazos de los contratos.

- **Límites a la capacidad instalada de los sistemas de generación de electricidad a partir de fuentes de energía renovables.** Ya sea por razones técnicas relacionadas con la confiabilidad del sistema cuando se aprovecha el viento, o por razones de regulación relacionadas con los límites de propiedad o de desintegración vertical, se han establecido límites, muchas veces arbitrarios, a la capacidad que pueden tener los sistemas de generación de electricidad a partir de fuentes de energía renovables, lo que impide su aprovechamiento íntegro.

### 3. Barreras económicas y financieras

- **Impuestos a la inversión.** En algunos países, como los centroamericanos, la necesidad de ampliar la base fiscal ha llevado a que se establezcan impuestos sobre la inversión de las empresas, lo que deja en una posición de desventaja a los proyectos de energías renovables con uso intensivo de capital, en relación con los proyectos convencionales que involucran menos inversión por unidad de capacidad instalada.
- **Límites demasiado altos para los contratos directos con usuarios de la energía.** En la mayoría de los mercados eléctricos liberados de la región, los proyectos pequeños y medianos que pueden ofrecer energía y capacidad al sistema eléctrico se enfrentan con altos costos de ingreso a los mercados mayoristas. Pero también enfrentan otra importante barrera: el límite de potencia para calificar como agente productor o gran consumidor.
- **Obligación de competir en el mercado spot.** Si como se mencionó anteriormente, sólo se puede vender en el mercado spot, entonces el flujo de efectivo de los proyectos de fuentes de energía renovables se hace muy incierto y dificulta seriamente las posibilidades de financiamiento.
- **Altos costos de transacción para los proyectos de fuentes de energía renovables.** Los proyectos de aprovechamiento de las fuentes de energía renovables se enfrentan a costos de desarrollo relativamente mayores que los convencionales a partir de combustibles fósiles. Esto se debe, entre otras razones: i) a sus propias características de ocupación territorial; ii) a la poca experiencia frente a este tipo de evaluación y, por lo mismo, la alta discrecionalidad en los términos de la evaluación; iii) a que los proyectos de energías renovables de pequeña escala deben cumplir el mismo conjunto de trámites que los proyectos de mayor escala; y iv) a que las evaluaciones de impacto ambiental son más complejas que las de los proyectos que utilizan combustibles fósiles.
- **Barreras ambientales intrínsecas a las fuentes renovables que inciden en un aumento de los costos.** Directa o indirectamente, las fuentes renovables pueden producir daños ambientales. En el primer caso, por ejemplo, cabe mencionar la elaboración de etanol a partir de la caña de azúcar, que produce una serie de desechos como el licor negro altamente contaminante, y la energía eólica que está provocando en ciertos lugares una mutación severa en los hábitos de las aves migratorias. En segundo lugar, las baterías que acumulan energía solar están compuestas de un alto contenido de plomo, por lo que una vez agotada su vida útil necesitan someterse a un tratamiento como cualquier otro producto de alta toxicidad.

- **Altos costos de generación.** Dado que hasta ahora en los países de la región no se incluyen externalidades en la asignación de costos, resulta evidente que los costos de generación a partir de fuentes de energía renovables exceden a los de la generación a partir de combustibles fósiles. En el cuadro IV.1, se presentan rangos de variación para cada tecnología y se aprecia que, aún con la reducción de costos observada en los últimos 10 años, para algunas tecnologías las diferencias actuales son importantes (Coviello, 2003).

**Cuadro IV.1  
COSTOS DE GENERACIÓN Y REQUERIMIENTOS DE INVERSIÓN**

<b>Tecnología</b>	<b>Costo promedio de generación (centavos de dólar/kWh)</b>		<b>Inversión promedio (dólares/vatio)</b>	
Ciclo combinado a gas	3.5	(3.0 – 4.0)	0.6	(0.4 – 0.8)
Carbón	4.8	(4.0 – 5.5)	1.2	(1.0 – 1.3)
Nuclear	4.8	(2.4 – 7.2)	1.8	(1.6 – 2.2)
Eólica	5.5	(3.0 – 8.0)	1.4	(0.8 – 2.0)
Biomasa (25 MW combust.)	6.5	(4.0 – 9.0)	2.0	(1.5 – 2.5)
Geotermia	6.5	(4.5 – 8.5)	1.5	(1.2 – 1.8)
Pequeñas plantas hidroeléctricas	7.5	(5.0 – 10.0)	1.0	(0.8 – 1.2)
Fotovoltaica	55.0	(30.0 – 80.0)	7.0	(6.0 – 8.0)

Fuente: M. Coviello, *Entorno internacional y oportunidades para el desarrollo de las fuentes renovables de energía en los países de América Latina y el Caribe*, serie Recursos naturales e infraestructura, N° 63 (LC/L.1976-P), Santiago de Chile, CEPAL, septiembre de 2003. Publicación de las Naciones Unidas, N° de venta: S.03.II.G.134.

#### 4. Barreras institucionales

- **La preeminencia, en los hechos, de la política energética sobre la política ambiental.** Como ocurre en gran parte del mundo, en la mayoría de los países de la región, la política energética está, efectivamente, por encima de la política ambiental. En particular, ello se debe a que la política energética busca reducir costos a fin de permitir el desarrollo económico en el corto plazo, mientras que la política ambiental debe cubrir pasivos y mejorar activos ambientales desde una perspectiva de largo plazo.
- **Reducida institucionalidad de las energías renovables,** ya sea en el marco corporativo o en términos de estructura administrativa y equipos de trabajo. Se ha comprobado que justamente en los países que presentan mejores condiciones institucionales para el desarrollo de las energías renovables existen núcleos técnicos y profesionales capacitados, que realizan constantemente actividades dentro de un marco de estrategias claras. En este sentido, la formación y capacitación de recursos humanos en entidades públicas es absolutamente fundamental y debe considerarse una prioridad. Cabe señalar que los programas de capacitación del personal público en materia de energías renovables deben abordar, además de los conceptos y las tecnologías, aspectos relacionados con la identificación, el diseño y la evaluación de proyectos, así como la gestión, el financiamiento y las cuestiones ambientales.

- **Beneficios no reconocidos por las autoridades energéticas** . Muchos de los beneficios de los proyectos de energías renovables provienen de aspectos no relacionados con el precio de la electricidad generada, que es la preocupación central e inmediata de las autoridades energéticas. Algunos beneficios derivados del aprovechamiento de las fuentes de energía renovables, como la regulación y la protección y reforestación de cuencas, el cuidado de los bosques, el desarrollo de las regiones pobres, la creación de empleos bien remunerados, el cuidado del medio ambiente o el desarrollo de cadenas productivas, no son considerados por quienes toman las decisiones o definen las reglas de participación de los proyectos de energías renovables. Por esta razón, estos beneficios no se contabilizan o bien se ponderan muy poco en las decisiones tomadas, principalmente, por los responsables de la política energética.
- **Tendencia a privilegiar la extensión de la red por sobre el aprovechamiento de las energías renovables**. Es bien sabido que para muchos puntos que actualmente no cuentan con servicio eléctrico, es más barato tener acceso a la energía eléctrica a partir de sistemas aislados que funcionan con energías renovables, que a partir de una extensión de la red centralizada. Sin embargo, quienes toman las decisiones de electrificación rural siguen privilegiando la extensión de la red, muchas veces porque esa es la capacidad que tienen y no, como se requiere para la alternativa más económica, la que deberían desarrollar.
- **Existen límites del concepto de adicionalidad que no favorecen el aprovechamiento de los mecanismos de desarrollo limpio (MDL) en los proyectos relacionados con la leña y el etanol**. Los proyectos orientados a una mayor eficiencia en el uso de la leña y la producción de etanol pueden tener un peso importante en la reducción de las emisiones de gases de efecto de invernadero. Sin embargo, el alcance de los criterios establecidos para establecer la adicionalidad requerida por los mecanismos del Protocolo de Kyoto para participar en el mercado de reducciones de emisiones de gases de efecto de invernadero no permiten evaluar el impacto global de estos proyectos.

## 5. Barreras sociales

- **Rechazo social a los proyectos hidráulicos con embalse**. Pese a su inherente valor ambiental, las instalaciones de generación de electricidad hidráulica con embalse son rechazadas a lo largo y ancho de América Latina y el Caribe. Ello se debe a la forma en que se desarrollaron este tipo de proyectos en el pasado, que incluía, entre otras acciones radicales, el desalojo no negociado y pobremente resarcido de comunidades enteras, principalmente indígenas, y la destrucción de la flora y fauna en las zonas adyacentes a los embalses.
- **Capacidad de pago heterogénea**. En el contexto actual del desarrollo de la industria eléctrica en la región, uno de los problemas más serios es el de la heterogeneidad social. En ciertos países y zonas, la tradición del subsidio, la debilidad de las instituciones y el manejo político de las necesidades de la población constituyen una barrera importante para que los proyectos que aprovechan las energías renovables en la electrificación rural sean económicamente sustentables. Las grandes disparidades sociales y la situación de pobreza de grandes sectores de la población implican proceder con mucha cautela a la hora de fijar subsidios focalizados. Pero es ya bien reconocido que los proyectos de electrificación rural requieren que las comunidades se apropien del valor de este tipo de instalaciones, lo que no se logra cuando no tiene un costo para la comunidad.

## **B. Experiencias exitosas en la región**

### **1. Jamaica: el parque eólico de Wigton**

En mayo de 2004, el mayor parque eólico del Caribe comenzará a operar en Jamaica. La fuerza impulsora tras el desarrollo de dicho parque es la Corporación del Petróleo de Jamaica (PCJ). Con una capacidad nominal de generación de 20.7 MW, el parque eólico de Wigton será el más grande del Caribe e impulsará a Jamaica como país líder en materia de utilización de energía eólica en el Caribe.

El parque eólico de Wigton se ubica en Wigton, Manchester. La Corporación del Petróleo de Jamaica, a través de su filial de propiedad absoluta, Wigton Windfarm Limited, estará a cargo de su operación.

Con el inicio de las operaciones se concluirá un proceso de planificación y negociación que comenzó en 1995 y que debió eliminar diversas barreras relativas al financiamiento, la adquisición de tierras, las consultas con las partes interesadas, la oposición de grupos ambientalistas, y la negociación de la paridad del poder de compra, entre otras. Entre las actividades realizadas desde 1995 se incluyen: la medición de las fuentes de energía eólica en 3 lugares alternativos; la selección del emplazamiento y el acuerdo con los propietarios de las tierras; la optimización de la disposición general del emplazamiento; las consultas con las partes interesadas; la obtención de la licencia para generar energía, la cual es otorgada por la Oficina de Regulación de los Servicios Públicos; la obtención de permisos de aprobación ambientales y de construcción; la selección de subcontratistas y proveedores; el financiamiento del proyecto; la planificación y elaboración detallados del proyecto; y la operación y el mantenimiento del mismo.

El costo estimado del proyecto es de 25 millones de dólares y está financiado a través de una donación del gobierno de los Países Bajos, capital de la PCJ y un crédito del Banco Nacional Comercial de Jamaica. La donación del gobierno de los Países Bajos se utilizará para adquirir turbinas eólicas en la empresa filial de NEG Micon en Holanda. Los proveedores de las turbinas eólicas serán NEG Micon (Países Bajos) y concederán una garantía de cinco años al equipo a partir de su instalación.

En el recuadro IV.1 se resumen los datos técnicos y económicos del proyecto.

**Recuadro IV.1**  
**Datos técnicos y económicos del proyecto**

- Datos técnicos clave
  - 23 turbinas con 900 kW cada una (NEG Micon, Países Bajos)
  - La producción anual aproximada es de 63 GWh
  - El ahorro anual por concepto de la importación de petróleo es de aproximadamente 3.5 millones de dólares
  - Durante el período de construcción, se utilizarán anualmente 50.000 toneladas de CO<sub>2</sub>
  - El gasto en subcontratos locales superará los 3 millones de dólares
  
- Datos económicos clave
  - Inversión (en millones de dólares)
  - Turbinas eólicas, incluida su instalación 16,500
  - Ingeniería civil: caminos y cimientos 3,000
  - Ingeniería eléctrica: sistema eléctrico del emplazamiento 2,700
  - Conexión eléctrica a la red de Jamaica 1,800
  - Total 24,000
  
- Esquema de financiamiento (en millones de dólares )
  - Donación de los países bajos del 35% del costo de las turbinas eólicas y de equipos relacionados importados desde Holanda 5,000
  - Crédito del Banco Nacional Comercial de Jamaica, respaldado con garantías del gobierno de Jamaica 16,000
  - Capital proveniente de la PCJ, pero que también puede provenir parcialmente de otros organismos de Jamaica 3,500
  - Total 24,500

- Beneficios de los certificados de reducción de emisiones (CRE)

El beneficio económico derivado de la comercialización de CRE se ha estimado en un costo de 5 dólares/tonelada de CO<sub>2</sub>. Los CRE resultantes del proyecto serán comprados por la Corporación Andina de Fomento (CAF).

- Beneficios para Jamaica

Se espera que, a través del suministro de energía eólica a la JPSCo, Jamaica pueda continuar diversificando su conjunto de fuentes de energía y experimente un ahorro en su cuenta anual de petróleo, mientras suministra una fuente de energía inocua para el medio ambiente.

- Objetivos

Objetivos primarios: i) la aplicación de las disposiciones de la política sectorial energética de Jamaica con respecto a las fuentes de energía renovables; ii) la diversificación del conjunto de fuentes de energía de Jamaica; y iii) la utilización de recursos indígenas (sostenibles), especialmente el abundante viento en la isla.

Objetivos secundarios: i) la reducción de las importaciones (basadas en petróleo) en vista del balance comercial; ii) la transferencia tecnológica a Jamaica que eventualmente se traducirá en conocimientos y experiencia locales con un proyecto de energía eólica de gran escala; y iii) la reducción de las emisiones.



Objetivos terciarios: i) uso favorable con el medio ambiente de futuras explotaciones mineras; ii) adopción de medidas tangibles y positivas por parte de Jamaica como país signatario de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, en relación con la reducción de gases de efecto de invernadero; iii) beneficios secundarios educacionales y de investigación para la Universidad de las Indias Occidentales, la UTech y el Consejo de Investigación Científica; y iv) proyecto "ganador" de la región en materia de fuentes de energía renovables en Jamaica y todo el Caribe.

## **2. Brasil: los programas PRODEEM, PROINFA y PROALCOHOL**

### *a. Programa de Desarrollo Energético de Estados y Municipios (PRODEEM)*

El PRODEEM es el principal programa de electrificación fuera de la red auspiciado por el gobierno. Se estableció mediante Decreto Presidencial en diciembre de 1994. Entre 1996 y 2000, el PRODEEM proporcionó 3 MW a través de paneles fotovoltaicos a 3 050 pueblos y benefició a 604 mil personas. El costo total de la inversión fue de 21 millones de reales, la que se financió con fondos del Tesoro Nacional.

En el año 2000, se instalaron otros 1 050 sistemas que beneficiaron a otras 104 mil personas. Para el 2001, el presupuesto total fue de 60 millones de reales, cuando se instalaron 1 086 sistemas y se licitaron internacionalmente otros 3 000 sistemas comunitarios. La propuesta ganadora fue de 37 millones de reales para equipos e instalación, más la operación y el mantenimiento por tres años.

El PRODEEM es un proyecto centralizado, que utiliza un enfoque vertical para identificar los emplazamientos e instalar los equipos. Una de las dificultades que enfrentó el proyecto fue identificar la ubicación adecuada para los equipos que habían sido adquiridos a granel. En el marco de este programa, el gobierno central proporcionó paneles fotovoltaicos que luego se asignaron gratis a los municipios que los solicitaron. En lugar de electrificar hogares individuales, el programa se centró en las escuelas, centros de salud y otras instalaciones comunitarias.

### *b. Programa de Incentivos para las Fuentes Alternativas de Energía Eléctrica (PROINFA)*

Además del programa de etanol para el transporte, también se implementaron recientemente políticas en el sector de la electricidad. El Gobierno Federal ha aplicado diversas medidas para fomentar el uso de fuentes de energía renovables, simplificando así los procesos de autorización y proponiendo precios de comercialización ("valores nominales") adaptados a los costos específicos de cada fuente prevista (viento, pequeñas plantas hidroeléctricas y biomasa).

La Ley Federal 9648/98 se extendió a fuentes renovables, en comunidades aisladas, y a los subsidios a la generación a partir del diesel en el norte de Brasil. Más aún, el Banco Nacional de Desarrollo Económico y Social (BNDES) está estructurando créditos para financiar la interconexión eléctrica a hogares rurales que ya tienen gastos con el kerosén y las baterías y que podrían enfrentar una cuenta de electricidad mensual de 12 reales (3.4 dólares). La Ley 10438/02 estableció el PROINFA, que proporciona incentivos para que las centrales termoeléctricas de biomasa, eólicas y pequeñas plantas hidroeléctricas se conecten a la red nacional.

Además de estipular una compra acumulativa obligatoria de 3 300 MW generados a partir de energías renovables hasta el 2006, el PROINFA persigue alcanzar una participación del 10% de fuentes de energía renovables en la producción de electricidad en los próximos 20 años. Los contratos de compra de electricidad con garantía de quince años suscritos con ELETROBRAS (el servicio de electricidad federal) basarán el precio en el costo promedio ponderado de la generación a partir de centrales termoeléctricas de gas natural y plantas hidroeléctricas con capacidad de más de 30 MW. El

precio pagado por la energía se distribuirá equitativamente entre los consumidores finales. Los productores serán sometidos a inspecciones y se les proporcionarán certificados de energías renovables (Goldemberg y otros, 2003b).

c. Programa PROALCOHOL

El Programa Brasileño del Alcohol (PROALCOHOL) -destinado a producir alcohol a partir de la caña de azúcar- se estableció durante la década de 1970, como consecuencia de las crisis del petróleo, con el fin de reducir las importaciones de petróleo y como una solución al problema de la fluctuación de los precios del azúcar en el mercado internacional. El programa presenta importantes aspectos positivos ambientales, económicos y sociales, y se ha transformado en el programa de energía de biomasa más importante del mundo.

En Brasil, el etanol se utiliza de dos formas: a) como potenciador de octanaje en la gasolina, bajo la forma de una mezcla de 20% a 26% de etanol anhidrido y gasolina, llamada “gasohol”; o b) en motores de etanol puro en la forma de etanol hidratado. La decisión de utilizar la caña de azúcar para producir etanol además del azúcar fue una decisión política y económica que implicó inversiones gubernamentales. Dicha decisión fue tomada en Brasil en 1975, cuando el Gobierno Federal decidió fomentar la producción de alcohol para reemplazar la gasolina, con la idea de reducir las importaciones de petróleo, que estaban imponiendo grandes restricciones a los balances comerciales externos.

El consumo de etanol ha ido aumentando por lo general por su adición a la gasolina como carburante. El aumento en la producción y el uso del etanol como combustible fue posible gracias a tres acciones ejecutadas por el gobierno durante el lanzamiento del programa de etanol: a) la decisión de que la empresa petrolera de propiedad estatal, Petrobras, debía comprar una cantidad garantizada de etanol; b) la creación de incentivos económicos para las empresas agroindustriales que desearan producir etanol, como el ofrecimiento de créditos con bajas tasas de interés entre 1980 y 1985; y c) la aplicación de métodos para hacer atractivo el etanol para los consumidores, por ejemplo, su venta en la estación de servicio a un precio correspondiente al 59% del precio de la gasolina. Lo anterior fue posible debido a que en ese momento el gobierno fijaba el precio de la gasolina.

Actualmente, no existen subsidios a la producción de etanol y éste se vende, por lo general, en un mercado libre, a un precio correspondiente al 60 o 70% del precio de la gasolina, debido a una reducción significativa de los costos de producción. Estos resultados demuestran la competitividad económica del etanol en comparación con la gasolina. Dadas las mayores tasas de consumo para los automóviles que funcionan con etanol puro, el precio del etanol en las gasolineras puede llegar incluso al 80% del precio de la gasolina (Goldemberg y otros, 2003). De hecho, las políticas se han traducido en un cambio exitoso y significativo en la economía.

En Brasil, el Programa del Alcohol fue posible debido al alto precio de la gasolina y a las políticas aplicadas en favor del mismo. En el período 1975-1989, se invirtieron 4.92 mil millones de dólares en el programa (Moreira y Goldemberg, 1999). Sin embargo, el ahorro por concepto de importaciones de petróleo fue mucho mayor, pues alcanzó los 43.5 mil millones de dólares (en dólares del 2001) desde 1975 a 2000 (Goldemberg y otros, 2003b). La gran cantidad de etanol producido permitió una reducción significativa de los costos de producción del alcohol. El precio del etanol pagado a los productores cayó rápidamente después de 1985, debido a los adelantos tecnológicos y a las economías de escala. El coeficiente de progreso de esta tecnología ha cambiado de 92% en el período 1980-1985 a 75% en 1985-2002. Es decir, mientras más bajo es el coeficiente de progreso implica que más han bajado los precios. En consecuencia, una penetración tecnológica eficaz es

aquella que ha alcanzado un bajo coeficiente de progreso. Con respecto a los dólares del año 2002, los coeficientes de progreso del etanol fueron de 93% (1980-1985) y 71% (1985-2002).

Es bien sabido que generalmente el argumento más sólido en contra de las fuentes de energía renovables es su elevado costo y, por lo tanto, su falta de competitividad en comparación con los combustibles convencionales, característica común de los nuevos productos y de las industrias nacientes. De hecho, esto fue lo que sucedió inicialmente con el uso comercial de dichos recursos renovables. Sin embargo, a medida que aumenta su consumo, disminuyen sus costos, como lo demuestra el Programa de Etanol de Brasil.

Hoy, las consideraciones sociales son fuertes determinantes del Programa. Actualmente, en Brasil, la producción de etanol implica unos 700 000 empleos directos, con un índice relativamente bajo de trabajos temporales. Toda la gasolina utilizada en Brasil se mezcla con etanol anhídrido. Además de los vehículos que funcionan con mezcla de alcohol y gasolina (gasohol), en el país existe una flota de unos 3.5 millones de vehículos que utilizan etanol hidratado puro, de los cuales 2.2 millones se encuentran en la Región Metropolitana de São Paulo.

Inicialmente, se redujeron los aditivos de plomo a medida que aumentó la cantidad de alcohol en la gasolina, pero éstos se eliminaron completamente en 1991. Se eliminaron también los hidrocarburos aromáticos y se redujo significativamente el contenido de azufre y de monóxido de carbono. Las emisiones de gases de escape de los hidrocarburos con alcohol son mucho menos tóxicas que las de la gasolina e inducen una menor reactividad atmosférica. Asimismo, el acetaldehído originado por el consumo de alcohol es mucho menos nocivo para la salud humana que el originado por el consumo de gasolina y diesel.

Con un balance prácticamente nulo de emisiones de gases de efecto de invernadero, en el período 1975-2000, el etanol ha permitido reducir emisiones de la gasolina cercanas a los 110 millones de toneladas de carbono (MCT, 2002). En el año 2000, se evitó la emisión de 9.2 millones de toneladas de dióxido de carbono gracias al reemplazo de la gasolina por etanol (CENBIO, 2000; Goldemberg y otros, 2003b).

### **3. Perú: el Plan de Electrificación Rural**

Las encuestas realizadas por la Oficina Técnica de Energía del Ministerio de Energía y Minas, con el objeto de elaborar el Balance Nacional de Energía Útil de 1999, determinaron el empleo de colectores solares planos para el calentamiento de agua en los sectores residencial y comercial de 8 ciudades, especialmente Lima y Callao. En el estudio integral de energía se precisa que “en Perú se puede mencionar como un verdadero éxito la instalación de termas solares en la zona de Arequipa, donde se han relevado 10 092 termas (que corresponde a cerca de 6.7 MW de capacidad total instalada). Además en Perú habría más de 19 600 módulos fotovoltaicos instalados” (Bustamante, 2000).

Salvo por las termas solares y el bagazo, las otras fuentes de energía renovables no tradicionales tienen su campo de acción en las áreas rurales y en los sistemas energéticos y eléctricamente aislados. Sin dejar de reconocer que la energía eólica se está convirtiendo, cada vez más, en los lugares con vientos adecuados, en una fuente que a través de los parques eólicos también puede aportar electricidad a los sistemas interconectados, cabe señalar que en gran medida la energía solar, mediante celdas fotovoltaicas, así como la eólica de baja potencia y las centrales hidroeléctricas de menor capacidad son las principales fuentes generadoras de electricidad en las zonas rurales.

En este sentido, el Plan de Electrificación Rural de Perú se ha orientado justamente en esa dirección, pues ha asociado la extensión de las líneas de distribución con lugares que cuentan con fuentes renovables económicas. En su primera versión, que abarcó el período 1993-2002, el Plan logró que la cobertura nacional de los servicios eléctricos pasara de 57% a 75%. En su segunda versión, la meta es llegar al 91% en el año 2012 (Ministerio de Energía y Minas, 2003). Cabe señalar que, en el año 2000, el nivel de electrificación, sin considerar las zonas urbanas, alcanzaba solo el 32.5% de las familias rurales.

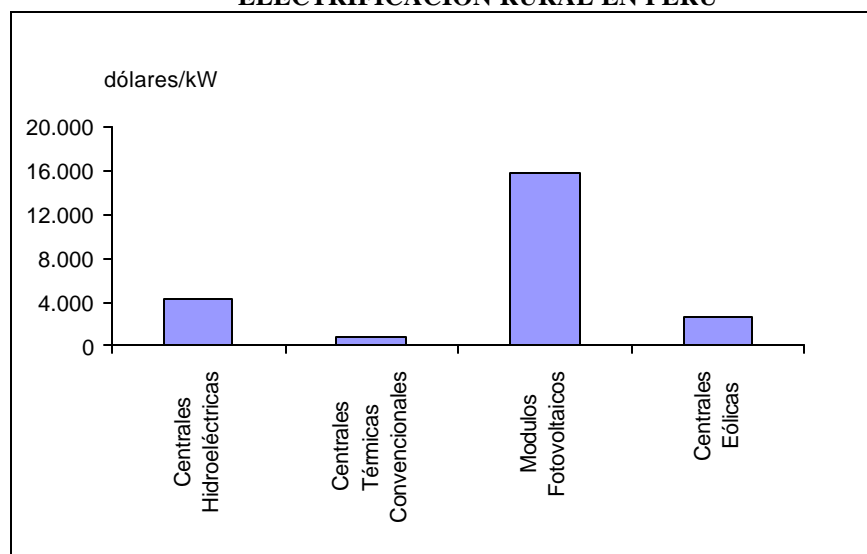
Para los próximos diez años, el Plan de Electrificación Rural identifica 336 proyectos, que comprenden líneas de transmisión, pequeños sistemas eléctricos y pequeñas centrales hidroeléctricas. Se estima que la ejecución de este conjunto de proyectos beneficiará a más de 4 millones de habitantes y significará una inversión total de 960 millones de dólares. En el cuadro IV.2, se sintetizan las metas y las inversiones previstas en este plan, que prevé un incremento en la oferta de generación eléctrica dado por los proyectos de energías renovables de alrededor de 20 MW. En la figura IV.1, se presentan los costos unitarios calculados sobre la base de estos datos, asumiendo que las obras referidas como “fuentes alternativas” son efectivamente módulos fotovoltaicos.

**Cuadro IV.2**  
**INDICADORES DEL PLAN DE ELECTRIFICACIÓN RURAL DE PERÚ, 2003-2012**

	Metas físicas	Unidades
1	Líneas de transmisión (km)	2.928
2	Pequeños sistemas eléctricos (km)	26.567
3	Centrales hidroeléctricas (kW)	7.277
4	Centrales térmicas (kW)	4.680
5	Módulos fotovoltaicos (kW)	6.100
6	Centrales eólicas (kW)	6.200
7	Población beneficiada (habitantes)	4.227.057

Fuente: Ministerio de Energía y Minas, Plan de Electrificación Rural, 2003-2012, Lima, Dirección Ejecutiva de Proyectos, 2003.

**Figura IV.1**  
**COSTOS UNITARIOS DE CAPACIDAD ESTIMADOS PARA LA ELECTRIFICACIÓN RURAL EN PERÚ**



Fuente: Ministerio de Energía y Minas, Plan de Electrificación Rural, 2003-2012, Lima, Dirección Ejecutiva de Proyectos, 2003.

El Plan de Electrificación Rural de Perú contempla aspectos interesantes en relación con el marco jurídico, los mecanismos de financiamiento y las propuestas para la gestión y priorización de los proyectos. El marco general que contiene toda la política de electrificación rural en Perú es la Ley N° 27.744, Ley de Electrificación Rural y de Zonas Aisladas y de Frontera, promulgada en mayo del 2002.

En un intento por equilibrar el tradicional problema de escasez y falta de regularidad de los recursos presupuestarios en la implementación de proyectos de electrificación rural, en la Ley de Electrificación Rural se creó el Fondo de Electrificación Rural (FER), constituido por recursos financieros provenientes de distintas fuentes, a saber: a) el 2% de las utilidades de las empresas generadoras, transmisoras y distribuidoras del sector eléctrico; b) hasta el 25% de los recursos que se obtengan por la privatización de las empresas eléctricas; y c) transferencias del Tesoro Público y recursos de los gobiernos locales y regionales. Además, se establece que los recursos anualmente asignados al FER no podrán ser inferiores al 0.85% del Presupuesto General de la República, alrededor de 85 millones de dólares en promedio de acuerdo con el presupuesto de los últimos años. En este sentido, el FER es un fondo rotatorio en el cual, año a año, se autoriza a la Dirección Ejecutiva de Proyectos del Ministerio de Energía y Minas a invertir como mínimo el 0.85% del Presupuesto General en la ampliación de los servicios eléctricos de Perú.

La metodología de priorización de los proyectos de electrificación rural toma en cuenta tres tipos de factores básicos: i) técnicos (estado actual del proyecto, infraestructura eléctrica existente o futura, coeficiente de electrificación provincial); ii) económicos (valor actual neto social y nivel de inversión per cápita); y iii) sociales (índice de pobreza, ubicación geográfica). El mencionado coeficiente de electrificación provincial da cuenta del nivel de pobreza eléctrica de las provincias, lo que permite dar una mayor prioridad a aquellos proyectos que se ubican en regiones más carentes de electricidad.

En Perú se observa un buen desarrollo de las fuentes renovables, especialmente en el marco de la expansión de los servicios de suministro eléctrico. Existen mecanismos de gestión bastante estructurados y hay preocupación por la racionalidad económica. Por supuesto, queda mucho por hacer, pero la base institucional y de informaciones indica que el camino está trazado y que las actividades en curso están encaminadas en la dirección correcta.

#### **4. Argentina: el Proyecto de Energías Renovables en Mercados Rurales (PERMER) y su modalidad de financiamiento público-privado**

Bajo la coordinación y orientación de la Dirección Nacional de Promoción de la Subsecretaría de Energía Eléctrica, el proyecto está destinado a crear mejores condiciones de vida para los habitantes de zonas rurales alejadas del suministro eléctrico convencional, mediante la utilización de energías renovables para la generación de energía eléctrica. La ejecución y administración del proyecto está a cargo de la Secretaría de Energía, a través de una unidad de coordinación y ejecución (UCP), creada para tal efecto. El desarrollo del proyecto es una actividad conjunta con la provincia participante a través de una unidad de ejecución provincial (UEP).

Dentro de las políticas y reformas institucionales impulsadas por el proyecto, cabe mencionar las siguientes: i) el establecimiento de un mercado energético para la participación del sector privado (cooperativas o empresas) que asegure la sostenibilidad del servicio; y ii) el desarrollo de un marco institucional para la electrificación rural fuera de la red.

a. Beneficiarios y población destinataria

Los beneficiarios finales del proyecto en las provincias donde éste se ejecuta son aproximadamente 54 000 usuarios de bajos ingresos, cifra que puede aumentar a aproximadamente 87 000 usuarios, dependiendo del tamaño de los mercados de las provincias que se vayan incorporando y de sus características socioeconómicas. A estos usuarios se les provee de servicios eléctricos para iluminación y comunicaciones básicas. Además de los beneficios materiales, se espera que haya un considerable mejoramiento de la calidad de vida de estas poblaciones, debido a la posibilidad de disfrutar de una forma limpia de energía para usos finales, como iluminación, comunicaciones y pequeños usos productivos. Se espera que ello repercuta positivamente en la educación, la productividad y el desarrollo social.

Asimismo, el proyecto beneficia al sector privado de la provincia y del país, pues permite la creación de nuevos puestos de trabajo en las áreas de concesión, requeridos por el mantenimiento y las actividades económicas sostenibles basadas en la concesión y expansión del mercado de equipamiento de las plantas de energía renovable. Parte de este equipamiento podrá ser producido por las industrias locales. El gobierno nacional y los gobiernos provinciales también resultan beneficiados, pues se lleva a cabo exitosamente la electrificación de poblaciones rurales dispersas y de servicios públicos rurales (escuelas, dispensarios, puestos policiales).

b) Financiamiento del proyecto

El monto de financiamiento estimado del PERMER es de aproximadamente 58.2 millones de dólares, por lo que constituye uno de los proyectos de mayor envergadura de este tipo en el mundo. De ese total, aproximadamente el 52% será aportado por la Secretaría de Energía a través de un préstamo del Banco Mundial de 30 millones de dólares; el 17% será cubierto por una donación de 10 millones de dólares del Fondo Mundial para el Medio Ambiente (FMAM); el 5% provendrá del Ministerio de Educación para la electrificación de escuelas rurales; el 9% será cubierto con fondos provinciales (provenientes fundamentalmente del Fondo Nacional de la Energía); y el 17% restante corresponderá al aporte del sector privado (concesionarios y usuarios).

El financiamiento de la inversión es diferente según el sector de que se trate. Así, por ejemplo, en el caso de los sistemas residenciales, contempla:

- El aporte del gobierno nacional, compuesto aproximadamente en un 62% por el préstamo del Banco Mundial y la donación del FMAM. (En rigor, a partir de la segunda enmienda al convenio de abril de 2003, el proyecto aporta 4.9 dólares por vatio-pico (Wp) instalado con financiamiento del BIRF más una suma fija variable por equipo con fondos de la donación del FMAM).
- El aporte de los usuarios por el pago de derechos de conexión. Éste representa aproximadamente el 2% del subtotal.
- El aporte provincial del 9% proveniente de fondos eléctricos (FEDEI y FCT).
- El 27% restante será financiado por el concesionario a lo largo del primer período de gestión (15 años). Esta suma, junto con los gastos de operación y mantenimiento, se recuperará a través del cobro mensual. La tarifa será cubierta parcialmente por el aporte de los usuarios y el resto por el aporte provincial proveniente del Fondo Subsidiario para Compensaciones Regionales de Tarifas a Usuarios Finales (FCT) u otros fondos disponibles de la Provincia por concepto de subsidio al usuario abastecido para integrar la tarifa plena prevista en el cuadro arancelario.

c) Resultados obtenidos durante el período 2003-2004

El año 2003 comenzó con la suspensión de desembolsos por parte del Banco Mundial durante el mes de enero. Al normalizarse la situación, se inició una recuperación paulatina pero firme del proyecto:

- Se licitó y adjudicó la provisión de paneles solares y materiales de instalación para 750 equipos solares domiciliarios de 100 Wp cada uno en la Provincia de Jujuy y de 39 equipos fotovoltaicos para 35 escuelas en la Provincia de Tucumán, así como la provisión e instalación de paneles solares en 157 escuelas de la Provincia de Salta.
- Ya está lista para su lanzamiento la licitación de equipamiento solar para 165 escuelas en la Provincia de Santiago del Estero.
- En la Provincia de Río Negro, ya está preparada la licitación de equipamiento para 33 escuelas, la cual fue postergada oportunamente debido a la falta de financiamiento complementario por parte del Ministerio de Educación. La Provincia de La Rioja también ha manifestado su intención de electrificar 148 escuelas.
- Se ha iniciado la ejecución del Proyecto Piloto Eólico en la Provincia de Chubut, cuya primera etapa concluyó con la presentación de un informe por parte del Centro Regional de Energía Eólica, financiado por el PERMER. Como resultado de esta primera etapa, se han elaborado los pliegos para licitar 105 equipos eólicos individuales de 300W y 600W que deberán instalarse en los poblados de Pocitos de Quichaura y Costa de Ñorquinco y en áreas protegidas de la provincia.
- Se ha firmado un acta complementaria del convenio con el Ministerio de Educación, por la cual se extiende su duración en otros dos años. Además se ha firmado la tercera enmienda al convenio suscrito con el Banco Mundial, que permite ampliar la financiación a escuelas a un 80% del monto total, con el objetivo de que, junto con los recursos del PERMER y del Ministerio de Educación, que aporta el 20% restante, se logre electrificar la totalidad de las escuelas del país para fines de 2004. Se ha avanzado en el establecimiento de contactos con la Provincia de Córdoba para electrificar las últimas 108 escuelas que carecen de servicio en la provincia.

### **5. Costa Rica: las plantas eólicas**

Desde 1996, cuando se iniciaron las operaciones del primer parque eólico en Costa Rica, este país ha mantenido el liderazgo en América Latina en cuanto a capacidad de generación de electricidad a partir del viento. Con 62.3 MW instalados en cuatro plantas (tres privadas y una de propiedad del Instituto Costarricense de Electricidad) y una capacidad de generación de energía eléctrica de más de 180 GWh/año, Costa Rica representa un importante caso de éxito en el aprovechamiento de las fuentes de energía renovables en la región.

Las actividades de prospección del recurso eólico fueron iniciadas a principios de la década de los ochenta por el ICE, con el apoyo europeo. Hacia mediados de los noventa, una serie de factores, en particular una sequía, incidieron en que el gobierno de Costa Rica llevara adelante la Ley 7200 que abre la posibilidad de que el sector privado participe en la generación de electricidad a partir de fuentes de energía renovables, y que además define incentivos -deducciones de impuestos a las inversiones- para las instalaciones que las aprovechen. Sin embargo, cabe destacar que las plantas se construyeron y operan sin incentivos de ningún tipo, lo que se debe en gran parte a que los recursos eólicos son muy buenos.

Asimismo, el proceso de electrificación en Costa Rica ha sido todo un éxito. A la fecha, el país ha alcanzado un índice de electrificación del 95% y la demanda eléctrica nacional es cubierta casi en su totalidad a partir de fuentes de energía renovables. Existe un programa que pretende lograr una

cobertura del 100% en el mediano plazo, para lo cual se tiene contemplada la utilización de las fuentes renovables en comunidades aisladas, en las cuales no es viable conectarse a la red central.

### **6. Cuba: electrificación de escuelas rurales mediante sistemas solares**

En el año 2000, con el objeto de proporcionar energía eléctrica a escuelas rurales que carecían de dicho suministro, el gobierno cubano financió directamente un programa de electrificación mediante paneles fotovoltaicos. En menos de un año, se instalaron sistemas solares en 1 994 escuelas, con lo que se benefició a 34 000 niños en las zonas rurales.

Cada sistema comprendía un módulo solar de 165 vatios, un controlador de 20 amperios, un inversor de 250 vatios y un banco de batería de 220 amp/hora. Tres de los sistemas incluyen pequeños generadores eólicos. Este sistema permite operar dos bujías de corriente directa de 15 vatios, un televisor de corriente alterna y un equipo de video para programas educativos, durante cinco horas al día. En caso de no utilizar el equipo de video, el tiempo de utilización del resto de los equipos sube a ocho horas. El costo promedio del módulo solar fue de 1 480 dólares.

Este proyecto fue ejecutado por la organización no gubernamental CubaSolar y la empresa instaladora Ecosol Solar. En el marco de la ejecución de dicho proyecto, se entrenaron brigadas en cada una de las provincias, compuestas por profesores universitarios, estudiantes, maestros de escuelas y otros voluntarios. En total, participaron 25 brigadas, las cuales instalaron los módulos y entrenaron al personal local en el mantenimiento de los sistemas. Cabe señalar que posteriormente ECOSOL ha seguido prestando asistencia, pues cada 90 días, la escuela recibe la visita de un técnico de mantenimiento de dicha empresa. Asimismo, montó un taller de mantenimiento en cada provincia.

En junio de 2001, CubaSolar recibió el premio Global 200 de parte del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) por el programa de electrificación de escuelas rurales. Posteriormente, el gobierno cubano emprendió el programa que pretende instalar una computadora en cada escuela, para lo cual se está agregando un panel adicional.

### **7. México: Programa de Energía Renovable para la Agricultura**

En México, existen tres programas de tamaño considerable que han integrado el aprovechamiento de la energía solar a través del uso de celdas fotovoltaicas. El primero, ejecutado en los años setenta, se relaciona con el sistema de telesecundarias que consiste en aulas ubicadas en zonas rurales que se apoyan de una señal que llega a un televisor que funciona con electricidad generada con fotoceldas. En este programa, se utilizan celdas fabricadas en México por el Centro de Investigación y Estudios Avanzados (CINVESTAV), por lo que el programa no conduce al desarrollo de un mercado de este tipo de tecnologías. El segundo programa, realizado hacia fines de los años ochenta, se orientó a la electrificación de viviendas en el sector rural. En el marco de este programa, se instalaron más de 40 mil sistemas; sin embargo, la mayoría de los equipos dejaron de operar pues no se integraron componentes de mantenimiento y reparación en las estrategias del programa. Por esta razón, no se puede considerar que el programa haya sido un éxito.

El tercer programa, llamado “Programa de Energía Renovable para la Agricultura”, ha sido bastante exitoso y se basa en los trabajos realizados a principios de la década de los noventa por los Laboratorios Sandía bajo el patrocinio del Departamento de Energía de los Estados Unidos. En ese período, se hicieron unas cuantas instalaciones orientadas a aplicaciones agrícolas (bombeo de agua y sistemas de enfriamiento para la conservación de alimentos) en localidades rurales fuera de la red eléctrica, principalmente en el Estado de Chihuahua, al norte de México. En 1994, y en función del éxito de la primera etapa de demostración, el programa integró a la Agencia de los Estados Unidos



para el Desarrollo Internacional (USAID) y al Fideicomiso de Riesgo Compartido (FIRCO). De esta forma, logró expandirse y se instalaron cerca de 200 módulos utilizados específicamente para bombear el agua.

La medida de éxito del programa se establece en función de varios elementos: i) las evaluaciones realizadas demuestran que ha ido creando un mercado de productos y servicios cada vez mayor, a medida que los usuarios de los equipos han manifestado gran satisfacción con los mismos (las calificaciones en confiabilidad y rendimiento superan el 82%); ii) el número de proveedores ha ido aumentando; iii) se han realizado instalaciones sin el apoyo económico del programa; y iv) ha ido disminuyendo el precio de los sistemas.

Asimismo, aunque el programa ha incluido un subsidio parcial para la compra de los equipos, el pago de la parte no subsidiada ha involucrado el desarrollo de mecanismos de financiamiento. El éxito del programa se refleja también en su actual expansión a un programa de mayor escala y que cuenta con el apoyo del Fondo para el Medio Ambiente Mundial del Banco Mundial. Este programa pretende, con una inversión de 35 millones de dólares, instalar 1 152 módulos para bombeo de agua y enfriamiento de productos agrícolas. El programa se centra, principalmente, en la eliminación de barreras de mercado a través del desarrollo de proveedores e incluye mecanismos de financiamiento, capacitación de usuarios y proveedores, normas técnicas para el uso de equipos y sistemas, y la certificación de productos y de proveedores.

Visto como un proceso que se inicia con las primeras instalaciones demostrativas a principios de la década de los noventa, el éxito del programa obedece a varios elementos clave de la estrategia:

- *Enfoque en las actividades productivas.* A diferencia de los programas previos, que se centraron en llevar electricidad a comunidades altamente subsidiadas, este programa se enfocó desde el principio en el apoyo de actividades que representan un incremento de las actividades productivas (y, por lo tanto, de ingresos) de la comunidad. Estos ingresos, a su vez, permiten a los usuarios recuperar los costos de la inversión y constituyen una garantía de pago para posibles financiamientos.
- *Construcción de alianzas y de capacidades locales.* Al ser un programa que se inicia con recursos tecnológicos y técnicos extranjeros, el hecho de que desde el principio se involucre, a través de alianzas con diversas personas e instituciones locales, a técnicos del país y la región donde se instalaron los sistemas, permitió, por un lado, abaratar la instalación y operación de los sistemas y, por otro, gestar el desarrollo de empresas dedicadas a estas actividades.
- *Distribución de costos y riesgos.* Existe primero una distribución de los costos del programa a nivel de gobiernos. Luego se comparten los costos de los programas individuales a nivel de usuarios y de gobierno. De esta forma, el hecho de que el programa no sea gratuito, sino una actividad en la que se comparten los riesgos y éxitos, permite un mayor compromiso de todas las partes, en particular de los usuarios finales.
- *Fuerte componente de asistencia técnica.* Para dar confianza a los actores con respecto a la tecnología utilizada, el programa ha tenido un fuerte componente de asistencia técnica que asegura la atención a los problemas que naturalmente surgen en los procesos de adaptación tecnológica.

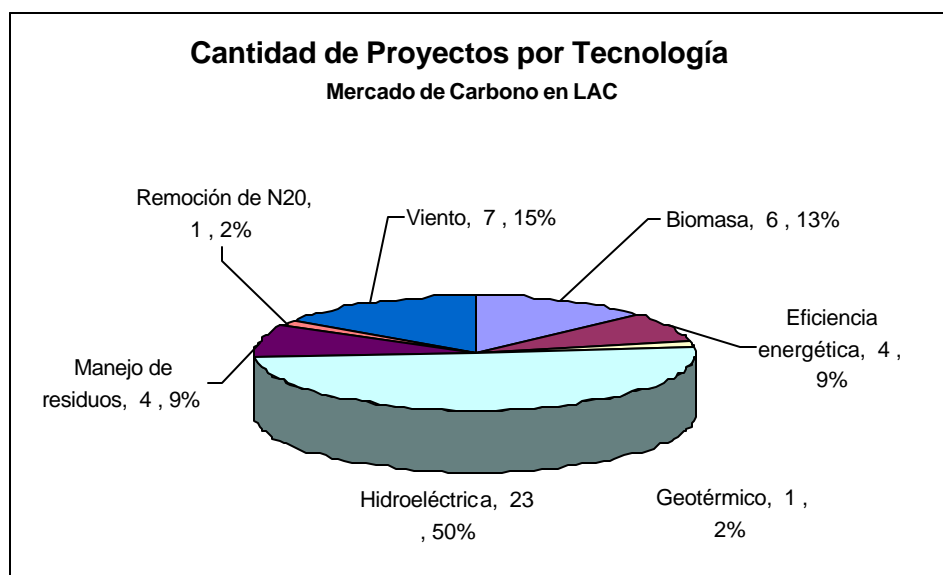
- *Monitoreo.* Relacionado con lo anterior, el programa ha integrado un componente de monitoreo permanente de diversos parámetros técnicos y otros, en particular aquellos relativos a la aceptación de la tecnología.

### C. Mercado internacional de los créditos de carbono

América Latina se ha convertido en el principal proveedor mundial de proyectos de créditos de emisiones asociados a mecanismos de desarrollo limpio (MDL), debido, entre otras cosas, al apoyo institucional de los gobiernos de la región en la implementación del Protocolo de Kyoto, al hecho de contar con sistemas de aprobación de proyectos de MDL que funcionan favorablemente y a la presencia de expertos locales en las instituciones de promoción de dichos mecanismos.

De acuerdo con información de las carteras del Fondo Prototipo del Carbono y la Agencia Especializada del Gobierno de Holanda, SENTER, los proyectos latinoamericanos representan el 29% y 48% respectivamente de los montos totales negociados en sus carteras mundiales. En este sentido, para ambos fondos, América Latina es la región más importante. De un total de 46 proyectos latinoamericanos, 50% son hidroeléctricos, 15% eólicos, 13% de biomasa, 9% de gestión de residuos sólidos, 9% de eficiencia energética, 1% geotérmicos y 1% de remoción de óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) (véase la figura IV.2).

**Figura IV.2**  
**MERCADO DEL CARBONO EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE**  
**PROYECTOS POR TIPO DE TECNOLOGÍA**



Fuente: L. Eguren, El mercado de carbono en América Latina y el Caribe: balance y perspectivas, Santiago de Chile, CEPAL, 2003, por aparecer.

La inexistencia de proyectos de secuestro de carbono, salvo por dos casos en Brasil, se explica por el hecho de que las normas para proyectos de este tipo aún no están totalmente definidas y, por lo tanto, los fondos de inversión no se arriesgan a invertir en ellos.

La mayor participación de proyectos hidroeléctricos en la cartera de proyectos de MDL de la región se debe, entre otras razones, a que dichos proyectos generalmente reducen importantes cantidades de emisiones, lo que permite contar con ingresos significativos por concepto de su venta y costear los costos de transacción de la operación de MDL. Además, es relativamente sencillo calcular

la cantidad de emisiones que reducirían, así como establecer el plan de monitoreo y verificación. Estos proyectos y en general los proyectos de generación eléctrica interconectados a las redes eléctricas nacionales, como la mayoría de los eólicos, cuentan con criterios, desarrollados principalmente por el Banco Mundial, para establecer su adicionalidad.

Los proyectos de generación de energía a partir de la biomasa tienen una participación importante debido a que permiten sustituir los combustibles fósiles. Esto es lo que sucede, por ejemplo, con los proyectos que fomentan el uso del carbón vegetal de plantaciones sostenibles o el aprovechamiento de los residuos agrícolas como fuente de energía. Estos proyectos utilizan la energía para los procesos industriales, la cogeneración y/o la producción de energía eléctrica y el suministro de la misma al sistema interconectado.

Los proyectos de manejo de residuos sólidos, de los cuales sólo se estaban negociando cuatro a septiembre de 2003, pertenecen al sector que tal vez presenta el mayor potencial de proyectos de MDL. Se trata de proyectos que reducen grandes cantidades de emisiones de gases de efecto de invernadero a un costo relativamente bajo, son claramente adicionales y sus ingresos por concepto del carbono aumentan significativamente su rentabilidad.

En algunos estudios preliminares sobre el mercado de carbono, se señaló que México y Brasil ofrecerían las mayores posibilidades dentro de la región para el desarrollo de proyectos de MDL, debido básicamente al tamaño de sus economías y a su desarrollo industrial. Ello explicaría en parte, al menos para el caso de Brasil, su importancia actual como el país de la región con mayores montos negociados en el mercado del carbono. Sin embargo, países grandes como Argentina y México no han tenido una participación importante, mientras que países pequeños y medianos -como Chile, Colombia, Panamá y Costa Rica, entre otros- sí la tienen (cuadro IV.3).

**Cuadro IV.3**  
**PAÍSES DE AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE EN EL MERCADO MDL**

País	Cantidad de Proyectos	Monto (US\$ millones)	Emisiones (tCO <sub>2</sub> e)
Nicaragua	1	0.5	141,600.0
El Salvador	2.	1.4	347,400.0
Bolivia	1	1.8	713,990.0
Jamaica	1	2.5	457,200.0
Guatemala	2	8.1	2,168,231.0
Ecuador	7	11.2	3,239,320.0
México	3	17.7	5,083,400.0
Perú	3	20.2	6,026,191.0
Costa Rica	7	21.0	4,765,201.0
Panamá	3	21.4	3,952,735.0
Colombia	3	22.7	9,653,000.0
Chile	5	27.3	7,423,973.0
Brasil	8	54.9	11,319,026.0
<b>TOTAL</b>	<b>46</b>	<b>210.6</b>	<b>55,291,267.0</b>

**Fuente:** L. Eguren, El mercado de carbono en América Latina y el Caribe: balance y perspectivas, Santiago de Chile, CEPAL, 2003, por aparecer.

Este hecho podría explicarse básicamente por dos razones: i) la existencia de oportunidades para el desarrollo de las fuentes de energía renovables gracias a políticas de Estados favorables y a la

cantidad de recursos energéticos renovables; y ii) el dinamismo institucional interno para la promoción de MDL, como se ha observado principalmente en Costa Rica y Colombia.

Dado el estado actual del mercado, resulta imposible clasificar a los países según el tamaño de los proyectos que han ofrecido, debido principalmente a que aún son pocos los proyectos presentados por cada uno de ellos. Panamá, por ejemplo, es un país pequeño, pero que ha presentado un proyecto hidroeléctrico relativamente grande con un contrato de venta de reducción de emisiones por más de 18 millones de dólares. Esta cifra es mayor que el monto total negociado de los siete proyectos presentados por Ecuador y prácticamente igual al de todos los proyectos de Costa Rica. Algunos países como Brasil han presentado proyectos pequeños así como otros relativamente grandes.

En general, los proyectos de gran envergadura no son bien vistos en este mercado ambiental pues generan un gran impacto ambiental en las áreas aledañas. En este sentido, el Fondo Prototipo del Carbono del Banco Mundial ha buscado proyectos hidroeléctricos que no superen los 100 MW de capacidad y cuyos embalses se ajusten, en términos de tamaño, a las restricciones internacionales medioambientales. De hecho, ningún proyecto de energías renovables de los proyectos de MDL identificados en este documento supera los 100 MW de capacidad.

## **D. Consecuencias de los acuerdos internacionales**

### **1. Protocolo de Kyoto<sup>19</sup>**

Resulta fundamental que el comercio internacional de emisiones sea idóneo, para lo cual deben tomarse en cuenta proyectos delimitados y específicos, a fin de influir en las políticas energéticas de los países, en particular de los latinoamericanos, con miras a lograr una visión integral de la sostenibilidad.

Por otra parte, todos estos esquemas se basan en las orientaciones y los mecanismos definidos en el Protocolo de Kyoto, firmado en 1997 y aún en etapa de ratificación por parte de los países signatarios. Hasta la fecha, ya ha sido ratificado por 111 países (a saber, la Unión Europea y todos los países latinoamericanos con la excepción de Venezuela); Rusia está discutiendo su ratificación y los Estados Unidos y Australia han decidido no adherirse a la iniciativa.

Para que el Protocolo entre en vigor, es condición necesaria que al menos 55 países lo hayan ratificado y que éstos representen, por lo menos, el 55% de las emisiones mundiales de CO<sub>2</sub> en 1990. Actualmente el nivel acumulativo de emisiones alcanza sólo el 44.2%, por lo que es necesario que Rusia, que representa el 17.4% de las emisiones mundiales, ratifique el Protocolo.

El problema radica en que su ratificación está hoy en manos del Parlamento Ruso (la Duma) y depende de la prioridad que éste le otorgue en su agenda política. Considerando el complejo panorama político mundial y el estado de las diferentes negociaciones sobre otros asuntos globales de mayor urgencia y gravedad para Rusia, no está claro que la Duma tenga definitivamente el interés ni la intención de ratificar el Protocolo en el futuro inmediato. De acuerdo con algunas especulaciones, Rusia podría haber ratificado el Protocolo de Kyoto en el marco de la Conferencia de las Partes en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CoP 9), celebrada en Milán en diciembre de 2003. Según otros analistas, ya se preveía un proceso de “análisis de conveniencia” bastante más prolongado de parte de Rusia, el que podría finalizar no antes de la primera mitad de 2004.

---

<sup>19</sup> Extractado de Coviello (2003).

De todos modos, cabe preguntarse qué otros escenarios posibles, en reemplazo del Protocolo de Kyoto, podrían vislumbrarse en relación con la aplicación de medidas globales para la mitigación del cambio climático y la puesta en marcha de “mercados globales de créditos de carbono”.

De acuerdo con la opinión de muchos analistas, lo más probable es que, de no ratificarse el Protocolo de Kyoto, se generen en forma casi simultánea, pero autónoma, diferentes mercados bilaterales o multilaterales del carbono basados en el tamaño, las características y las reglas del juego de los diversos “monomercados” del carbono actualmente operativos.

En este sentido, es posible que se creen al menos tres grandes mercados geográficos: uno liderado por la Unión Europea, otro manejado por los Estados Unidos más los países que no hayan ratificado el Protocolo de Kyoto (Australia, Filipinas, Indonesia e Israel) y otro vinculado al mercado japonés. En este escenario, los países de América Latina tendrían entonces la posibilidad de desempeñar un papel estratégico, ya que podrían, por ejemplo, acceder selectivamente a los tres mercados, ofreciendo su altísimo potencial de generación de créditos, tanto en materia energética (fuentes renovables y eficiencia energética) como en el ámbito del uso del territorio (forestación, reforestación, etc).

Por lo tanto, al parecer sería necesario realizar un esfuerzo de coordinación y homogeneización de los diferentes enfoques e intereses de los países de América Latina en materia de cambio climático, a fin de discutir en forma conjunta y sinérgica el posible papel de la región en el marco de los diferentes escenarios futuros, tanto en el caso de que se ratifique el Protocolo de Kyoto como de que ello no suceda.

Como se señaló más arriba, actualmente el valor de la tonelada de CO<sub>2</sub> equivalente fluctúa entre los 3.5 y los 5 dólares. Resulta extremadamente arriesgado dar un valor futuro a esta mercancía ambiental. Ello obedece no tanto a razones económicas, sino principalmente político-estratégicas.

La incertidumbre existente en relación con la ratificación del Protocolo de Kyoto de parte de Rusia y la negativa de los Estados Unidos de adherirse al mismo representan dos factores fundamentales para entender la dificultad de la proyección de los precios.

Esto ha sido demostrado por las significativas modificaciones de precios y volúmenes de intercambio propuestas antes y después de la negativa estadounidense. Previo a la decisión del Presidente Bush de no participar en Kyoto, las proyecciones del mercado mundial de los créditos de emisiones asociadas a los mecanismos de desarrollo limpio fluctuaban entre los 2 800 y los 21 000 millones de dólares, con un precio del CO<sub>2</sub> variable entre los 10 y los 37 dólares/tonelada.

Hoy, a raíz de la ausencia definitiva del mayor actor internacional en el mercado, las proyecciones son extremadamente más conservadoras, con precios que no superan jamás los 7 dólares/tonelada y volúmenes de intercambio bastante inferiores a los 1 000 millones de dólares. Esto, además, siempre y cuando el Protocolo sea efectivamente ratificado por Rusia, que de acuerdo con estudios recientes, sería el mayor beneficiario de la creación de un mercado global de emisiones, ya que podría ganar cerca de 10 000 millones de dólares por concepto de la venta de su “aire caliente”.

En el caso de que entre en vigor el Protocolo, los países latinoamericanos se beneficiarían de este nuevo mercado global –aunque con precios particularmente no elevados- debido a que:

- El volumen potencial de emisiones que América Latina podría vender a los países industrializados es enorme, tanto en el rubro energético (proyectos de energía renovables y de eficiencia energética) como forestal (proyectos de forestación y reforestación);

- Como vimos anteriormente, a la fecha, América latina es sin duda alguna el continente con más proyectos y experiencia en términos de la implementación de iniciativas de terreno asociadas a la venta de créditos de carbono, lo que induciría a una fuerte competencia en la captación de recursos.

## 2. Organización Mundial del Comercio (OMC)

La liberalización multilateral del comercio del sector de energía se ha visto enfrentada a tres problemas: la necesidad de definir ampliamente las distintas actividades del sector, tanto de bienes energéticos como de servicios de energía; el desmantelamiento de las estructuras monopólicas estatales y la consecuente desconcentración de los servicios públicos integrados verticalmente; y los cambios en los marcos normativos y de políticas públicas en materia de energía.

Una definición amplia debería contener criterios claros respecto de las diferencias entre los productos y servicios energéticos, y definir qué productos se consideran mercancías, como el petróleo y los combustibles sólidos. Algunos países no consideran el gas y la electricidad como servicios, sino como productos, por lo que se les aplica incluso la consolidación arancelaria.<sup>20</sup>

Respecto del segundo problema, es decir, el desmantelamiento de las estructuras monopólicas y lo que esto significa en términos de restricciones y distorsiones al comercio, en la mayoría de los países de América Latina no es la excepción. Los gobiernos han intervenido directa o indirectamente el sector de energía a través de instrumentos financieros y de administración (regulaciones, impuestos, transferencias presupuestarias). Algunos sectores como el de la energía, por lo general contienen algún componente de monopolio natural, por lo que muchos países los dejan fuera de la negociación o bien con reservas.<sup>21</sup>

Por otro lado, los servicios de gobiernos explícitamente excluidos del Acuerdo General sobre el Comercio de Servicios (AGCS) tampoco proscriben los monopolios estatales ni privados. Además, no se puede obligar a un Estado a privatizar las industrias de servicios. Asimismo, los servicios gubernamentales no están sujetos a compromisos en materia de acceso a mercado y trato nacional. Sin embargo, puede ocurrir que un gobierno desee contraer un compromiso sobre el nivel de competencia extranjera en un determinado sector por considerar que éste representa una función gubernamental o por cualquier otro motivo. En ese caso, las obligaciones del gobierno son multilateralmente mínimas. Se exige transparencia en cuanto a la reglamentación del sector y la no discriminación entre los proveedores extranjeros. Aquellas decisiones unilaterales de los países que afecten a terceros en materia de apertura del sector y que no se encuentren consolidadas en una oferta concreta son por lo general tratadas localmente de manera bilateral.

El tercer problema, relacionado con el anterior, se refiere a la transparencia en el marco normativo del sector de energía. Trátese o no de un sector controlado por el Estado, la transparencia es una condición necesaria en el sistema multilateral del comercio de servicios. Los gobiernos deben publicar toda la información sobre las leyes y los reglamentos de cualquier sector de servicios.<sup>22</sup> Lo mismo sucede con los regímenes de incentivos y subsidios, independientemente de que éstos no estén

<sup>20</sup> En el Sistema Armonizado de Designación y Codificación de Mercancías de la Organización Mundial de Aduanas (OMA), la electricidad es clasificada como petróleo, carbón y gas.

<sup>21</sup> Chile, por ejemplo, en sus acuerdos de libre comercio tiene una reserva del anexo II, que le permite adoptar nuevas medidas que contravengan las obligaciones del tratado, para servicios ambientales relacionados esencialmente con el agua y su tratamiento. El anexo I permite proteger la facultad presidencial para otorgar discrecionalmente las concesiones para la explotación de recursos energéticos en el territorio nacional.

<sup>22</sup> Las modificaciones a la reglamentación aplicada a los servicios que son objeto de compromisos específicos se notifican a la Organización Mundial del Comercio (OMC). Cuando un gobierno adopte una decisión administrativa que afecte a un servicio, deberá también prever un instrumento imparcial de revisión de la misma (por ejemplo, un tribunal).

regulados en el sistema multilateral de comercio. “Los compromisos de liberalización no afectan el derecho de los Estados a establecer niveles de calidad, seguridad o precio o de promulgar reglamentaciones encaminadas al logro de cualquier otro objetivo de política que considere oportuno”.<sup>23</sup> Cabe señalar que en la negociación comercial del sector de servicios de energía, por tratarse de un sector especialmente sensible para muchos gobiernos, los Estados tienen objetivos claros en cuanto al grado de liberalización<sup>24</sup> al que están dispuestos a llegar y que generalmente corresponden con sus políticas energéticas nacionales.

- Tratamiento comercial del sector de servicios energéticos

Si bien el modo de suministro relacionado con la presencia comercial está vinculado al tema de la inversión, esta vinculación es limitada. En realidad, las normas multilaterales de comercio sólo se aplican a la inversión en la prestación de servicios de energía, así como al comercio transfronterizo de servicios energéticos y no se extienden a la producción de bienes energéticos. La instancia dentro de la OMC que atiende temas relacionados con la inversión dirigida a la producción de bienes físicos<sup>25</sup> es el Acuerdo sobre las medidas en materia de inversiones relacionadas con el comercio (TRIM). En dicha normativa, por lo general se tiende a afectar más al comercio transfronterizo de bienes que al establecimiento de las empresas propiamente tal (presencia comercial). Las TRIM básicamente combaten la exigencia de requisitos de desempeño en temas de comercio internacional que se establecen a las inversiones extranjeras en los países anfitriones y dejan fuera al comercio de servicios. En cambio, en el Acuerdo General sobre el Comercio de Servicios (AGCS) está regulado el establecimiento de proveedores de energía y no existen disposiciones sobre las inversiones en productos energéticos.

No obstante, el marco multilateral sí contempla normas vinculantes en contra de la constitución de monopolios y la existencia de productores exclusivos de servicios. Además sólo se regulan las prácticas monopólicas que puedan afectar a otras industrias relacionadas no monopólicas (*arms-length*). Asimismo, en el marco legal, contribuye al combate de prácticas comerciales restrictivas.<sup>26</sup> En el caso de la energía, el aspecto esencial de las normas sobre competencia se relaciona con el acceso a redes de transmisión y distribución de electricidad.<sup>27</sup>

Si bien se han alcanzado más logros en el área de servicios de energía que en el área de bienes, existe una propuesta por parte de algunos países, como Japón, de incluir estos bienes en las listas de bienes ambientales. Por otro lado, como resultado de la Cuarta Conferencia Ministerial de la OMC, celebrada en Doha, en la negociación de servicios sólo se han considerado dos subsectores relacionados con el transporte de bienes energéticos incluidos en la lista sectorial de los servicios de la OMC (W120), aunque hasta la fecha no se han experimentado avances al respecto.

- Energías renovables

Si bien no se incluyeron las energías renovables en la lista sectorial, el crecimiento de esta industria ha llevado a algunos países a hacer propuestas en la OMC. El uso de fuentes de energía

<sup>23</sup> [www.wto.org](http://www.wto.org)

<sup>24</sup> Los países asumen compromisos específicos mediante la presentación de “listas de compromisos específicos” o liberalización a través de listas positivas.

<sup>25</sup> La inversión no fue considerada en la Ronda Uruguay, pues la atención se centró en aquellos temas que influían directamente sobre los flujos de comercio e inversión extranjera. Surgen así los Acuerdos sobre las medidas en materia de inversiones relacionadas con el comercio (TRIM) que se refieren a las políticas de inversión que distorsionan los flujos de comercio. Existe el compromiso de no aplicar este tipo de acuerdos al trato nacional en materia de tributación y reglamentación interiores (Art. III) y eliminación general de las restricciones cuantitativas (Art. XI)

<sup>26</sup> El artículo IX del AGCS C intenta combatir las prácticas comerciales restrictivas.

<sup>27</sup> Por ejemplo, en el caso de la Unión Europea, los Estados pueden optar por el acceso de terceros o por el modelo de comprador único para la organización de redes de transporte y distribución.

renovables en los países miembros de la OCDE contribuye a la seguridad de su abastecimiento interno. Sin embargo, aún siguen importando de países no miembros de la OCDE un 15% del gas y un 50% del petróleo que consumen. Un indicador que refleja la creciente importancia de las fuentes de energía renovables es el porcentaje del presupuesto destinado a la investigación y el desarrollo en los países de la OCDE, en contraposición con el destinado a la ID sobre el carbón.

La clave del desarrollo sostenible es asegurar que el precio y la estructura de incentivos reflejen los costos y beneficios reales de la producción y el consumo. Los efectos ambientales generados a raíz de la eliminación de las restricciones y distorsiones comerciales dependen de cómo afectará esta situación a los precios de la energía, cómo se verá afectado el consumo con el cambio de precios y de cómo se enfocará la ID con respecto a esta nueva realidad.

En un estudio realizado por la Administración de Información Energética (IEA) en 2002, se indica que la eliminación de los subsidios, esencialmente al consumo, conduce a una reducción de la demanda de importación de energía en aquellos países anteriormente importadores netos de energía, lo que incrementa la disponibilidad de exportaciones de energía.<sup>28</sup>

### **3. Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLC)**

Una de las formas de abordar el tema de la liberalización del sector de energía en las negociaciones comerciales en América Latina consiste en llevar a cabo un análisis de los distintos esquemas de integración comercial regional y las posibilidades de negocios que se presentan a los países.

El Tratado de Libre Comercio de América del Norte contiene disposiciones claras respecto de distintas áreas del sector de energía. En el capítulo VI, que trata sobre la energía y la petroquímica básica, se incluyen medidas relacionadas con bienes energéticos y petroquímicos básicos, así como otras relativas a la inversión y el comercio transfronterizo de servicios vinculados a bienes energéticos. El artículo 606 se refiere a las medidas reguladoras en materia de energía como las “medidas establecidas por entidades federales, estatales o provinciales que afecten directamente al transporte, conducción o distribución y compra-venta de un bien energético o petroquímico básico”. Básicamente, este es el marco en el que se desarrolla la negociación y liberalización del sector de energía en el TLC. Muchas de las disposiciones se generan a partir de la negociación multilateral. En este sentido, algunos bienes energéticos podrían incluirse eventualmente en la lista de bienes ambientales propuestos para acceder a los mercados. Cabe señalar que la clasificación de industrias de bienes y servicios ambientales de la OCDE incluye en la categoría de productos y tecnologías limpias a los productos no contaminantes/eficientes en cuanto al uso de recursos y, en la categoría de gestión de recursos, al calor/ahorro de energía y equipos y plantas de energía renovable.

Probablemente, una de las consecuencias más importantes del TLC en el sector de energía es haber logrado que PEMEX y la Comisión Federal de Electricidad (CFE) abrieran sus procesos de adquisición a proveedores extranjeros. Por otro lado, en México, algunos equipos importados que contienen tecnologías limpias quedan automáticamente exentos de pagar aranceles, producto de la política “arancel cero” adoptada por el gobierno de México en 1996 con el objeto de estimular las inversiones dirigidas al control de la contaminación. Cabe señalar que esta medida se encuentra fuera del marco del TLC.

Actualmente, el tema de mayor interés se relaciona con la liberalización del sector de la electricidad. Según el Organismo Internacional de Energía, durante la próxima década, la inversión total requerida para la expansión de la capacidad de generación eléctrica de América del Norte será

---

<sup>28</sup> Véase IEA (1999, pp. 62-69).



muy elevada, sobre todo en México (aproximadamente el 3% del PIB), fundamentalmente por su intención de modificar la composición del parque de generación por tipo de combustible.

Además, existe un interés explícito de los tres países (Estados Unidos, Canadá y México) por generar un mercado de la industria eléctrica que les permita un suministro de energía confiable y favorable para la salud y el medio ambiente. En 2001, algunas empresas eléctricas, inversionistas y planificadores de política energética manifestaron su intención de construir, para el año 2007, alrededor de 2 000 nuevas unidades de generación de energía en América del Norte, lo que representa más de un 50% de la capacidad instalada.<sup>29</sup> La eliminación de las barreras al comercio y a la inversión en el sector de la electricidad podría incluir iniciativas gubernamentales importantes (por ejemplo, la adquisición y el comercio de equipos) que estimulen el acceso a tecnologías limpias favorables para el medio ambiente. Estas medidas repercuten a su vez en el diseño de políticas públicas relativas a infraestructura, tipos de fuentes de energía y su acceso a los mercados, normativa y reglamentos ambientales, e incorporan a las instituciones del TLC (cooperación y convergencia normativa)<sup>30</sup>.

En materia de fuentes de energía renovables, se han emprendido algunas iniciativas en América del Norte, tanto en los Estados Unidos (las subastas invertidas para fuentes renovables en California y las instalaciones de energía eólica) como en Canadá y México (proyectos de generación de electricidad a partir de fuentes renovables que ya participan en el mercado). La puesta en marcha de este tipo de proyectos requiere de la participación de los gobiernos para crear condiciones de mercado propicias para el uso de este tipo de energías. El financiamiento de las energías renovables ha sido uno de los temas de mayor preocupación en los tres países. Como una forma de promover la generación y el consumo de energía renovable se han creado dos tipos de mecanismos: el fondo de inversión conjunta público-privado en energía limpia y las iniciativas de precio verde.<sup>31</sup>

Dentro de la Comisión para la Cooperación Ambiental (CCA) de América del Norte también se ha dado importancia al desarrollo del criterio de uso eficiente de la energía, el cual varía de acuerdo con la tecnología y región. El mayor potencial para lograr un uso más eficiente de la energía en Canadá y los Estados Unidos se encuentra en las modificaciones a los códigos de construcción destinadas a lograr mejoras en las edificaciones residenciales y comerciales.

A nivel de iniciativas nacionales que estimulen la creación de mercados de energías renovables, los países han adoptado algunas iniciativas. De acuerdo con datos proporcionados por la Administración de Información Energética, dentro de las medidas recientemente adoptadas por algunos países en materia de energía se encuentran algunas modificaciones a sus políticas de incentivos sectoriales, que repercuten en sus políticas comerciales y de inversión. Brasil, por ejemplo, ha eliminado algunos importantes subsidios al consumo de energía fósil, aunque aún existen ciertos subsidios importantes a la producción. Asimismo, se han implementado una serie de programas de fuentes de energía renovables, entre los que destaca el PROINFA, que prevé para el año 2006 la instalación de 3 300 MW generados a partir de fuentes renovables.

---

<sup>29</sup> Según información proporcionada por Resources Data International/Platts para Canadá y los Estados Unidos y por la Comisión Reguladora de Electricidad y la Comisión Federal de Electricidad para México.

<sup>30</sup> La lista de instituciones se encuentra en el Anexo E del TLC Entre las instituciones más importantes se encuentran el Consejo de Confiabilidad Eléctrica de América del Norte y el Consejo Coordinador del Sistema Occidental, entre otras.

<sup>31</sup> Mediante esta forma, el sobreprecio de la electricidad que no daña el medio ambiente se carga a los consumidores finales.

## CAPITULO V

### FORMULACIÓN DE POLÍTICAS PÚBLICAS: TEMAS RELEVANTES, PROPUESTAS Y ACCIONES PARA LA PENETRACIÓN DE LAS FUENTES RENOVABLES

#### A. Marco teórico para la formulación de la política energética<sup>32</sup>

##### 1. Entorno, objetivos y secuencia

Dada la amplitud temática y metodológica que supone el tratamiento de este tema, en esta sección se hará una síntesis de los principales aspectos a considerar en la formulación de una política energética que propenda al desarrollo sostenible, como su secuencia lógica y la coordinación y coherencia de las diferentes fases y actores.

##### *a. La política energética deriva de la política nacional de desarrollo*

La política de desarrollo dirige su atención a los aspectos estructurales del sistema socioeconómico. Por tanto, se trata de una política de largo plazo. Sus elementos componentes pueden agruparse en dos grandes conjuntos estrechamente vinculados: las políticas generales o transversales (de precios e ingresos, de empleo y formación de recursos humanos, financiera, comercial, institucional, tecnológica) y las políticas sectoriales (minera, agropecuaria, forestal, industrial, energética, de transporte). Estas políticas están dirigidas a diseñar e impulsar una trayectoria de desarrollo nacional y, en tal sentido, están sometidas a condicionamientos internacionales y deben desenvolverse en situaciones de poder compartido. En consecuencia, la construcción de su viabilidad es una parte esencial de la estrategia de implementación.

De esta forma, la política energética es una política sectorial inserta en la política socioeconómica de largo plazo. Por otra parte, atendiendo al hecho de la existencia de diferentes cadenas productivas al interior del sistema energético, la política correspondiente puede desagregarse de manera semejante a la política de desarrollo: las políticas generales o transversales (de abastecimiento, de precios, financiera, institucional, tecnológica, medioambiental, de uso racional de la energía, de formación de recursos humanos, etc.) y las políticas subsectoriales (petrolera, gasífera, eléctrica, nuclear, carbonífera, fuentes nuevas y renovables). Es claro que las políticas generales o transversales propias del sector energético deberían ser una especificación particular de las correspondientes de la política general de desarrollo.

##### *b. El Estado debe definir la política energética*

El Estado tiene la responsabilidad ineludible de diseñar y poner en práctica una política energética activa que supone intervenciones selectivas en aquellos casos donde el mercado no funciona plenamente. Por tanto, no puede dejar en manos sólo de los actores privados la asignación y el uso de los recursos a través de decisiones descentralizadas. De hacerlo así, la coincidencia de los intereses privados y sociales solo podría darse si no existieran efectos externos a los mercados, no existieran recursos de propiedad común y las racionalidades fueran absolutamente iguales. Sin embargo, esa situación hipotética se encuentra muy alejada de las realidades concretas y, en consecuencia, existen varias

<sup>32</sup> Extraído de CEPAL/OLADE/GTZ (2003)

razones que justifican la necesidad de la intervención del Estado en los sistemas energéticos por medio de políticas activas.

*c. La política energética debe situarse en un contexto sistémico*

Tomando en cuenta la importancia de las interacciones del sistema energético con la economía, la sociedad civil, el ambiente natural y la política, resulta evidente que la formulación de una política energética que pretenda promover el desarrollo sostenible debe tener un carácter necesariamente sistémico.<sup>33</sup>

*d. Nuevas condiciones de contexto para la política energética*

Las transformaciones introducidas en la estructura productiva e institucional y en las modalidades de funcionamiento de los sistemas energéticos de la región implican, en términos generales, un profundo cambio en las condiciones de formulación e implementación de la política energética. En general, los procesos de reforma aplicados a las industrias energéticas implicaron un tránsito desde la modalidad de control central, con predominio absoluto de empresas de carácter público, hacia una diversidad de situaciones, caracterizadas por políticas activas con diferentes grados de intervención del Estado y un mayor rol de los mecanismos de mercado y la presencia creciente de actores privados. Resulta claro que cuando se hace referencia al Estado, no es posible concebirlo como un actor único, internamente homogéneo, sino como un conjunto de actores que muchas veces defienden visiones o intereses parcialmente divergentes o contradictorios.<sup>34</sup>

*e. Secuencia lógica*

Los objetivos identificados dentro de la formulación de la política responden a la pregunta ***qué*** se pretende alcanzar como situación deseable en el futuro; las líneas estratégicas habrán de establecer ***cómo*** se piensa lograr ese tipo de situación futura; a su vez, los instrumentos habrán de constituir los ***con qué*** lograr plasmar esas estrategias y, por último, las actividades o acciones a través de las cuales se logra concretar el uso de los diferentes instrumentos responden al interrogante ***por medio de qué*** se efectivizará la implementación de la política.

## **2. Los instrumentos de política para profundizar y perfeccionar los procesos de reformas**

Dentro del contexto general de reforma del Estado, el sector energético de América Latina y el Caribe transitó por un proceso de cambios estructurales que aún no ha terminado. Ya entrada la década de 2000, se observa un abanico de situaciones que van desde países donde el Estado y las empresas públicas siguen jugando un rol protagónico, tanto en lo que se refiere a energía eléctrica como hidrocarburos, hasta otros casos en que ese rol le ha sido asignado a los mecanismos del mercado y el sector privado. Por supuesto que en el medio de esos extremos se encuentran un conjunto amplio de opciones mixtas.

De esta forma, en varios países entonces, el Estado ya no tiene a su cargo las funciones empresarias y el control directo sobre las actividades del sector. En esos países, una vez plasmada la nueva estructura de la organización productiva e institucional y los marcos regulatorios fundamentales del sistema, los instrumentos de intervención que le quedan al Estado son de

<sup>33</sup> La sociedad civil puede constituir organizaciones intermedias de carácter privado no corporativo (ONG) que pueden desempeñar roles vinculados con la defensa de los derechos del ciudadano ante las instancias de carácter público o privado, así como en la capacitación y difusión de tecnologías renovables.

<sup>34</sup> Véase Lerda, Acquatella y Gómez (2003, pp. 12 y 13).

carácter básicamente indirecto. Esto no significa que no tenga la posibilidad de tomar medidas dispositivas o de acción directa en cierto ámbitos; lo que se pretende expresar es que, en los casos en que se haya optado por las modalidades de coordinación sustentadas en los mecanismos de mercado, la mayor parte de los instrumentos podrán promocionar o desestimular ciertos tipos de conductas por medio de beneficios o costos de carácter económico.

Esta nueva conformación de los sistemas de abastecimiento energético se agrega a la presencia preexistente, en el ámbito del consumo final de energía, de un amplio número de decisores que pueden tener una racionalidad diferente de la que se pretende impulsar desde la política energética. Además, también las condiciones de borde (plano internacional) imponen restricciones adicionales para la implementación de las políticas. Es decir, en este trabajo, en el marco de definición y aplicación de políticas energéticas sostenibles, se dará particular importancia al comportamiento de los diferentes grupos de consumidores, a través de instrumentos de manejo de la demanda y de reacciones al consumo de fuentes de energía renovables, elementos que no fueron considerados en los procesos de reformas.

Dentro de estas nuevas situaciones, el diseño de la política energética no puede limitarse a la construcción de una matriz de objetivos e instrumentos, tal como lo suponía el criticado enfoque normativo de políticas cuya acción en esta etapa (*pre reforma*) se agotaba en ese acto. En esta etapa de diseño, que incluye la identificación de los instrumentos a través de los cuales habrá de concretarse la intervención pública en el sistema, de acuerdo con las líneas estratégicas escogidas, debe prestarse especial atención a las cuestiones vinculadas con la viabilidad. A ese respecto, los lineamientos estratégicos referidos a la construcción de viabilidad resultan esenciales.

Es decir que además de la matriz que vincula objetivos con líneas estratégicas e instrumentos, que debe permitir examinar el grado de **coherencia** que guardan entre sí los instrumentos y los efectos no deseados sobre otros objetivos, el diseño de la política supone también investigar el grado de oposición de los actores sociales (incluyendo entre ellos a otras áreas del propio sector público) al uso de ciertos instrumentos y a los objetivos mismos. Desde el punto de vista conceptual, ello implica la identificación de funciones de impacto, para los actores más relevantes, con relación a los instrumentos escogidos, con la finalidad de examinar las condiciones de **viabilidad** de la propuesta.

Haciendo un paralelo con la política ambiental, en el trabajo de Lerda, Acquatella y Gómez (2003) se sostiene que "...el complejo proceso a través del cual se gestan, formulan, diseñan, articulan y coordinan las intervenciones públicas (que constituyen el lado visible de las actividades de gobierno que se proponen alcanzar objetivos de interés colectivo), abre espacio a múltiples fallas de gobierno, que dependen en última instancia de la calidad e interacción de un conjunto relevante de organizaciones, instituciones y políticas públicas (OIPP), que constituyen una trilogía frecuentemente consideradas por separado, como si se tratara de entidades con vida propia y efectivamente autónomas entre sí. Un examen más detenido permite vislumbrar riesgos no menores de que:

- Se produzcan conflictos de intereses (público/privados) y que ocurran problemas de agencia en el manejo de las organizaciones políticas y/o burocráticas del Estado;
- La infraestructura institucional que define normas y estándares, fija incentivos, pauta conductas, contiene comportamientos y sanciona desvíos por parte de agentes públicos y privados, sea de calidad inferior a la requerida para el tipo de resultados que se desean; y/o

- No haya suficiente información e incentivos para asegurar la necesaria integración, coherencia y coordinación de políticas sectoriales (entre sí, y en relación a los objetivos generales de gobierno).”

La interacción de los componentes de esta ‘trilogía’ y los riesgos citados para el caso de la política ambiental están presentes también en el caso de la formulación de una política energética que propenda hacia el desarrollo sostenible y considere, entonces, la penetración de las fuentes renovables. Así, será importante definir las líneas estratégicas o el tránsito desde las situaciones negativas que caracterizan a los problemas identificados, hacia las situaciones futuras deseadas que traducen los objetivos.

En el caso de las fuentes renovables, resulta claro que se necesitará de la determinación de las instancias y autoridades políticas para establecer los mecanismos necesarios de la misma forma que se hizo con el proceso de reforma al sistema energético que lo transformó al existente en la actualidad. Se pretende por tanto que en las diferentes plataformas energéticas de los diversos países se incorporen explícitamente en sus líneas estratégicas una mayor penetración de las fuentes renovables que contribuya a lograr una mayor seguridad energética, al combate a la pobreza, a mitigar los problemas ambientales, a un ahorro de divisas y mejore las balanzas comerciales energéticas. Esto implica que deberán tejerse alianzas con grupos locales dentro del marco de la cooperación internacional.

Es decir, se propone en este esquema reproducir las condiciones en que se apoyaron los cambios provocados por las reformas. Si esos procesos fueron acompañados por acciones dirigidas a modificar la organización institucional, los principios regulatorios y la modalidad de coordinación, entonces se deberá intervenir en el ámbito de las fuentes de energía renovables:

- Para disponer de una institucionalidad más fuerte y acorde con la propuesta;
- Para introducir modificaciones fundamentales a los marcos regulatorios existentes<sup>35</sup>
- En la organización de los mercados, grado de descentralización jurisdiccional, condiciones de acceso; ámbitos de acción subsidiaria del Estado, etc

Lo que denota, entonces, que en esos tres planos el rol del Estado será inevitable. Por lo tanto, el Estado tendrá un papel coordinador en función del espacio construido para la viabilidad de las políticas.

Adicionalmente, también es necesario delimitar los alcances que tengan los instrumentos de política que intervienen en el funcionamiento:

- **Instrumentos de intervención directa.** Pueden ser muy variados, y dependen de los espacios que le hayan dejado las condiciones de marco establecidas por la propia política energética. Así, se pueden observar funciones subsidiarias a las acciones de los actores empresarios que manejan actividades a las que se asigna el carácter de servicios públicos, tal como ocurre con buena parte de los eslabones de las cadenas energéticas, por ejemplo la electrificación rural, donde el Estado puede ejecutar las inversiones directamente o, mediante instrumentos de fomento, inducir a otros actores a la ejecución de esa acción.
- **Instrumentos inductivos o de fomento.** Estos instrumentos tienen un carácter de intervención mucho más indirecta puesto que, en general, tienden a incidir sobre la

<sup>35</sup> Como se verá más adelante, para el caso de algunos países de Europa, en particular Alemania, se crearon leyes o se hicieron enmiendas a las existentes en función de las Directivas de la Unión Europea para la penetración de las fuentes renovables.

racionalidad de los actores que operan directamente en el sistema. Un ejemplo claro de ello está constituido por el uso de impuestos y subsidios que operan sobre los precios de la energía. El uso de este tipo de instrumentos puede estar dirigido a diferentes objetivos de la política energética para el desarrollo sostenible. Por ejemplo, un impuesto a la sustitución entre fuentes y/o a la penetración de aquellas fuentes más limpias con finalidades de promover el uso racional de la energía y objetivos de carácter ambiental.

- En el caso de los subsidios, se incluye también a aquellos que están dirigidos a abaratar el costo de financiamiento de ciertos tipos de inversiones, como es el caso de aquellas que se vinculan con la promoción de la eficiencia energética, o a las fuentes renovables para ciertos tipos de usuarios. Otro instrumento de este tipo está constituido por las campañas de difusión o concientización o también las acciones de educación y formación técnica, que pueden estar dirigidas a objetivos de uso racional o de preservación ambiental, y penetración de fuentes renovables.

### **B. Visión estratégica integral: nuevas preocupaciones en políticas públicas energético-ambientales y el valor implícito del aprovechamiento de las energías renovables**

En la actualidad, las energías renovables son un tema puesto en la agenda pública por quienes se preocupan, ya sea desde la autoridad o de la sociedad civil, del medio ambiente. Esto sirve bastante para empujar iniciativas de aprovechamiento, pero no tiene el suficiente peso político, ya que el tema ambiental ha tenido un lugar secundario al de la economía en la mayoría de las agendas nacionales. Por esto mismo, al entrar al espacio de lo energético (que es fundamentalmente económico), las energías renovables son puestas en un segundo plano.

Esta situación, sin embargo, está cambiando, ya que otros temas de la agenda pública, ligados de una u otra manera al aprovechamiento de las energías renovables, tienen hoy día un lugar prominente en las preocupaciones de los estados nacionales de la mayoría de los países de la región. Por ello, la necesidad de volver a plantear una visión estratégica integral del sector energético con vistas al desarrollo sostenible. Varias son las razones que deberían impulsar este planteamiento:

- Impactos económicos asociados a la balanza comercial. Tanto en la producción de energía eléctrica como de combustibles a partir de fuentes renovables, los impactos económicos pueden ser importantes, aunque variables en cada subregión y/o país de una región. Dependiendo de la fuente energética a ser sustituida, las energías renovables pueden reducir la importación de combustibles y ayudar al equilibrio de las cuentas externas. Así por ejemplo, en la Comunidad Andina, donde la participación de la hidroelectricidad en la generación eléctrica es de casi 60% y la producción de petróleo es cuatro veces mayor que el consumo, podría parecer que las fuentes renovables no significarían una reducción de las importaciones. Sin embargo, al verificar las condiciones de cada país, llama particularmente la atención la dependencia de hidrocarburos de Perú y Bolivia, que producen respectivamente el 38% y el 78% de su demanda. Especialmente en estos dos países, la utilización de recursos energéticos locales podrá promover un ahorro de divisas, en relación directa con la cantidad desplazada de derivados de petróleo utilizados para generación eléctrica. Por otra parte, es interesante observar que la implementación de estas tecnologías energéticas puede generar otras importaciones y gastos de

mantenimiento contratados en el exterior, lo que podrá reducir los eventuales beneficios.

- Ahorro de divisas. Es preciso reconocer que parte de los costos de implantación y operación de tecnologías renovables significan gastos en moneda local, por el pago de sueldos, materiales y servicios nacionales y posiblemente impuestos. Así, dependiendo de las estructuras de costos locales y en divisas, asociados a la implementación de un proyecto o programa de energías renovables, puede justificarse una política tributaria activa, que fomente la introducción de tecnologías, a veces bajo condiciones marginales de viabilidad económica. Particularmente para el contexto boliviano y de acuerdo con entrevistas con entes privados locales, algunos componentes de los sistemas fotovoltaicos (reguladores y baterías) podrían ser producidos localmente, pero como generalmente se recibe estos sistemas en donación, llegan armados completamente desde afuera, generando escasa actividad industrial relacionada. Además cuentan con ventajas arancelarias y pagan menos tributos. En contrapartida, alrededor de la mitad de los costos de una microcentral hidroeléctrica corresponden a obras civiles y otros costos locales (Monroy, 2002). En consecuencia, esta tecnología puede aportar beneficios de carácter económico más significativos.
- Empleo. Como suele ocurrir con las obras energéticas, relacionadas con fuentes de energía renovables, la demanda de mano de obra es bastante intensa durante la fase de implementación y más reducida para la operación y el mantenimiento. Esto es parcialmente verdad para las bioenergías, que son la alternativa energética más intensiva en trabajo humano, por sus actividades agrícolas inherentes (cultivo, cosecha y transporte). Comparativamente a las demás tecnologías de generación (renovables o no renovables), las bioenergías pueden significar una generación de empleo (de baja calificación) entre 10 a 20 veces mayor.
- Desarrollo rural. Existe urgencia, en muchos de los países de la región, de reducir la migración del área rural a la urbana. Por lo tanto, se vuelve prioritario mejorar la estrategia de desarrollo rural, en la cual pueden y deben tener una gran contribución las energías renovables. Más adelante se hace una propuesta al respecto.
- Electrificación universal. El proceso de reforma eléctrica en muchos países de la región presenta un claro pasivo social: el acceso de importantes grupos sociales a la energización en general y a la electrificación rural en particular. Se ha comprobado y aceptado que la extensión de la red es mucho más costosa que la generación local de electricidad a partir de energías renovables, por tanto, un mayor aprovechamiento de éstas últimas es una clara alternativa para cumplir con este compromiso social.
- El desarrollo de la industria turística. El turismo constituye una fuente muy importante de ingresos para muchos países de la región. A su vez, la agenda ambiental tiene cada vez más peso en la agenda de la industria del turismo. El éxito de Costa Rica como destino turístico ambientalista, la riqueza de biodiversidad y paisaje todavía presente en la región y la demanda de un creciente número de viajeros por espacios “verdes” o “limpios”, lleva a que la propia industria turística requiera de insumos que cumplan con esa característica, incluida la electricidad.

- *Gobernabilidad del agua.* Una preocupación central ya no sólo ambiental, sino económica y de salud pública es el agua. A su vez, ya es claramente reconocido que para que no falte el agua y para evitar los desastres cuando llega en abundancia, es necesario que se cuiden los bosques. Esto empuja a que, como ya ocurre en Costa Rica, se establezcan pagos por los servicios ambientales de los bosques, lo que, a su vez, da incentivos a quienes viven en esas zonas.

Asimismo, el propio desarrollo tecnológico y de mercado de los equipos y sistemas que aprovechan las energías renovables ha dado cada vez mayor seguridad a quienes las consideran como elementos de las estrategias de solución o de trabajo en los temas arriba citados.

### **C. Temas relevantes para la región: propuestas y acciones**

#### **1. Renovabilidad y sostenibilidad de la hidroenergía: necesidad de una revaloración ambiental y social**

Ubicada tradicionalmente entre las fuentes renovables, la hidroenergía asociada a medianas y grandes centrales ha recibido últimamente fuertes críticas, que llevaron prácticamente a su virtual exclusión del contexto de las energías renovables, no por intrínseca ausencia de renovabilidad en el recurso, sino por sus impactos ambientales y sociales. Cuatro factores negativos se levantan en contra de las centrales hidroeléctricas de elevada capacidad y con grandes embalses:

- Emisiones de gases de efecto invernadero (inclusive gas metano) por descomposición de la vegetación inundada,
- Desplazamiento de poblaciones por la formación de embalses e inundación de grandes extensiones de tierra,
- Reducción de la velocidad de las corrientes, con cambios de la biota que pueden favorecer la difusión de vectores patógenos, y
- Cambios en el transporte de sedimentos que afectan regiones costeras situadas aguas abajo de la presa.

Principalmente por los dos primeros aspectos, existe hoy una polarizada discusión sobre los impactos de la hidroenergía en grandes aprovechamientos, que ha dificultado la correcta contribución de esta fuente potencialmente renovable de energía, resultante del casi inalterable ciclo hidrológico, que absorbe el 23% de la radiación solar incidente en el planeta.<sup>36</sup>

En la actualidad, con una generación total anual de 2.1 millones de GWh, las centrales hidroeléctricas contribuyen con alrededor de 20% del suministro de energía eléctrica mundial y a lo largo de su utilización han desplazado emisiones en centrales termoeléctricas de por lo menos 1 000 millones de toneladas de carbón y de más de 25 millones de toneladas de azufre, que corresponden respectivamente a 15% y 25% del total de emisiones antropogénicas de estos gases (Smil, 2003).

El potencial hidroeléctrico económicamente aprovechable de América Latina y el Caribe alcanza los 504 GW, del cual actualmente solamente se utiliza el 22% (OLADE 2003). De este total destacan por su baja utilización el caso de la Comunidad Andina, donde la hidroelectricidad responde por casi 60% de la capacidad instalada de producción de energía eléctrica, pero estas instalaciones representan menos del 10% del potencial identificado de 267 GW; y el caso de

<sup>36</sup> Véanse, por ejemplo, International Rivers Network (s/f), Palmieri (2001) y Smil (1999).



Centroamérica, cuyo potencial utilizado no alcanza al 13% de un total de 28 GW. Un caso opuesto es el de Brasil, cuya capacidad hidroeléctrica instalada es de 155 GW (que representa un 60% de su potencial de 260 GW).

Cabe comparar esta situación con los países de Europa y América del Norte, donde ya se desarrolló y se utiliza más del 45% del potencial hidroeléctrico, así como con Asia y África, cuyos potenciales aprovechados son respectivamente 11% y 3.5%, considerando unidades de más de 1 MW (CIGB, 2003).

Estos valores ponen en evidencia que, no obstante la importancia actual de la hidroenergía en la Comunidad Andina, Centroamérica y otras subregiones, existe todavía un amplio potencial por aprovechar, que es sorprendentemente alto debido a las particulares condiciones de topografía y pluviosidad existentes. No tomar adecuadamente en cuenta estas situaciones en el marco de las fuentes renovables puede ser un importante desestímulo para su desarrollo racional. Vale observar que desgraciadamente muchas unidades hidroeléctricas de pequeña y mediana capacidad fueron desactivadas en las últimas décadas, por ejemplo en los países andinos, debido al tendido de líneas de transmisión y la expansión de la distribución eléctrica a partir de grandes sistemas centralizados de generación. Sin embargo, los cambios más recientemente introducidos en la regulación de los mercados de electricidad, que permiten a productores independientes acceder a la red y comercializar excedentes de energía, podrían estimular la recuperación de dichas plantas.

En el marco de la renovabilidad de las centrales hidroeléctricas, tal vez no sería tan importante determinar una capacidad límite para su inclusión como fuentes renovables “modernas” (Johansson y Goldemberg, 2002) (usualmente se aceptan sólo las pequeñas centrales, con capacidades que varían de 10 a 30 MW), sino definir una pauta mínima para aceptarlas como sostenibles, basada en indicadores sociales y ambientales<sup>37</sup>.

Es claro que el aprovechamiento de la hidroelectricidad a través de las centrales hidroeléctricas de pasada (aquellas centrales que no necesitan de embalse) por lo general no tiene asociado impactos ambientales. En el caso de los embalses, naturalmente siempre provocarán algún tipo de impacto, pero es simplista y muchas veces equivocado hacer una correlación inmediata entre problemas ambientales e hidroelectricidad. Seguramente se han observado impactos negativos en centrales hidroeléctricas, algunas veces irreversibles, pero no son intrínsecos a la tecnología. En buena parte de los casos, los daños no existen en niveles importantes o pueden ser mitigados, como se puede comprobar en miles de unidades operando por décadas. Además, de extrema importancia resultan los aprovechamientos hidroeléctricos que se prestan a usos múltiples y pueden aportar interesantes ventajas en su desarrollo: aparte de la generación de electricidad, aportan a la producción de pescado, al suministro de agua, al riego, a la regulación de caudales (reducción de crecidas y atenuación de sequías), al transporte fluvial, a la promoción del turismo, a la utilización de recursos locales, entre otros.

Quizás en ninguna otra tecnología de generación eléctrica existan posibilidades tan reales y probadas de integración y sinergias con propósitos no energéticos. Realmente, muchas centrales hidroeléctricas de todo el mundo y particularmente en América Latina fueron el origen de relevantes impactos positivos, en términos de promoción del desarrollo local, mejora de la productividad agrícola y fijación de población en regiones rurales. El punto clave es asegurar la

---

<sup>37</sup> Véase CIGB (2000) donde se presenta una propuesta sobre las condiciones que deben cumplirse a fin de lograr sostenibilidad en relación con la hidroenergía

adherencia de los proyectos hidroeléctricos a los principios de sostenibilidad y utilizar con racionalidad un recurso disponible, que en el caso de la Comunidad Andina, es abundante.

Para ello se proponen premisas y elementos para una propuesta:

- **Premisas**

Desde la perspectiva de las autoridades nacionales que formulan políticas, de las empresas eléctricas y de desarrolladores de proyectos, los proyectos basados en la hidroelectricidad son los que podrían contribuir más en la oferta eléctrica de la región. Por lo tanto, se plantea la iniciativa por el agua, los bosques y la comunidad bajo las siguientes premisas:

a. Los proyectos hidráulicos tienen una clara sinergia ambiental positiva con los proyectos forestales. Una de las lecciones más importantes que han tenido los desarrolladores y operadores de plantas hidroeléctricas –particularmente las que tienen un embalse– es que los bosques son indispensables para la existencia de este tipo de plantas. Bajo esta lógica, cualquier desarrollo moderno de plantas hidroeléctricas va asociado al cuidado de los bosques, lo que puede representar un efecto de sinergia ambiental que alimenta positivamente la reducción de la emisión de gases de efecto de invernadero y la captura del carbono asociado a estas emisiones.

b. Los proyectos hidráulicos aportan solidez a los sistemas eléctricos y tienen una clara sinergia operativa con los proyectos eólicos. Por la facilidad y rapidez con la que pueden variar su capacidad, las plantas hidroeléctricas tienen un gran valor como reguladores de voltaje y, por lo tanto, para garantizar la calidad de la energía eléctrica suministrada por el sistema que las integra. Además, el valor de la energía producida por las plantas eólicas se incrementa al operar conjuntamente con proyectos hidráulicos, ya que los pueden convertir en proyectos con capacidad firme y, por lo mismo, mejorar su rentabilidad y, en su caso, disminuir los apoyos económicos gubernamentales a su desarrollo. Cuando menos en el caso de Centroamérica, en donde el viento es más intenso cuando no llueve y viceversa, el valor de mercado de una combinación hidráulica-eólica es mayor al valor de la suma de los dos proyectos aislados.

c. El incremento marginal de embalses existentes es una forma muy económica de reducir emisiones de gases de efecto de invernadero. El construir plantas hidroeléctricas con embalses mínimos puede significar reducir impactos ambientales locales, pero también limitar la rentabilidad de los proyectos y, además, la posibilidad de reducir su potencial de mitigación de emisiones de gases de efecto de invernadero. Por lo mismo, sin aumentar la capacidad instalada en generación, se puede lograr una mayor producción al construir o incrementar los embalses.

d. La electricidad proveniente de plantas hidráulicas presenta costos unitarios bajos. Si bien los proyectos son más costosos por unidad de capacidad instalada, el costo unitario de la energía producida por centrales hidráulicas es bajo, debido a la larga vida útil de los proyectos.

e. El potencial hidráulico está bien evaluado y muchos de los posibles proyectos están ya identificados y especificados. Por muchos años, las centrales hidroeléctricas fueron la alternativa preferida de las empresas eléctricas nacionales y de los bancos de desarrollo para aumentar la oferta eléctrica. Por eso mismo, el recurso hidráulico está bien evaluado y muchos puntos de posible aprovechamiento, al menos los de mediano y gran

tamaño, están bien evaluados y hasta especificados preliminarmente para su construcción.

*f. Los proyectos tienen que ser desarrollados con las comunidades, no contra ellas.* Una parte de los múltiples beneficios de los proyectos hidroeléctricos debe llegar claramente a las comunidades y compensar los efectos negativos que necesariamente tienen. La definición de estos costos y beneficios debe plantearse como punto central y de partida del desarrollo de los proyectos y no como un proceso lateral y secundario.

*g. Existe capacidad técnica en la región para desarrollarlos.* Precisamente por la importancia que tradicionalmente tenían los proyectos hidroeléctricos en la región, existe una amplia experiencia y capacidad técnica para diseñarlos y construirlos, lo que representa una oportunidad de desarrollo empresarial en la región.

Sin embargo, este tipo de proyectos tiene serios problemas en cuanto a la percepción de la opinión pública sobre su impacto ambiental y social, en particular, por la forma en la que se han desarrollado los que se han apoyado en grandes embalses, ya que han implicado el desalojo de comunidades, la destrucción de bosques y la inundación de amplias zonas productivas. Asimismo, los plazos de amortización de este tipo de instalaciones son demasiado largos en relación con los plazos de los contratos de compra establecidos en algunas de las leyes locales, lo que dificulta su aceptación y por lo tanto el financiamiento, por parte de los bancos.

Por lo tanto, es pertinente una revaloración social y una intensa labor de relaciones públicas para situarlos en la dimensión positiva que les corresponde en los tiempos actuales. Como señales de avances hacia una postura más favorable en relación con la aceptación de la hidroenergía sostenible, en las conclusiones de la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible, realizada en 2003 en Johannesburgo, se propone “instar a los gobiernos, así como a las organizaciones regionales e internacionales competentes y otras partes interesadas, a que... apliquen las recomendaciones y conclusiones... sobre la utilización de la energía para el desarrollo sostenible, [que] entrañaría la adopción... de medidas encaminadas a:... diversificar el suministro de energía [a través de]... fuentes de energía renovables, incluidas las de energía hidroeléctrica...”, sin restricciones (Naciones Unidas, 2003). Igualmente, como ya se indicó en el capítulo II de este trabajo, el Organismo Internacional de Energía presenta definiciones para las fuentes de energía renovables, incluida la hidroenergía, y señala que eventualmente una fracción de la biomasa no podría ser considerada renovable (IEA, 2002).

Esta breve evaluación de la hidroelectricidad en la región pone de relieve la necesidad de la adecuada consideración de las energías renovables y la correcta definición de los conceptos de sostenibilidad y renovabilidad en el contexto de los países latinoamericanos y caribeños. Seguramente, buscar la reducción de las emisiones contaminantes en un amplio sentido e incrementar la participación de las fuentes renovables implica expandir la utilización de los recursos propios y característicos de la región, donde, además de las energías solar (como radiación o biomasa) y eólica, se debe destacar la hidroelectricidad y la geotermia.

- **Elementos de la propuesta**

- a. *Evaluación ambiental integral de los proyectos hidroeléctricos.* Más allá de lo que pueden significar en términos de reducciones de las emisiones de gases de efecto de invernadero, los proyectos hidroeléctricos tienen que ser evaluados también en términos de su contribución indirecta al cuidado de los bosques, no solo por la forma en que se

construyen, sino también por la forma en que apoyan al sustento de las comunidades aledañas.

- b. Establecer un código de conducta con las comunidades. Es urgente y necesario establecer de forma explícita un conjunto de reglas aceptadas universalmente y supervisadas nacional e internacionalmente que comprometa a los desarrolladores a un nuevo enfoque en su relación con las comunidades afectadas por los desarrollos hidráulicos.
- c. Establecer pagos por servicios ambientales. Una forma de apoyar a las comunidades es que –como ya ocurre en Costa Rica– se establezcan pagos a los desarrolladores por los servicios ambientales de los bosques que sean canalizados como incentivos a quienes viven en esas zonas.
- d. Modificar los plazos de los contratos de compra de energía. Una forma de reconocer el valor de los proyectos hidráulicos es modificando la regulación para ampliar los plazos permitidos en los contratos de compra y venta de electricidad a partir de este tipo de plantas de manera que se obtengan mejores condiciones de financiamiento.
- e. Establecer mecanismos que permitan reconocer la sinergia entre los proyectos eólicos y los hidráulicos. En la actualidad, las reglas establecidas en los mercados eléctricos se establecen para plantas individuales y no para ofertas integrales de energía y capacidad. Dada la sinergia entre los proyectos eólicos y los hidráulicos, es recomendable revisar estas reglas y, en su caso, modificarlas para reconocer esta sinergia y hacer más rentables –y con costos más competitivos– a dichos proyectos.
- f. Visión integral de las cuencas. Los múltiples usos y efectos del agua están generalmente integrados en las cuencas en las que ésta se capta y fluye hacia el mar. Por lo tanto, es necesario considerar los sistemas hidráulicos precisamente como cuencas en las que se tienen que optimizar los beneficios y minimizar los efectos negativos de las variaciones temporales y territoriales de los flujos de agua. Esto requiere establecer sistemas de medición, monitoreo y decisiones y un importante esfuerzo de coordinación interinstitucional entre organismos gubernamentales centrales y gobiernos regionales.
- g. Cubrir pasivos sociales y resolver conflictos existentes. Es necesario, por un lado, terminar de cubrir los pasivos con las comunidades resultantes de la construcción de presas y, por otro lado, desenredar y resolver los conflictos más importantes relacionados con la construcción de plantas hidroeléctricas, cuando menos las de aquellas que tienen características aceptables en esta nueva visión.
- h. Difusión pública y transparencia en la información. Para lograr una revaloración social de este tipo de proyectos, es necesario integrar como elemento de la iniciativa una intensa labor de relaciones públicas para ponerlas en la dimensión positiva que les corresponde en los tiempos actuales.

## **2. Los retos y las posibilidades de las fuentes de energía renovables para el desarrollo integral de las comunidades rurales**

Uno de los nichos de oportunidad más importantes para el desarrollo de las energías renovables en la región –así como para mitigar la pobreza– es la electrificación rural. Ello dado que la electrificación de las zonas rurales es un pasivo social que se traduce en un compromiso

político que se refrenda permanentemente. Además, por la lejanía de las redes centralizadas, es la más cara de suministrar y, por lo tanto, está abierta a alternativas como las que ofrecen las energías renovables. Igualmente, la calidad de la electricidad proveniente de una red centralizada se degrada en sus extremos, que es donde se ubican las comunidades rurales. Finalmente, porque precisamente en el contexto rural es donde se ubican generalmente los recursos, ya sea como radiación solar, caídas o corrientes de agua, viento o biomasa.

A pesar de las oportunidades, éstas apenas se aprovechan. Ello obedece en primer lugar al costo de la tecnología, el cual resulta relativamente alto cuando se compara con la inversión que se requiere para un sistema convencional que funciona con combustibles fósiles o cuando se comparan sus costos unitarios de amortización contra las tarifas que se cobran a los usuarios en zonas urbanas. En segundo lugar, la labor de electrificación la han realizado tradicionalmente las empresas eléctricas y su vocación natural es la extensión de la red y no la operación de cientos de pequeños sistemas autónomos que requieren de una tecnología y supervisión distinta a la que operan las empresas eléctricas. En tercer lugar, también tradicionalmente, se ha visto al sector rural como un conjunto de usuarios que no tiene capacidad de pago y que, por lo tanto, requieren de grandes subsidios para poderles suministrar electricidad. Finalmente, y esto de manera reciente, a partir de las reformas del sector eléctrico en ciertas subregiones como Centroamérica, las distribuidoras privadas sólo están obligadas a suministrar energía en función de sus redes actuales, lo que limita el alcance geográfico de su obligación a servir a lo que está cercano a la red.

Sin embargo, los nuevos paradigmas sobre la electrificación rural en general están teniendo un impacto en las perspectivas de quienes son responsables de cumplir los compromisos de abastecer con electricidad a estas comunidades. Pero en este intento también debe involucrarse más a los gobiernos locales, quienes deben ser los encargados de dar seguimiento a las acciones emprendidas, es decir, deben formar parte desde un comienzo de la estrategia proyectada.

De los nuevos paradigmas, el más importante es el que da prioridad a las posibilidades productivas de una comunidad –más allá del mero acto de llevar luz a los hogares rurales. Otro paradigma plantea que la electrificación rural es la extensión de una red de suministro de bienes y servicios más que la de una red eléctrica. De esta manera, de la mano de la necesidad de detener los flujos migratorios a las ciudades, las estrategias y las lógicas para llevar electricidad a zonas no electrificadas evolucionan aceleradamente.

Para ello se proponen:

- **Premisas**

- a. La energía renovable es un recurso abundante y técnicamente aprovechable. A pesar de que los recursos de energías renovables no están adecuadamente evaluados, están claramente presentes, con evidente abundancia y, en alguna o varias de sus formas, en la mayor parte del territorio de la región.
- b. La tecnología para el aprovechamiento de las energías renovables ya existe en el mercado. El desarrollo tecnológico de los últimos treinta años introdujo al mercado equipos y sistemas que aprovechan las energías renovables, que están disponibles y accesibles en muchos puntos de la región.
- c. La energía renovable es, para muchas localidades, la más barata y de mayor calidad. La leña es el recurso energético más económico para muchas comunidades y, en muchos

casos, para estas mismas comunidades, es más barato generar electricidad in-situ con energías renovables que traerla a través de redes centralizadas. Igualmente, la calidad de la electricidad proveniente de una red centralizada se degrada en sus extremos, que es donde se ubican las comunidades rurales.

- d. Los programas deben diseñarse a partir de las necesidades y oportunidades locales. Para tener éxito, los programas deben partir de una definición de las necesidades insatisfechas y de las oportunidades productivas de las comunidades y, a partir de esa definición, definir el recurso y la tecnología más adecuada para esas prioridades. De esta manera, desde el principio se definen los medios y las formas en las cuales los usuarios pueden contribuir a recuperar los costos de la inversión y a establecer un compromiso de la comunidad a cuidar los sistemas.
- e. El mercado de los servicios energéticos rurales es un nicho de oportunidades para nuevas empresas. Al definirse como una extensión de las redes de productos y servicios más que de los sistemas energéticos centralizados, se abren grandes oportunidades para nuevos esquemas de negocios que incluyen, la fabricación de equipos (como en el caso de las estufas mejoradas), el diseño e instalación de sistemas, la comercialización de equipos y de refacciones, la operación y el mantenimiento de pequeños sistemas, la capacitación y el microcrédito, actividades que pueden ser extensión de otras ya existentes, aunque con una vocación no específica energética, o estar parcial o totalmente integradas en empresas de servicios energéticos especializadas en estos nichos. Esto, además, abre nuevas oportunidades de empleo para técnicos especializados, piezas clave en el desarrollo.
- f. La producción de energía para las redes centralizadas puede representar ingresos a las comunidades. Además de las posibilidades de los sistemas que proveen energía para las localidades, la producción de electricidad para sistemas centralizados en los terrenos de las comunidades (a partir de viento, con plantaciones energéticas o en pequeñas hidroeléctricas con embalse) son fuente fija y permanente de ingreso para esas comunidades.

- **Elementos de la propuesta**

Para llevar adelante esta iniciativa, son varios los elementos que deben formar una parte integral de la misma, en particular:

- a. Aprovechamiento, fortalecimiento y/o desarrollo de capacidades locales. El aprovechamiento de las capacidades locales debe ser una condición básica para apoyar el desarrollo de los proyectos en zonas aisladas. Para ello, no sólo es importante apoyarlas en la adquisición de los equipos y sistemas, sino también fortalecer la capacidad local para formular, fabricar, ejecutar, supervisar y operar equipos y proyectos que respondan a las necesidades prioritarias de las comunidades. Al involucrar, a través de alianzas con una variedad de personas e instituciones locales, a técnicos del país y de la región donde se instalan los sistemas, se logrará ir abaratando la instalación y operación de los sistemas y, además, gestando el desarrollo de empresas dedicadas a estas actividades.
- b. Fortalecimiento y desarrollo de redes de suministro de bienes y servicios. En muchas comunidades, ya existen formas de acceder a productos del mercado puesto que las redes de comercio y de servicios llegan mucho más allá que las redes de la energía

convencional. Estas redes pueden ser aprovechadas para convertirse en la base de cadenas de suministro de equipos y refacciones, de financiamiento, de capacitación y de mantenimiento y servicio para los equipos y sistemas que aprovechan las energías renovables.

c. Integración de pequeñas redes. En muchas situaciones se presenta la oportunidad de resolver las necesidades de varias comunidades a partir de una sola planta central que distribuye la energía a través de una pequeña red que sirve un contexto espacial limitado. Esto abre la posibilidad de economías de escala que abaratan la energía. Además posibilita a los sistemas aislados que aprovechan energías renovables, al momento de entrar a la red centralizada, para que se vayan integrando bajo una modalidad de flujo bidireccional. Esto apoya las necesidades locales, pero también aporta a un sistema centralizado que, en su momento, le da apoyo a la propia red local.

d. Reglas y mecanismos para compartir costos y riesgos. Los esquemas de los proyectos, aún para las comunidades más pobres, deben integrar mecanismos que hagan responsables a la comunidad de cubrir, aunque sea parcialmente, los costos y los riesgos de las instalaciones.

e. Normas técnicas de calidad. Quizá el papel más importante de los gobiernos centrales sea asegurar que los equipos y sistemas en el mercado cumplan con características que garanticen su durabilidad y rendimiento.

f. Monitoreo. Los programas, desde su diseño, deben integrar un fuerte componente de monitoreo permanente de diversos parámetros técnicos, en particular los relacionados con la aceptación de la tecnología.

g. Asistencia técnica para resolver problemas tecnológicos. Otro elemento necesario es el establecimiento de un sistema de asistencia técnica que asegure la atención a los problemas que naturalmente aparecen en procesos de adaptación tecnológica.

### 3. El uso racional de la leña

La leña desempeña un papel muy importante en los balances de energía de buena parte de los países de la región y de la economía de sustento de la mayoría de sus habitantes en zonas rurales. Desde una perspectiva ambiental y de salud pública, el uso de la leña se reconoce como un problema serio que requiere de soluciones amplias y sistémicas. Sin embargo, no ha sido sino hasta hace pocos años que la política energética lo ha ido integrando a sus preocupaciones, aunque desde una perspectiva de sustitución más que de aprovechamiento de un recurso renovable.

Además de que puede existir un posible desdén a una forma de energía que puede ser considerada como arcaica por quienes manejan un sector marcado por la modernidad, el hecho de que la leña es una forma de energía cuyo suministro y manejo se encuentra fuera de los mercados formales es uno de los motivos por los que no se ha ubicado como una prioridad del sector energético. En este mismo sentido, al parecer por integrar al mercado a quienes no lo están plenamente, en el plano de la política energética las estrategias definidas para el problema se ubican en la sustitución de la leña por combustibles que se comercializan formalmente. Por lo mismo, y a pesar de su amplio uso, o quizá también como razón para considerarlo marginal, es muy limitada la información sobre la leña (y la biomasa en general) como recurso y sus patrones

de uso, hecho que entorpece cualquier acción que se requiera tomar con una cierta profundidad y conocimiento.

En este tema, además de que las acciones deben llevar a una reducción en su consumo más que a su expansión, el nivel de uso y las oportunidades son inversamente proporcionales a lo que se ha desarrollado a la fecha, ya que las acciones se han limitado a iniciativas de grupos no gubernamentales con pocos recursos. Sin embargo, quienes trabajan en estos temas informan sobre claros avances en el desarrollo tecnológico de estufas mejoradas, por lo que es posible entrar al umbral de programas que incluyan componentes de comercialización.

Un elemento clave en la perspectiva que se puede plantear sobre la leña en el presente análisis tiene que ver con su carácter de energía renovable. Por un lado, su aprovechamiento representa el uso de una fuente de energía renovable. Por otro lado, los patrones de uso actual lo ubican como no sostenible, lo cual se contrapone a la lógica de que las energías renovables contribuyen a la sostenibilidad. Es entonces que se pone de manifiesto la necesidad de una clara definición del papel de la leña hacia el futuro energético de la región y las acciones que se requieren para que sea claramente identificada como energía renovable que, en el balance, contribuye al desarrollo sostenible.

Se proponen:

- **Premisas**

a. La leña es energía renovable. La leña debe ser reconocida claramente como una forma de energía renovable que, a diferencia de otras formas de energía renovables, requiere de estrategias de aprovechamiento sostenible.

b. El modificar los patrones de uso de la leña tiene múltiples beneficios. Un uso más eficiente de la leña no sólo hace más sostenible su aprovechamiento, sino que reduce los impactos en la salud por la exposición a gases de su combustión y reduce el tiempo y el esfuerzo necesario para su recolección (o, en su caso, el gasto económico).

c. El consumo actual de la leña se puede reducir considerablemente sin reducir el nivel de servicio que provee. Está demostrado que mejores diseños de estufas pueden reducir hasta en un 70% el consumo actual sin modificar la cantidad de calor que de ella se obtiene para la cocción de alimentos.

d. Las soluciones tecnológicas son muy locales. La experiencia en el desarrollo de tecnologías para un uso más eficiente de la leña demuestra que es a través del aprovechamiento de los materiales locales (con alto valor agregado local), con diseños que se ajustan a las costumbres de uso de las familias (la mayor similitud a las estufas tradicionales) y con participación activa de los artesanos locales, que se establecen las mejores y más permanentes soluciones tecnológicas.

- **Elementos de la propuesta**

a. Mejorar el conocimiento del uso sostenible de la leña y el potencial del recurso energético. Tener una visión integral requerirá ampliar y, si es posible, generalizar la caracterización de sus patrones de uso. Para ello, será necesario fortalecer el esfuerzo de muchos investigadores, a fin de entender mejor las características de los recursos naturales disponibles en localidades específicas y de los patrones de uso de cada comunidad. También surge la necesidad de establecer parámetros del uso sostenible de



la leña, asociados a un recurso actualmente bajo presión que es parte integral de bosques y, por lo tanto, de sustento de biodiversidad.

*b. Evaluación de mercado y monitoreo.* Antes de llevar adelante los programas, es necesario realizar estudios para medir el potencial mercado de las estufas mejoradas e integrar criterios de evaluación y aspectos de monitoreo desde el principio.

*c. Apoiar el aprovechamiento de la leña en aplicaciones productivas.* Al igual que para la electrificación rural, el uso de la leña puede ir más allá de lo meramente doméstico e integrarse como un insumo a las actividades productivas de la comunidad.

*d. Promoción de la tecnología para un uso más eficiente.* Existe ya en el mercado una variedad importante de equipos que permiten mejorar notablemente la eficiencia en el uso de la leña, además de que eliminan los problemas de contaminación ambiental al interior de las viviendas rurales. Estos equipos deben ser promovidos a través de proyectos demostrativos de alta visibilidad que convencen principalmente a las mujeres de sus notables ventajas.

*e. Desarrollo de redes de suministro de bienes y servicios.* Es necesario apoyar el establecimiento y/o fortalecimiento de redes de suministro de equipos y refacciones, de financiamiento y de mantenimiento y servicio. En esta dirección, es fundamental que sean los artesanos locales los que pasen de la producción individual a la producción en mayor escala y estén asociados al desarrollo de esas redes de promoción y comercialización.

#### **4. Una nueva perspectiva sobre la biomasa y los biocombustibles**

La agenda energética mundial ha sido dominada, desde la primera mitad del siglo pasado, por el petróleo y sus derivados. La infraestructura energética, por lo mismo, se ha desarrollado, principalmente, para explotar, transportar, almacenar, distribuir y aprovechar la capacidad energética del petróleo. Sin embargo, primero por la falta de recursos propios de algunos países en un mercado de altos precios y después por preocupaciones ambientales globales (el cambio climático global), se ha replanteado el valor de lo que es, en los hechos, un sistema de almacenamiento de energía solar: la biomasa.

Hoy día, además de los usos tradicionales de la leña en las regiones más pobres, a la biomasa se le vuelve a reconocer como un importante recurso para la generación de electricidad (en particular el bagazo de la caña de azúcar y otros residuos agroindustriales) o como insumo para la producción de los llamados biocombustibles.

Otros factores, como el hecho de que puede transformarse en combustible para uso en transporte, los claros límites a las reservas petroleras actuales, el desarrollo de la biotecnología, la creciente inestabilidad en el Medio Oriente, las existencia de reservas territoriales de los países de la región aprovechables para cultivos energéticos y la necesidad de una nueva perspectiva sobre el desarrollo rural, hacen necesario un replanteamiento estratégico que vaya construyendo un mayor y más claro espacio a esta forma de energía renovable.

En pocas regiones del mundo están dadas de forma tan claras las condiciones para la inserción de los biocombustibles en la matriz energética como ocurre en América Central<sup>38</sup>. En esta región, donde la dependencia de combustibles importados (como petróleo o derivados) es

---

<sup>38</sup> Véase Horta (2003).

casi total, donde hay suelos y climas adecuados para la producción agrícola y donde los cultivos de potencial energético son conocidos desde hace siglos, suena algo paradójico que no se consuma internamente el etanol anhidro carburante que se exporta en volumen creciente en la actualidad (Guatemala, el Salvador y Costa Rica).

Una iniciativa de este tipo se basa en las siguientes premisas y elementos de propuesta:

- **Premisas**

a. Los biocombustibles representan alternativas renovables y crecientemente adoptadas. El etanol de caña de azúcar o de maíz y el biodiesel de aceites vegetales, son consumidos en motores de vehículos en decenas de países desarrollados y en desarrollo, por sus ventajas ambientales, generación de empleo, posibilidad de dinamizar la agroindustria y reducir la dependencia energética. Entre los biocombustibles, se destaca el etanol producido de caña de azúcar.

b. La evolución de la tecnología de producción de alcohol étlico ha permitido obtener productividades elevadas, muy superiores a otras alternativas. El uso de etanol en motores, puro o en mezcla con gasolina, es una tecnología comprobada y comercial. Para uso en mezclas con hasta 10% de etanol no se requieren cambios o ajustes en los motores y vehículos. Sin embargo, la producción de etanol de caña puede provocar impactos ambientales negativos, que pueden y deben ser reducidos al máximo.<sup>39</sup> La experiencia brasileña confirma la potencialidad de los biocombustibles. Utilizando hace casi 30 años dichos combustibles en todos los vehículos livianos de su flota (15 millones de automóviles usan gasohol con 25% de etanol, 3 millones usan etanol hidratado puro), Brasil ha demostrado dos puntos básicos: los problemas técnicos están superados y los costos económicos del etanol han mejorado a niveles de competir, con una adecuada política tributaria y sin cualquier subsidio, con la gasolina derivada de petróleo.

c. En los años ochenta, hubo intentos de introducir el etanol en países centroamericanos, sin éxito. En Guatemala, El Salvador y Costa Rica se hicieron experiencias de uso comercial de gasohol, que no lograron seguir adelante por problemas de calidad, gestión y precios. Sin embargo, estos países mantuvieron su capacitación y actualmente exportan este biocombustible a los Estados Unidos.

d. En América Central hay países que ya reúnen condiciones para promover a corto plazo el uso de gasohol. El escenario tecnológico de la agroindustria azucarera de Guatemala, Costa Rica y El Salvador presenta buenos niveles de productividad, con indicadores comparables a los niveles de producción de las plantas de Brasil. Además, se reconoce en este sector una capacidad de gestión y articulación política, inclusive con el establecimiento de organizaciones regionales para la promoción de biocombustibles (por ejemplo, la Asociación de Combustibles Renovables de Centroamérica).

e. Hay avances en iniciativas para formalizar programas de gasohol en países de la región. Más evidentes para Costa Rica y Guatemala, en diversos países se plantean, a nivel de gobierno y en articulación con el sector azucarero, propuestas para la adopción obligatoria de mezclas de gasolina y etanol. El interés básico de las empresas es mejorar la flexibilidad y escala de producción de su agroindustria, en tanto que el del gobierno es

---

<sup>39</sup> Los procesos de hidrólisis ácida y enzimática de sustratos celulósico (como es el caso de la producción de etanol) producen residuos químicos de alta toxicidad, entre los cuales destaca el “licor negro”, que necesitan ser manejados y eliminados adecuadamente.

obtener ventajas ambientales, reducir las importaciones, generar empleos y dinamizar la economía.

- **Elementos de la propuesta**

a. El etanol requiere mecanismos de apoyo para su viabilidad. Como los precios de la gasolina en Centroamérica aún son más bajos que los precios señalados por los ingenios para su producto, queda por definir claramente cómo se hará la partición de los costos adicionales resultantes de la adición de etanol a la gasolina, que deberán dividirse entre consumidores, gobierno e ingenios.

b. Debe revisarse la elevada intervención gubernamental en la industria azucarera que puede afectar el deseable desarrollo de los biocombustibles. En la actualidad, subsisten mecanismos de fijación de cuotas y precios, monopolios, aranceles elevados y factores de distorsión en los precios del azúcar, que reflejan limitadamente costos económicos. La propuesta de producir y utilizar etanol debería idealmente buscar mecanismos más adecuados, favorables a la evolución tecnológica y capaces de estimular ganancias de eficiencia y su traspaso a los precios. Cualquier sistema de apoyo o fomento basado en los procedimientos vigentes debería tener una duración definida.

c. Es importante reforzar la capacitación institucional para comprender los potenciales beneficios, impactos y límites de los biocombustibles. Hay una necesidad de posicionamiento consistente de entes gubernamentales en la definición de un programa adecuado para la introducción de biocombustibles, en el que resultan clave la comunicación social para lograr consensos y distribuir equilibradamente los costos.

d. El biodiesel aún está en desarrollo y presenta costos poco competitivos. Este biocombustible podría representar un papel importante, dado que su tecnología de producción ha avanzado, pero actualmente sus costos de producción son muy elevados en comparación con los de los combustibles derivados del petróleo. Además, producir y vender el aceite vegetal resulta más interesante que quemarlo, en la situación de precios actual. No obstante, en la medida que sea posible, cabe proseguir en los esfuerzos de desarrollo de este biocombustible.

e. Centroamérica puede incrementar racionalmente su sostenibilidad energética a través del uso de los biocombustibles. Es importante que, junto con el reconocimiento de sus ventajas y oportunidades, se tenga una visión clara de los impactos, obstáculos culturales y dificultades de carácter económico que su uso conlleva. Los biocombustibles y particularmente el etanol producido de caña y utilizado en mezclas con gasolina no puede ser considerado una panacea, pero seguramente su implementación podrá ser una palanca importante para un sostenible desarrollo económico, ambiental y social.

f. Se ha evaluado que en Costa Rica, El Salvador y Guatemala existe claramente la madurez para llevar adelante un programa de biocombustibles. Restan sin embargo esfuerzos por hacer en el ámbito tributario, legislativo y de gestión, pero no queda duda de que en estos países ya se dan las condiciones necesarias para empezar en el corto plazo la producción y utilización de su biocombustible.

g. Honduras, Nicaragua y Panamá, aunque dispongan de condiciones preliminares importantes (existencia de industria azucarera, disponibilidad de suelos, climas

adecuados y dependencia de combustibles importados) no fueron caracterizados como países que puedan implementar programas a corto plazo.

h. Entre los aspectos importantes que deben tenerse en cuenta para estructurar programas sólidos que apunten a la introducción racional de los biocombustibles en los países centroamericanos, cabe resaltar la comunicación social y el adecuado equilibrio de los precios y costos.

i. La zafra azucarera típica en Centroamérica es de 120 días o menos, mientras que en Brasil llega a 200 días. Ampliar la zafra impone fundamentalmente que se cuente con una adecuada gestión de los cañaverales y del período de utilización industrial de la caña, siendo igualmente importante la disponibilidad de variedades cañeras precoces, normales y tardías.

### **5. Oportunidades ofrecidas por la nueva directiva europea sobre emisiones (Eurokyoto)**

El propósito de la directiva de enlace 2003/0173 (COD) es regir las relaciones entre el régimen comunitario de comercio de derechos de emisión y el Protocolo de Kyoto (por ejemplo, para permitir que los créditos de las actividades basadas en proyectos de aplicación conjunta (AC) y de mecanismos de desarrollo limpios (MDL) se conviertan, en el marco del Protocolo de Kyoto, en derechos de emisión dentro de la Unión Europea). Muchos se refieren a esta nueva iniciativa como la “EuroKyoto”.

Para ello se requiere enmendar la recientemente adoptada Directiva 2003/87/CE, por la cual se establece un régimen para el comercio de derechos de emisiones de gases de efecto de invernadero.

Ello obedece fundamentalmente a que, dado que los cambios climáticos son un fenómeno global, no importa en qué parte del mundo se llevan a cabo las reducciones de emisiones. Más aún, por lo general es más barato reducir las emisiones fuera de la Unión Europea que dentro de la misma.

Como se sabe, en los proyectos de aplicación conjunta toman parte los países industrializados o con economías en transición, mientras que los proyectos de MDL se asocian a los países en desarrollo, como es el caso de los latinoamericanos. El requisito para tomar parte en dichos proyectos es que los países participantes hayan ratificado el Protocolo de Kyoto. Finalmente, dichos proyectos implican un intercambio: los países con economías en transición y los países en desarrollo reciben capital y conocimientos, mientras que los europeos obtienen créditos para la reducción de emisiones de gases de efecto de invernadero.

De acuerdo con información proporcionada por los Estados Miembros de la Unión Europea, éstos prevén invertir para comienzos del 2005 aproximadamente 350 millones de euros en proyectos de MDL. Sin duda, esta cifra aumentará una vez adoptada esta directiva.

No obstante, es probable que la Unión Europea no logre cumplir con la meta impuesta por el Protocolo de Kyoto. En lugar de reducir en un 8% las emisiones de gases de efecto de invernadero para el 2010, sólo logrará una reducción del 5%.

Además, cabe señalar que esta cifra ni siquiera considera un mayor crecimiento económico. Llama la atención que las emisiones de gases de efecto de invernadero estén aumentando nuevamente en Alemania, por lo que es poco probable que el país alcance su meta de

reducir en un 21% las emisiones, pese a que ya está muy cercano a esa cifra, con una reducción del 19%.

Hasta ahora, los mecanismos flexibles y el aprovechamiento de tierras han desempeñado un papel secundario en el enfoque adoptado por los Estados Miembros. Sin embargo, de hacerse más evidente el hecho de que la Unión Europea no logrará la meta estipulada en el Protocolo de Kyoto, debería aumentar considerablemente el interés en mecanismos flexibles.

Actualmente está en discusión una propuesta para elevar el límite superior de derechos de emisión dentro de la Comunidad de 6% a 8% a partir de proyectos de AC o MDL.<sup>40</sup>

De hecho, un 6% de los derechos corresponden a aproximadamente un 2% del total de emisiones de base anuales (4 017 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente), lo que se asimila a la cifra de aproximadamente 80 millones de toneladas para los mecanismos basados en proyectos, que es exactamente la cuarta parte de la reducción de 320 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente que la Unión Europea debe alcanzar de acuerdo con lo estipulado en el Protocolo de Kyoto. Sobre la base de una cifra de 10 euros/tonelada de CO<sub>2</sub> equivalente, el costo de la medida sería de 800 millones de euros al año.<sup>41</sup>

Tomando un 8% como el límite superior, los países en desarrollo y las economías en transición recibirían un flujo de más de 1 000 millones de euros al año mediante los proyectos de AC y MDL. Más aún, en un período posterior a la ratificación del Protocolo de Kyoto, si fuese necesario que la Unión Europea redujera aún más sus emisiones, se podría alcanzar una cifra de 10 000 millones de euros al año dados los precios más elevados del CO<sub>2</sub> equivalente.

En consecuencia, esta directiva aparece en el momento preciso para los países en desarrollo. Es posible que desempeñe un papel más importante en la política ambiental que el esperado actualmente y -con respecto a América Latina- ofrecerá a los países de la región una oportunidad única para acceder al régimen global de comercio "institucionalizado", pues les permitirá sacar provecho de los conocimientos especializados y de los proyectos desarrollados con éxito en la "fase piloto" del Protocolo de Kyoto (véase el capítulo IV).

### **E. El éxito de los sistemas de compra garantizada (*feed-in*) en Europa:<sup>42</sup> ¿un ejemplo para América Latina?**

De conformidad con la normativa de compra garantizada (conocido también como "sistema de fijación de precios"), los servicios eléctricos están obligados a permitir que las centrales eléctricas que generan electricidad a partir de fuentes de energía renovables se conecten a la red eléctrica y deben comprar toda la electricidad generada con dichos recursos a un precio mínimo fijo.

Por lo general, estos precios son más elevados que el precio de mercado y se garantizan los pagos durante un plazo específico. Las tarifas pueden tener una relación directa con el costo o precio, o bien pueden fijarse en un valor determinado para incentivar las inversiones en fuentes de energía renovables.

<sup>40</sup> Respectivamente: unidades de reducción de emisiones para proyectos de AC y reducciones certificadas de emisiones (RCE) para los proyectos de MDL.

<sup>41</sup> Según la opinión del Relator de la Comisión de Industria, Comercio Exterior, Investigación y Energía del Parlamento Europeo sobre la propuesta de enmienda de la Directiva 2003/87/CE de diciembre de 2003.

<sup>42</sup> Extraído de Coviello (2003).

La ley pionera en cuanto al sistema de precios fue promulgada en California durante la década de 1980. La Ley estadounidense de normas regulatorias de los servicios públicos (*U.S. Public Utility Regulatory Policy Act - PURPA*) establece que los servicios deben interconectarse a y comprar energía de “instalaciones calificadas”, incluidas las plantas de generación de electricidad a partir de fuentes de energía renovables, sobre la base de costos de producción adicionales y evitados. En California, la aplicación de la Ley implicó el uso de contratos estandarizados de largo plazo con pagos fijos (y en algunos casos ascendentes) para todo o parte del plazo del contrato. Los costos de los contratos se cubrieron a través del cobro de tarifas eléctricas más elevadas a los consumidores. Si bien estos contratos implicaron un alto costo, se cree que la alternativa (energía nuclear) habría tenido un costo incluso más elevado.

La duración de los contratos (15 a 30 años para los proyectos eólicos), junto con precios fijos de la energía por gran parte de ese tiempo, garantizaba a los productores un mercado para sus productos y, finalmente, les entregaba algo que podían llevar al banco para obtener financiamiento. Mientras la mayoría de los otros estados del país experimentaron un leve desarrollo durante la década de 1980, el estado de California se convirtió –durante un tiempo– en el líder mundial en el uso de energía basada en recursos renovables (Sawin, 2003).

Las primeras leyes europeas sobre la compra garantizada de electricidad (*feed-in*) (en Dinamarca y Alemania) también exigían que los servicios proporcionaran acceso a la red eléctrica a pequeñas plantas eólicas y otras empresas privadas de generación de electricidad y garantizaban a los productores una participación mínima del precio minorista –al menos un 85% en Dinamarca y un 90% en Alemania.

En el año 2000, se revisó el sistema alemán y hoy la mayoría de las leyes de fijación de precios establecen un pago fijo por la electricidad de fuentes de energía renovables que varía según el tipo de tecnología utilizada, el tamaño de la central y ocasionalmente según su ubicación (por ejemplo, energía eólica), y que generalmente se basa en los costos de generación. Los pagos garantizados a los nuevos proyectos disminuyen anualmente y se ajustan cada dos años. Las tarifas se mantienen durante 20 años a partir de la fecha de instalación del proyecto.

Los costos de los elevados montos pagados a las plantas de energías renovables son cubiertos por un cargo adicional por kilovatio-hora (kWh) que se cobra a todos los consumidores de acuerdo con su nivel de consumo (como en España y Alemania al año 2000) o un cargo que se cobra a los consumidores de servicios que requieren comprar electricidad verde (como en Alemania hasta el año 2000), por los contribuyentes o por una combinación de ambos (como en Dinamarca).

Asimismo, en España, en varios otros países europeos –incluidos Francia, Austria, Portugal y Grecia– y en Corea del Sur, se han promulgado leyes similares a la ley de fijación de precios de Alemania. Cabe señalar que estas leyes no han sido exitosas en todos los países donde se han aprobado.

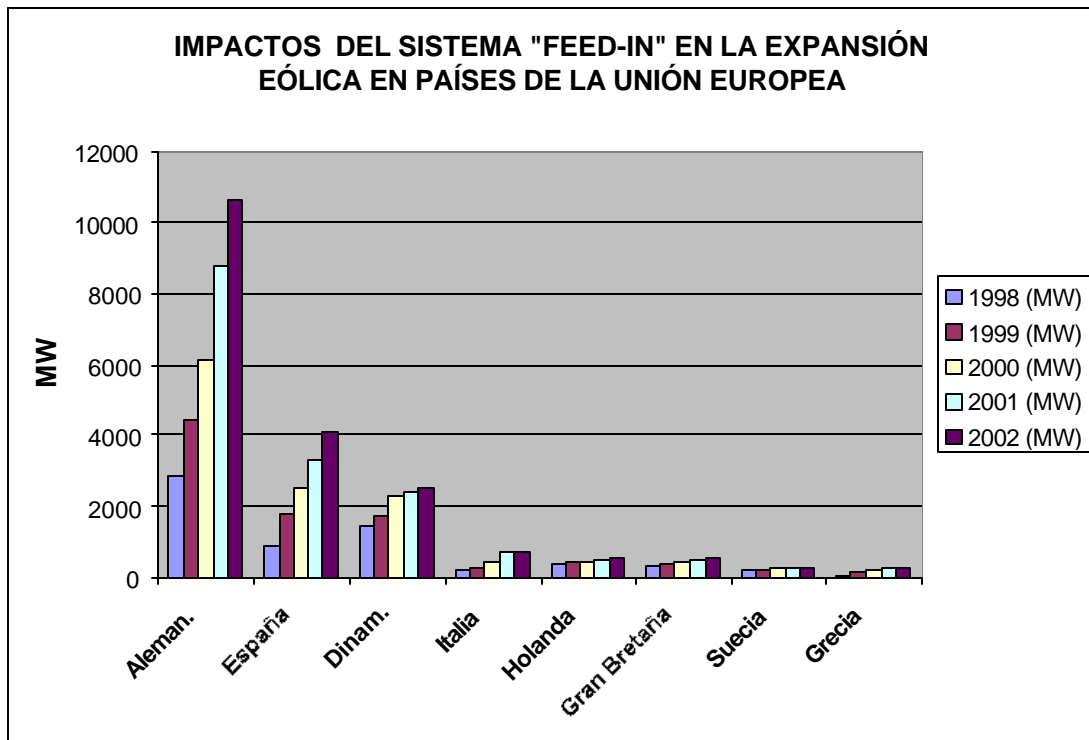
Así, para que las leyes tengan éxito, las tarifas deben ser lo suficientemente elevadas como para cubrir los costos y fomentar el desarrollo de tecnologías particulares, y deben estar garantizadas por un período lo suficientemente prolongado para asegurar a los inversionistas una alta rentabilidad.

El éxito de estas leyes obedece también a otros factores, como los cargos por el acceso a la red eléctrica, los límites establecidos sobre la capacidad calificada y la facilidad en cuanto a la

obtención de permisos y selección del emplazamiento (influida por la existencia de normas nacionales o regionales).

En consecuencia, hoy es posible afirmar que aquellos países que han experimentado un significativo crecimiento del mercado y han creado las más fuertes industrias nacionales han aplicado este tipo de leyes (figura V.1).

Figura V.1



Fuente: Elaborado sobre la base de datos de la Oficina de Estadística de las Comunidades Europeas (EUROSTAT); y Organismo Internacional de Energía, *Renewables Information*, 2002, París, 2002.

## F. El manejo del riesgo como elemento clave para hacer viable el financiamiento

El manejo del riesgo (dualismo “**riesgo frente a rentabilidad**”) en los proyectos de energías renovables constituye uno de los principales “cuellos de botella” para abrir el sector a una mayor participación de la inversión pública y privada, no sólo en América Latina donde el problema es trascendental, sino también en los países desarrollados.

En este sentido, la participación en la estructura accionaria de las iniciativas, tanto de las entidades privadas como públicas, representa un componente importante en la evaluación del concepto de riesgo de los proyectos.

Por esta razón, la posibilidad de complementar la estructura de la iniciativa con acciones (“equities”) disponibles a nivel local y reforzar la capacidad de gestión local por medio de instrumentos de financiamiento público y privado basados en acciones, debería ser considerado como un mecanismo importante para incrementar las iniciativas de energías renovables en un ambiente competitivo.

Los riesgos más relevantes asociados con la inversión privada en proyectos renovables son, por una parte, de tipo político y, por otra, de tipo comercial. Estos riesgos se relacionan con las actividades de exploración de los recursos renovables y de desarrollo industrial de las plantas que transforman dichos recursos en energía.

El riesgo político está relacionado con la percepción del inversionista privado respecto del grado de permanencia de normas regulatorias específicas, políticas relevantes y el grado de cumplimiento de los compromisos establecidos por los gobiernos y organismos estatales.

Los riesgos comerciales están básicamente asociados con la disponibilidad y confiabilidad de la información proporcionada (por ejemplo, con respecto a la cantidad y calidad de viento, energía solar, leña, productos de caña, residuos orgánicos, vapor endógeno, etc.). Esta información define el grado de confiabilidad de que se dispone para establecer las características del “potencial negocio renovable”, de manera de determinar, dentro de márgenes aceptables, la viabilidad financiera de las inversiones.

El objetivo último es entonces disponer de información adecuada y suficiente que permita definir las características de diseño de una planta de generación de electricidad, incluyendo aspectos como vida útil, capacidad de generación, nivel de confiabilidad de la disponibilidad del recurso y sostenibilidad de los rendimientos operacionales.

Actualmente, los inversionistas extranjeros disponen de diversos mecanismos para cubrir riesgos políticos, que son normalmente administrados por organismos especializados de países desarrollados, como la Corporación de Inversiones Privadas en el Extranjero; organismos multilaterales a través de programas de garantías del Banco Interamericano de Desarrollo y del Banco Mundial, como el Organismo Multilateral de Garantía de Inversiones (OMGI); y por compañías de seguro privadas.

Sin embargo, no existen actualmente en el mercado mecanismos que cubran los *riesgos comerciales* asociados con la exploración y el desarrollo de proyectos de fuentes renovables.

- **Propuesta: creación de un fondo regional de garantía**

En base a este enfoque conceptual, parece consecuente proponer la creación de un esquema de garantías que contribuya a disminuir el riesgo de preinversión en los proyectos renovables, en particular aquellos asociados con procesos de exploración muy caros, los cuales constituyen la actividad de más alto riesgo comercial (técnico y financiero) de un proyecto de estas características.

El esquema estaría basado en seguros contra riesgos comerciales, asociados con la exploración de recursos renovables, que serían provistos por empresas de seguros privadas a inversionistas que estuvieran considerando su desarrollo.

Para éstos se necesitará el aporte de instituciones regionales y multilaterales de cooperación financiera, así como de organismos estatales de cooperación, que estén dispuestas a participar en la constitución de un “paquete de cobertura” para proyectos privados, que a su vez estén asegurados por compañías de seguro privadas.

De esta manera, los instrumentos basados en acciones (*equities*) tendrían una efectiva función de apalancamiento de los recursos financieros disponibles, tanto públicos como privados.

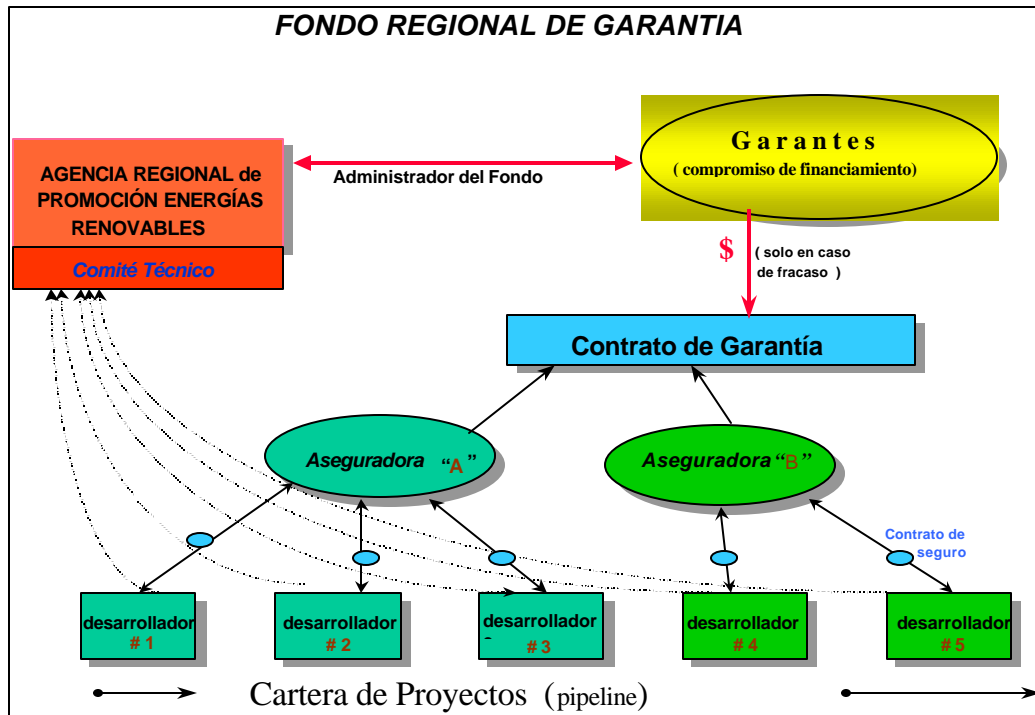


Los compromisos contingentes de estos garantes podrían permitir la creación –por ejemplo, para América latina- de un **Fondo Regional de Garantía** para proyectos de fuentes de energía renovables, cuyo objetivo final sería promover la incorporación de las empresas (publicas y privadas) en el desarrollo de proyectos de energías renovables en América Latina y el Caribe, por medio de la mitigación de los riesgos asociados a los mismos.

En un primer momento, una entidad regional<sup>43</sup> podría hacerse cargo del diseño y la puesta en marcha del Fondo de Garantía, teniendo como objetivo primario la armonización de intereses de los principales actores de la iniciativa: i) los gobiernos; ii) los garantes internacionales; iii) las empresas de seguro; y iv) las empresas constructoras del proyecto.

Luego, –después de que se hayan creado las bases técnicas, políticas y económicas de la estructura y de su funcionamiento– el Fondo Regional debería contar con una entidad operativa especializada (EOE) para su gestión y expansión de la cartera de proyectos, ya existente y alimentada por la entidad regional. En la figura V.2 se presenta un esquema conceptual del funcionamiento de dicho Fondo.

Figura V.2



En forma simultánea o alternativa al Fondo de Garantía, la EOE podría también manejar un **Fondo Regional de Fideicomiso**, es decir, un instrumento de inversión basado en acciones cuya función sería apalancar recursos financieros (públicos y privados) y otorgar mayor estabilidad y confiabilidad al flujo de fondos.

Dicho fondo podría participar en el desarrollo de proyectos como “patrocinador” y luego podría vender sus acciones cuando el proyecto esté en plena operación. Un esquema operativo

<sup>43</sup> por ejemplo, una “Agencia Regional de Promoción de Energías Renovables”

parecido ya ha sido implementado por algunas entidades multilaterales en proyectos de energías renovables y créditos de carbono, como es el caso del Banco Mundial y el Banco Interamericano de Desarrollo.<sup>44</sup>

Un esquema de este tipo permitiría crear un equipo de profesionales capaces de manejar la estructura operativa del Fondo. A estos profesionales se les pagarían sus honorarios de gestión con fondos de la iniciativa. De esta forma, se contaría con un equipo proactivo, que ayudaría a crear y manejar oportunidades de inversiones, debidamente evaluadas y supervisadas.

Los países de la región, de considerar pertinente y necesaria la creación de este tipo de Fondos que permitirían la viabilidad de los proyectos de fuentes de energía renovables, deberían realizar gestiones oportunas tendientes a solicitar el apoyo de los organismos financieros internacionales con miras al diseño e implementación de dichos esquemas. El hecho de que los países de la región tengan como referentes a prestigiosas y solventes instituciones financieras de desarrollo, tanto regionales (Banco Interamericano de Desarrollo) como subregionales (Corporación Andina de Fomento, Banco Centroamericano de Integración Económica, Fondo Financiero para el Desarrollo de la Cuenca del Plata) es una ventaja por cuanto éstas podrían facilitar dichas gestiones.

---

<sup>44</sup> El Banco Mundial participó en la sindicación de fondos internacionales para el proyecto geotérmico “Zunil II” en Guatemala, por medio de la Corporación Financiera Internacional (CFI); y el BID, en la creación y financiación del Fondo de Tecnología Limpia, a través del Fondo Multilateral de Inversiones (Fomin).

## Bibliografía

- ABRACAVE (Associação Brasileira de Florestas Renováveis) (2002), *Anuário 2001*, Belo Horizonte.
- Aguilera, E. (2004), *Los recursos geotérmicos del Ecuador*, presentación en PowerPoint.
- Altomonte, H., M. Coviello y W. Lutz (2003), *Eficiencia energética y energías renovables en América Latina: restricciones y perspectivas*, serie Recursos naturales e infraestructura, N° 65 (LC/L.1997-P), Santiago de Chile, CEPAL, octubre. Publicación de las Naciones Unidas, N° de venta: S.03.II.G.135.
- ANEEL (Agencia Nacional de Energía Eléctrica) (2003), Banco de Informações da Geração, [www.aneel.gov.br](http://www.aneel.gov.br).
- ANP (Agência Nacional do Petróleo) (2003), *Anuário estatístico, 2003*, [www.anp.gov.br/conheca/anuario\\_estat.asp](http://www.anp.gov.br/conheca/anuario_estat.asp).
- Averbuch, S. (2003), “Determining the real cost: why renewable power is more cost-competitive than previously believed”, *Renewable Energy World*, marzo-abril.
- Bastos, L.G., (1988), “Energía solar”, *Propuesta para un Plan Nacional de Desarrollo de las Fuentes Nuevas y Renovables de Energía*, proyecto PER/86/011, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD)/Consejo Nacional de Energía (CONERG)/Ministerio de Energía y Minas (MEM).
- BUN-CA, E+Co (2003), Promoción de Energía renovable en Centroamérica (actualización a diciembre de 2003), [www.bun-ca.org](http://www.bun-ca.org).
- Bustamante, H.G. (2000), *Energía solar en Perú*, documento preparado para la Oficina Técnica de Energía (OTERG) del Ministerio de Energía y Minas (MEM), Lima.
- Campodonico, H. (2001), *Consecuencias del shock petrolero en el mercado internacional a fines de los noventa*, serie Recursos naturales e infraestructura, N° 24 (LC/L.1542-P), Santiago de Chile, CEPAL, junio. Publicación de las Naciones Unidas, N° de venta: S.01.II.G.86.
- CCAD (Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo) (2003), *Estrategia forestal centroamericana*, San Salvador, Sistema de la Integración Centroamericana (SICA).
- CENBIO (Centro Nacional de Referência em Biomassa) (2000), Medidas mitigadoras para a redução de emissões de gases de efeito estufa na geração termelétrica., São Paulo.
- CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe) (2004a), El tratado de libre comercio Centroamérica-Estados Unidos: resultados de la negociación y características principales (LC/MEX/ R.854), México, D.F., Sede Subregional de la CEPAL en México.
- (2004b), Perspectivas de un programa de biocombustibles en América Central (LC/MEX/L.606), México, D.F., Sede Subregional de la CEPAL en México.
- (2003a), Sostenibilidad energética en América Latina y el Caribe: el aporte de las fuentes renovables (LC/L.1966), Santiago de Chile.
- (2003b), Propuesta para una estrategia sustentable del subsector hidrocarburos en Centroamérica (LC/MEX/L.582), México, D.F., Sede Subregional de la CEPAL en México, noviembre de 2003.
- (2002), *Anuario estadístico de América Latina y el Caribe, 2001* (LC/G.2151-P), Santiago de Chile. Publicación de las Naciones Unidas, N° de venta: E/S.02.II.G.01.
- CEPAL/OLADE/GTZ (Comisión Económica de América Latina y el Caribe/Organización Latinoamericana de Energía/Sociedad Alemana de Cooperación Técnica) (2004), *Energía y desarrollo sustentable en América Latina y el Caribe: guía para la formulación de políticas energéticas*, serie Cuadernos de la CEPAL, N° 89, Santiago de Chile, por aparecer.
- CEPAL/PNUMA (Comisión Económica para América Latina y el Caribe/Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente) (2002), La sostenibilidad del desarrollo en América Latina y el Caribe: desafíos y oportunidades (LC/G.2145/Rev.1-P), Santiago de Chile. Publicación de las Naciones Unidas, N° de venta: S.02.II.G.48.

- CEPEL (Centro de Pesquisas de Energia Elétrica) (2001), Atlas do potencial eólico brasileiro, Rio de Janeiro.
- CGE/CBEE (Câmara de Gestão da Crise de Energia Elétrica/Comercializadora Brasileira de Energia Emergencial) (2002), *Programa de Energia Emergencial*, Brasília.
- CIGB (Commission Internationale des Grands Barajes) (2003), *World Register of Dams*, París, [www.icold-cigb.org](http://www.icold-cigb.org).
- (2000), *Position Paper on Dams and Environment*, [www.icold-cigb.org](http://www.icold-cigb.org)
- Coelho, S.T. y J. Goldemberg (2004), “Alternative transportation fuels: contemporary case studies”, *The Encyclopedia of Energy*, Elsevier Inc.
- Colom de Moran, E. (2003), *Gobernabilidad eficaz del agua: acciones conjuntas en Centro América*, Asociación Mundial para el Agua, febrero.
- Coviello, M. (2003), *Entorno internacional y oportunidades para el desarrollo de las fuentes renovables de energía en los países de América Latina y el Caribe*, serie Recursos naturales e infraestructura, N° 63 (LC/L.1976-P), Santiago de Chile, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). Publicación de las Naciones Unidas, N° de venta: S.03.II.G.134.
- (2002), *Geothermal Energy Resources for Developing Countries*, Santiago de Chile, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- (1998), *Financiamiento y regulación de las fuentes renovables de energía*, serie Medio ambiente y desarrollo, N° 13 (LC/L.1162-P), Santiago de Chile, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- Coviello, M. y H. Altomonte (2003), *Energy sustainability in Latin America and the Caribbean: the share of renewable sources (LC/L.1966)*, Santiago de Chile, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- Coviello, M. y M.E. Barrientos (1998), *La participación privada en el desarrollo de la geotermia en América Latina (LC/R.1872)*, Santiago de Chile, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- E&E (2002), “O sistema elétrico brasileiro”, *Revista Economia e energia*, N° 32.
- Eguren, L. (2003), *El mercado de carbono en América Latina y el Caribe: balance y perspectivas*, Santiago de Chile, Comisión Económica para América Latina y el Caribe, por aparcer.
- EIA (Energy Information Administration) (2002), “Federal Energy Markets Interventions, 1999”, [www.eia.doe.gov](http://www.eia.doe.gov).
- (2002b), “Energy Information Administration/International Energy Database” [www.eia.doe.gov](http://www.eia.doe.gov).
- ELETROBRAS (Centrais Elétricas Brasileiras, S.A.) (1999), *Evaluation of Cogeneration Opportunities in Brazil*, Rio de Janeiro.
- Comisión Europea (2003a), *External Costs: Research Results on Socio-environmental Damages due to Electricity and Transport*, Bruselas.
- (2003b): *Renewable Energy for Europe: Campaigning for Take-off*, Bruselas.
- Departamento de Energía de los Estados Unidos (2002a), *Budget Highlights*, [www.osti.gov/budget/budlite.html](http://www.osti.gov/budget/budlite.html)
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación) (2003), *Sistema de información estadístico*, FAOSTAT/Forestry Products, [www.apps.fao.org](http://www.apps.fao.org).
- (2001), *Unified Wood Energy Terminology (UWET)*, [www.fao.org/forestry/fop/foph/energy/doc/uwet/](http://www.fao.org/forestry/fop/foph/energy/doc/uwet/)
- (2002a), *Economic Analysis of Wood Energy Systems*, Programa de Dendroenergía de la Dirección de Recursos Forestales.
- (2002b), *Economic Analysis of Wood Energy Systems*, Roma, Dirección de Recursos Forestales.
- (s/f), *Country profiles*, <http://www.fao.org/countryprofiles>.

- FAO/CEPAL (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación/ Comisión Económica para América Latina y el Caribe) (2001), *Situación forestal en la región, 2000*, Santiago de Chile, Oficina Regional para América Latina y el Caribe.
- FAO/CCAD (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación/Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo) (2003a), *Centroamérica frente al cambio climático*, Proyecto de Bosques y Cambio Climático en América Central (PBCC), octubre.
- (2003b), *Centroamérica frente al cambio climático*, Proyecto de Bosques y Cambio Climático en América Central (PBCC), octubre. Forst & Sullivan (2002), *El mercado de energía renovable de América Latina*.
- Geller, H. y otros (2004), “Policies for advancing energy efficiency and renewable energy use in Brazil”, *Energy Policy*, vol. 32.
- Goldemberg J. (2003), “Outlook for renewable energies and energy efficiency after the WWSD”. presentación del evento latinoamericano de Renewable Energy and Energy Efficiency Partnership, São Paulo, agosto.
- Goldemberg, G. y S. Coelho (2002), “Renewable energy: traditional biomass vs modern biomass”, por aparecer.
- Goldemberg, G., S. Coelho S. y O. Lucon (2002), “How adequate policies can push renewables”, por aparecer.
- Goldemberg, J. y otros (2003a), “Ethanol learning curve: the Brazilian experience”, *Biomass and Bioenergy*, vol. 26, N° 3.
- (2003b), “How adequate policies can push renewables”, *Energy Policy*, vol. 32, N° 9.
- GTZ (Sociedad Alemana de Cooperación Técnica) (2003), “Estudio básico sobre potenciales, proyectos y actores en el área de energías renovables de la República Dominicana”, diciembre, borrador. Hall, D.O. y K.K. Rao (1999), *Photosynthesis*, sexta edición, Cambridge, Massachusetts, Cambridge University Press.
- Hirata, M.H. (1988), *Propuesta para un Plan Nacional de Desarrollo de las Fuentes Nuevas y Renovables de Energía: Energía de Biomasa* (Proyecto PER/86/011), Lima, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD)/Consejo Nacional de Energía (CONERG)/Ministerio de Energía y Minas (MEM).
- Horta Nogueira, L. (2003), “Perspectivas de un programa de biocombustibles en América Central”, proyecto CEPAL/República Federal de Alemania “Uso sustentable de hidrocarburos”, Santiago de Chile, diciembre.
- (1988), *Propuesta para un Plan Nacional de Desarrollo de las Fuentes Nuevas y Renovables de Energía: Energía de Biomasa* (Proyecto PER/86/011), Lima, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD)/Consejo Nacional de Energía (CONERG)/Ministerio de Energía y Minas (MEM).
- IBAMA (Instituto Brasileño del Medio Ambiente y los Recursos Naturales Renovables) (1998). *PROCONVE – Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículo Automotores*, Brasilia.
- IDEE/FB (Instituto de Economía Energética/Fundación Bariloche) (2001), *Estudio integral de energía del Perú*, documento preparado para la Oficina Técnica de Energía (OTERG) del Ministerio de Energía y Minas (MEM).
- IEA (Organismo Internacional de Energía) (2003a), “Key World Energy Statistics”, [www.iea.org](http://www.iea.org).
- (2003b), “Renewable Information 2002 & 2000”, [www.iea.org](http://www.iea.org).
- (2003c), *International Energy Outlook*, París.
- (2002a), *Renewable Energy Policy ... into the Mainstream*, IEA Renewable Energy Working Party, París.
- (2002b), *Renewables in Global Energy Supply: An IEA Fact Sheet*, París.
- (2000a), “Energy Balances of non-OECD Countries”, [www.iea.org](http://www.iea.org).
- (2000b), *Experience Curves for Energy Technology Policy*, París.

- (1999), “Looking at energy subsidies: getting the prices right”, *World Energy Outlook, 1999*, París.
- Ihle, J. (2003), “The politics of renewables funding”, *Public Utilities Fortnightly*, julio.
- ILUMINA (Instituto de Desenvolvimento Estratégico do Setor Elétrico) (2001), *Será que esses números não dizem nada?*, Rio de Janeiro, [www.ilumina.org.br](http://www.ilumina.org.br).
- International Rivers Network, *Twelve Reasons to Exclude Large Hydro from Renewables Initiatives*, [www.irm.org/programs/greenhouse/12reasons.pdf](http://www.irm.org/programs/greenhouse/12reasons.pdf).
- IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambios Climáticos) (2001), *Climate Change 2001: Mitigation*, Contribution of Working Group III to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge, Cambridge University Press.
- Johansson, T.B. y J. Goldemberg (2002), *Energy for Sustainable Development*, Nueva York, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD).
- LAMNET (2002), “Latin American Thematic Network on Bioenergy”, [www.bioenergy-lamnet.org](http://www.bioenergy-lamnet.org).
- Langcake, P. (2003), “Getting a clear strategic perspective for renewable energy companies”, *Renewable Energy World*, marzo-abril.
- Lerda, J.C., J. Acquatella y J.J. Gómez (2003), *Integración, coherencia y coordinación de políticas públicas sectoriales*, serie Medio ambiente y desarrollo, N° 76 (2026-P), Santiago de Chile, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). Publicación de las Naciones Unidas, N° de venta: S.03.II.G.190.
- MINAE (Ministerio del Ambiente y Energía) (2003), *IV Plan Nacional de Energía, 2002-2016*, San José, Costa Rica, febrero.
- Ministerio de Energía y Minas del Perú (2003), *Plan de Electrificación Rural, 2003-2012*, Lima, Dirección Ejecutiva de Proyectos.
- (2000): “Generación eléctrica a partir de fuentes nuevas: energía geotérmica”, *Atlas de la Minería y Energía*, Lima.
- Ministerio de Energía y Minas de Venezuela (2000), *Balance energético, 1996-2000*, Caracas, Ministerio de Energía y Minas, Caracas.
- MMA (Ministério do Meio Ambiente) (1990), Resolução CONAMA 03, 28 de junho de 1990: Padrões nacionais de qualidade do ar, Brasília.
- MME (Ministério das Minas e Energia) (2002), *Brazilian Energy Balance*, Secretaria de Energia, Brasília.
- Monroy, C. (2002), *Experiencia boliviana en el diseño y construcción de microcentrales hidroeléctricas*, Universidad Mayor de San Andrés, disponible en <http://www.unesco.org>.
- Moreira, J.R. y J. Goldemberg (1999), “The Alcohol Program”, *Energy Policy*, vol. 27.
- Naciones Unidas (2003): *Plan de Aplicación de las Decisiones de la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo*, Departamento Asuntos Económicos y Sociales, disponible en [www.un.org/esa/sustdev/documents/WSSD\\_POI\\_PD/Spanish](http://www.un.org/esa/sustdev/documents/WSSD_POI_PD/Spanish)
- OLADE (Organización Latinoamérica de Energía) (2003), *Balances Energéticos de los países de América Latina y el Caribe*, Sistema de Información Económica Energética (SIEE), [www.olade.ec.org/siee](http://www.olade.ec.org/siee).
- OLADE/CEPAL/GTZ (Organización Latinoamericana de Energía/Comisión Económica para América Latina y el Caribe/Sociedad Alemana de Cooperación Técnica) (1997), *Energía y desarrollo sustentable en América Latina y el Caribe: enfoques de políticas energéticas*, Quito.
- Paim, A. (2002), *A potencialidade inexplorada do setor florestal brasileiro*, São Paulo, Sociedade Brasileira de Silvicultura.
- Palmieri, A. (2001), “Dams and Development: The Evolving Role of the World Bank”, documento presentado al Simposio "Benefits and Concerns about Dams", Annual Meeting of the International Commission on Large Dams, Dresden.

Parlamento Europeo (2003a), *Directiva del Parlamento Europeo 2003/87/CE:Esquema para el comercio de emisiones de gases de efecto invernadero en los países de la Unión Europea*, septiembre.

— (2003b), Draft Opinion on the proposed European Directive 2003/0173 (COD), Comité de Industria, Comercio Exterior, Investigación y Energía, Bruselas, diciembre.

Patusco, J.A (2002), “A lenha na matriz energética brasileira”, inédito.

PNUD (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo) (2000), *World Energy Assessment*, Nueva York, [www.undp.org](http://www.undp.org)

PNUMA/ROLAC (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente/Oficina Regional para América Latina y el Caribe) (2002): *Iniciativa Latinoamericana y Caribeña para el Desarrollo Sostenible*, [www.rolac.unep.mx/ilc\\_esp.pdf](http://www.rolac.unep.mx/ilc_esp.pdf)

Programa Chile Sustentable (2002): Las fuentes renovables de energía y el uso eficiente: opciones de políticas energéticas sustentables, Santiago de Chile.

Fondo Prototipo del Carbono (2003): Project Portfolio Development, Banco Mundial, [www.prototypcarbonfund.org](http://www.prototypcarbonfund.org).

Sánchez, S. (2004), *Las energías renovables en Ecuador*, presentación en PowerPoint.

Sawin J. y C. Flavin (2003), “National Policy Instruments”, documento preparado para la Conferencia Mundial sobre Energías Renovables (Bonn, 2004).

Secretaría de Estado de Industria y Comercio (2003), *Revista Energías renovables en acción*, Santo Domingo, octubre.

Secretaría de Energía de México (2002), *Prospectivas del sector eléctrico en México, 2002-2011*, México, D.F.

Senter Internationaal (2003), The CERUPT Programme, [www.senter.nl/asp/page.asp?id=i001381&alias=erupt](http://www.senter.nl/asp/page.asp?id=i001381&alias=erupt).

Shell International (2001): “Exploring the Future: Energy Needs, Choices and Possibilities”.

Smil, V., (2003), *Energy at the Crossroads: Global Perspectives and Uncertainties*, Cambridge, Massachusetts, The MIT Press.

— (1999), *Energies*, Cambridge, Massachusetts, The MIT Press.

Sonntag-O’Brien, V. y E. Eusher (2003), “Mobilising Finance for Renewable Energies”, documento preparado para la Conferencia Mundial sobre Energías Renovables (Bonn, 2004).

Sotella, R. (2002), “Diagnostico de los principales problemas y oportunidades para el incremento de las fuentes renovables de energía”, *Plan Nacional de las Energías Renovables de Costa Rica 2001-2015*, San José, Costa Rica, Ministerio del Ambiente y Energía, enero.

Sutherland, R. (2001), “Big oil at the public trough? An examination of petroleum subsidies”, CATO Policy Analysis, N° 390, CATO Institute.

The Johannesburg Renewable Energy Coalition (2003), “Elements for an International Coalition Strategy and Action Plan”, [www.jrec.org](http://www.jrec.org).

Tolmasquim, M. y otros (1998), *Tendências da eficiência energética no Brasil*, Rio de Janeiro, ENERGE/Eletróbrás.

UPME (Unidad de Planeación Minero Energética) (2002), *Plan de Expansión de Referencia: Generación y Transmisión – 2002-2011*, Bogotá, D.C.

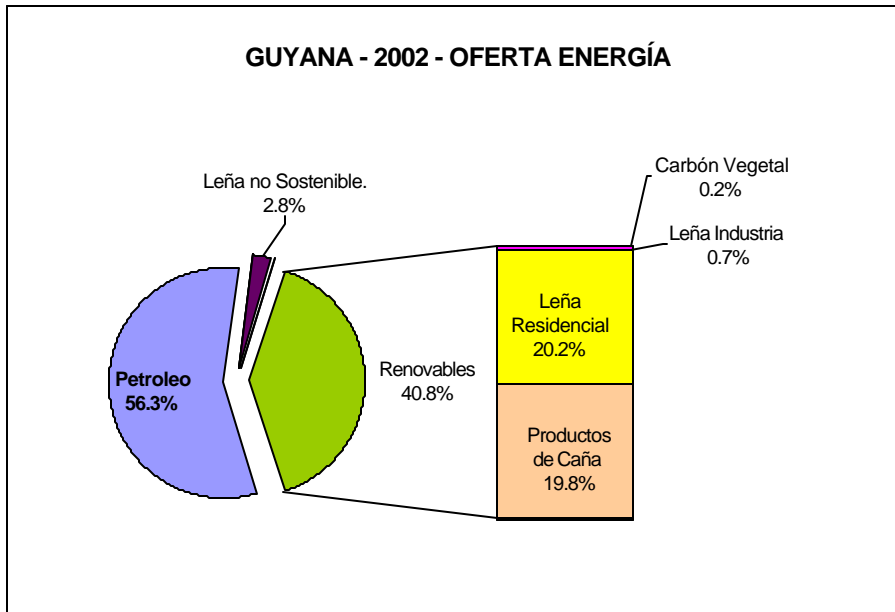
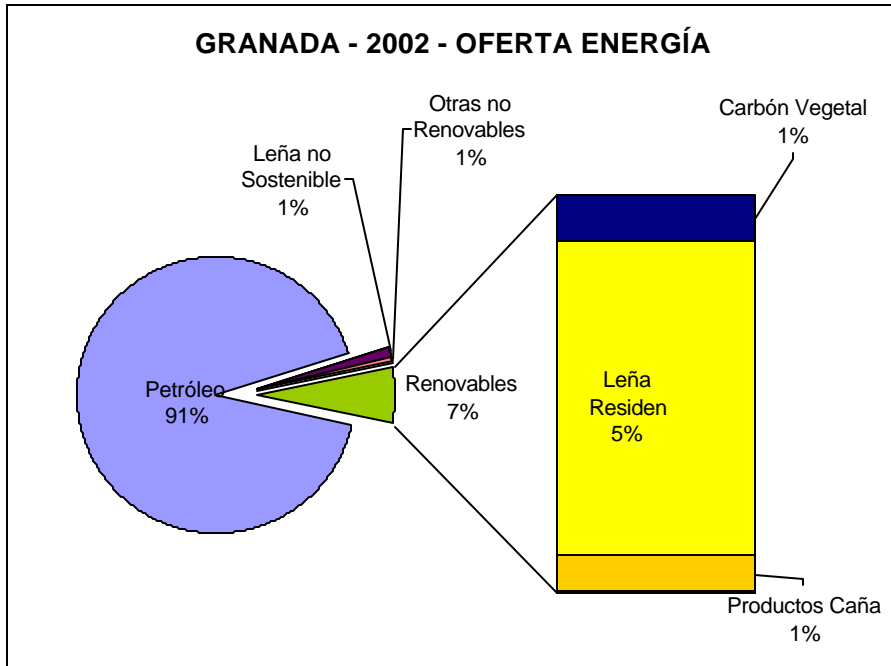
WEC (Consejo Mundial de la Energía) (2002), “Survey of Energy Resources, 19th Edition” [www.worldenergy.org/wec-geis](http://www.worldenergy.org/wec-geis).

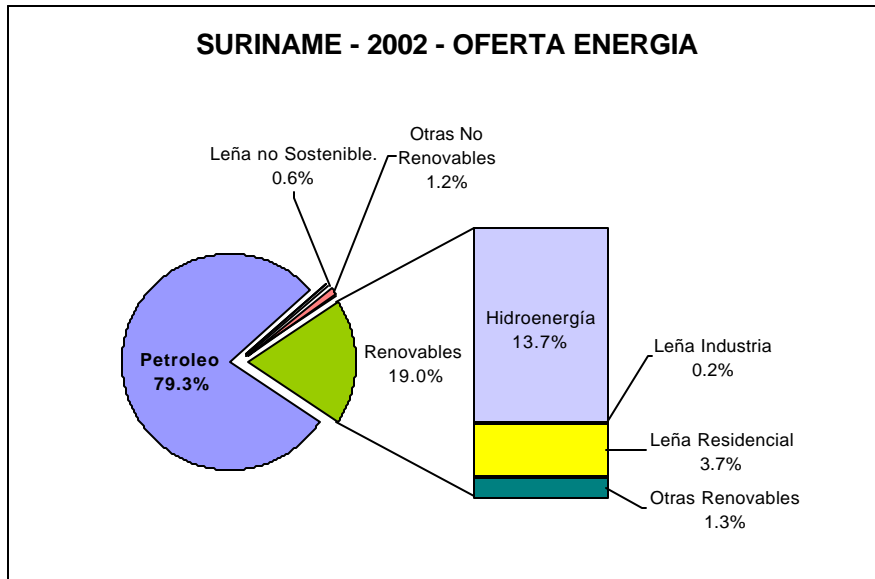
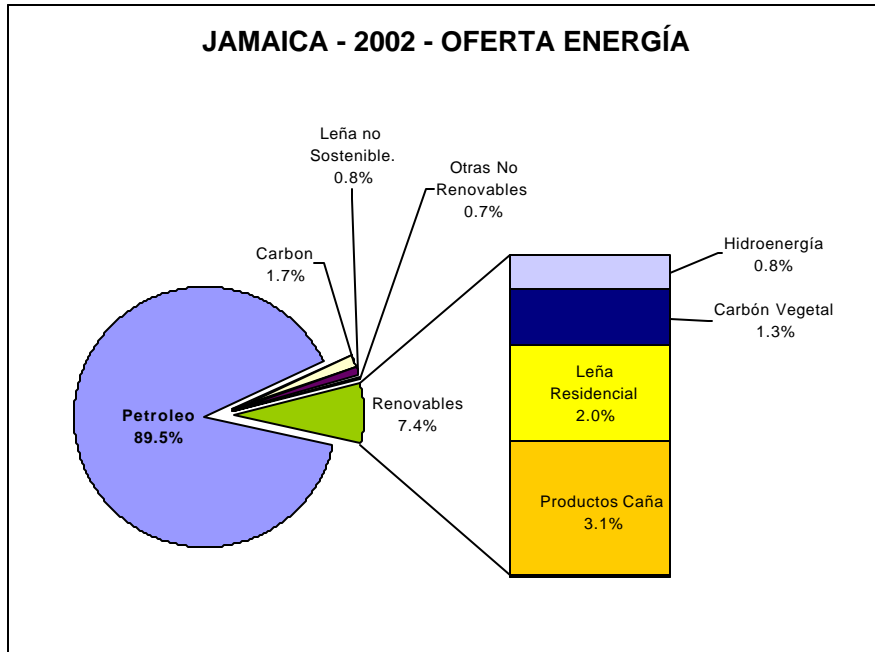
ANEXO

---

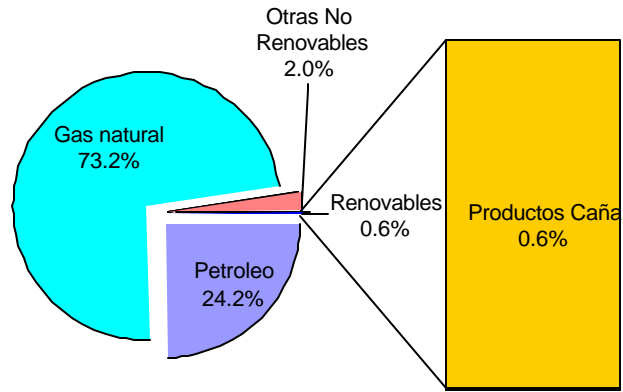


## CARIBE "1"

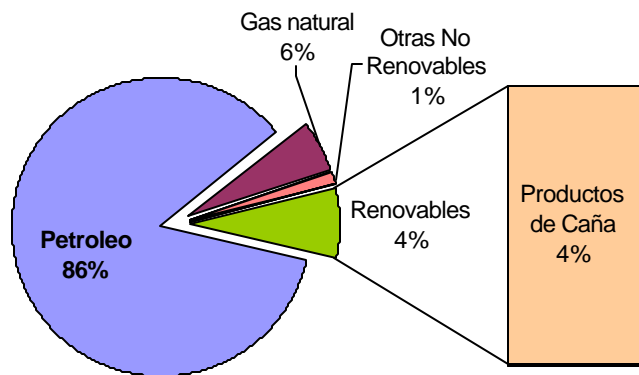




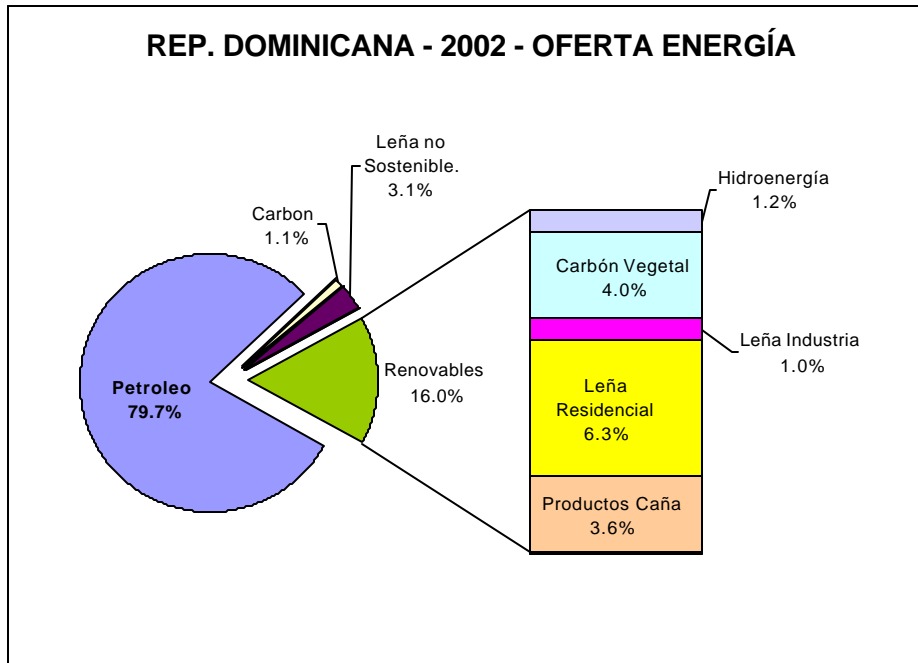
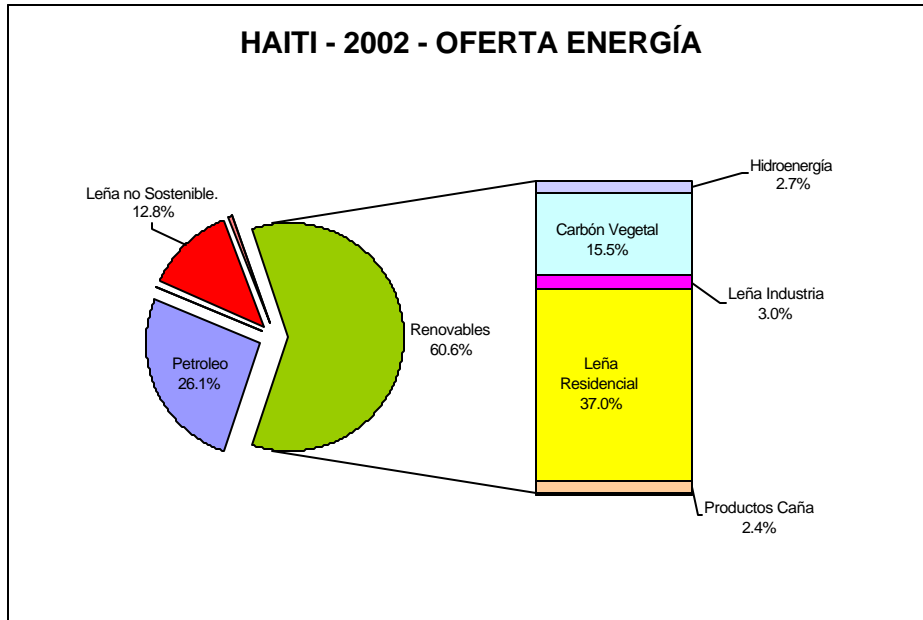
**TRINIDAD & TABAGO - 2002 - OFERTA ENERGÍA**

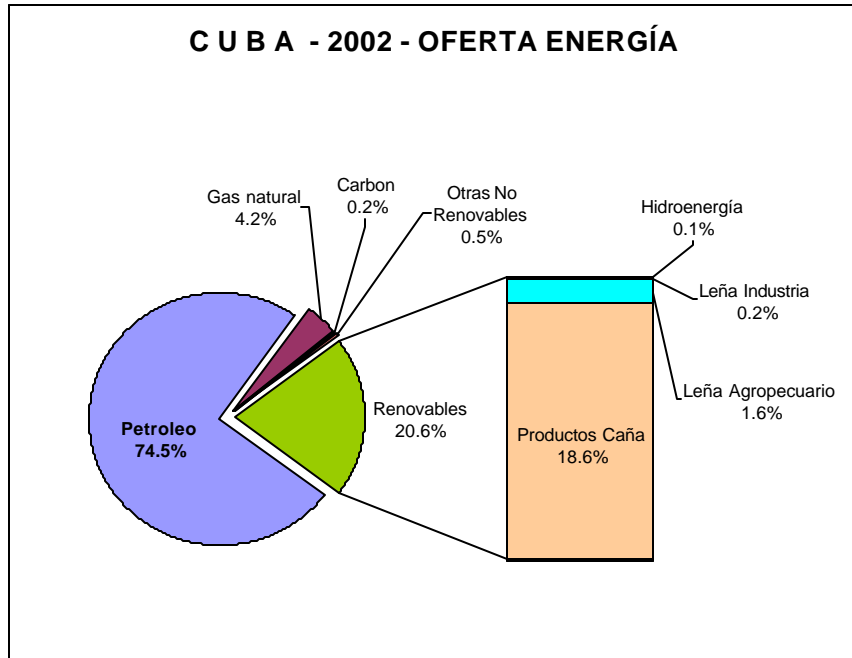


**BARBADOS - 2002 - OFERTA ENERGÍA**

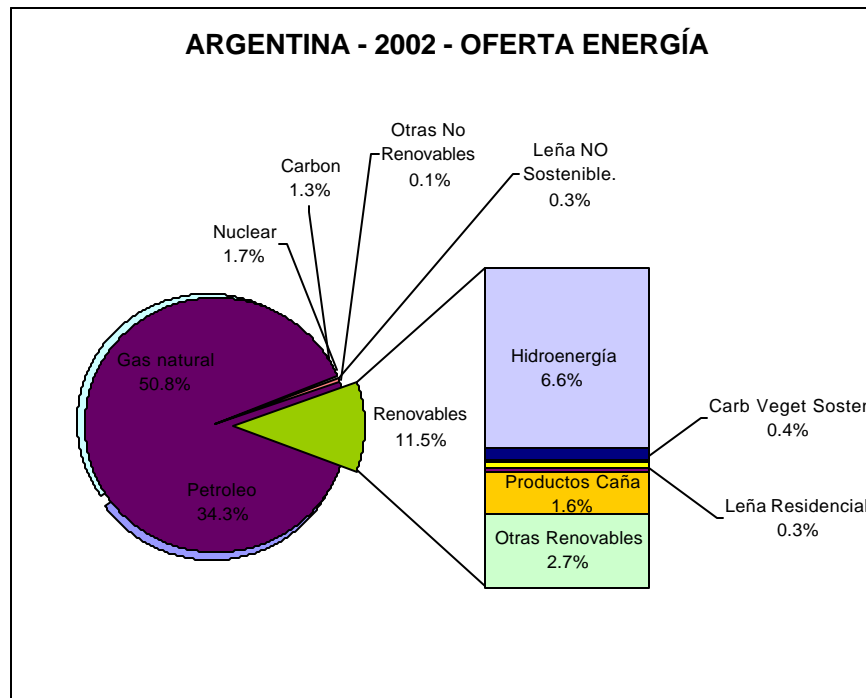
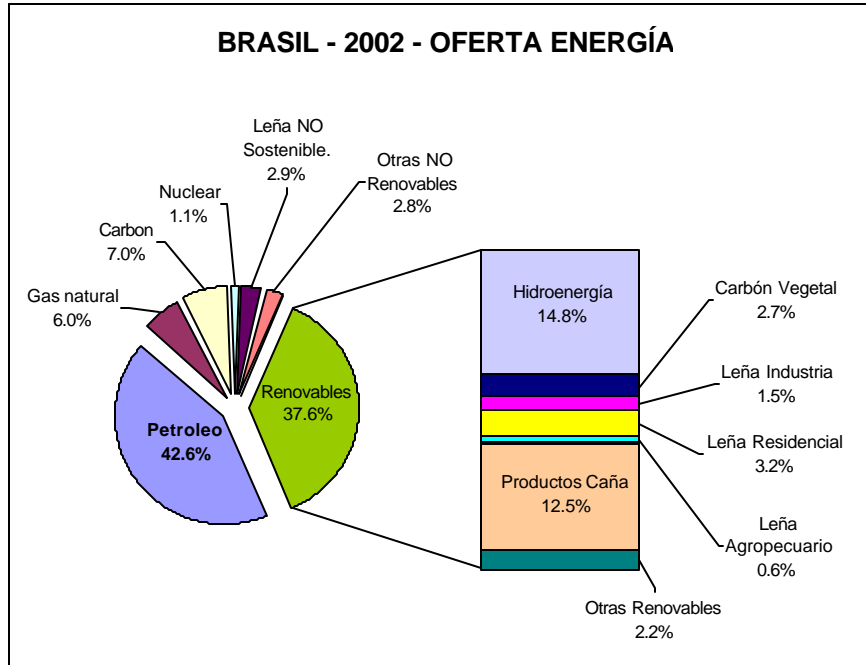


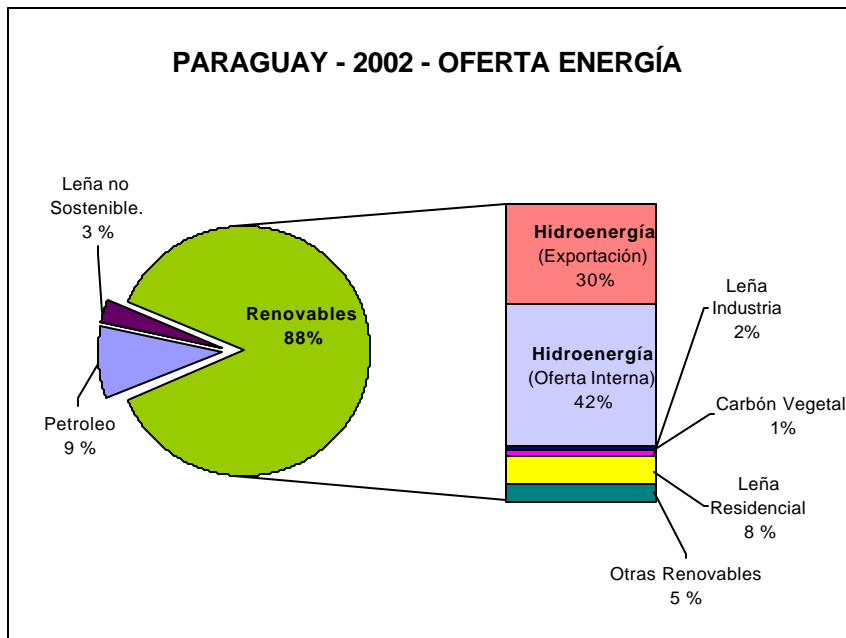
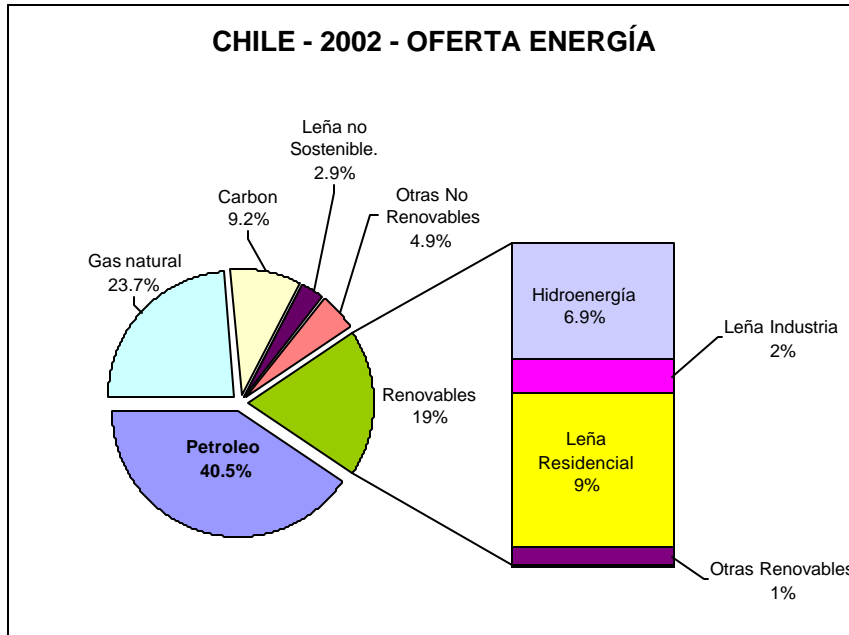
## CARIBE “2”

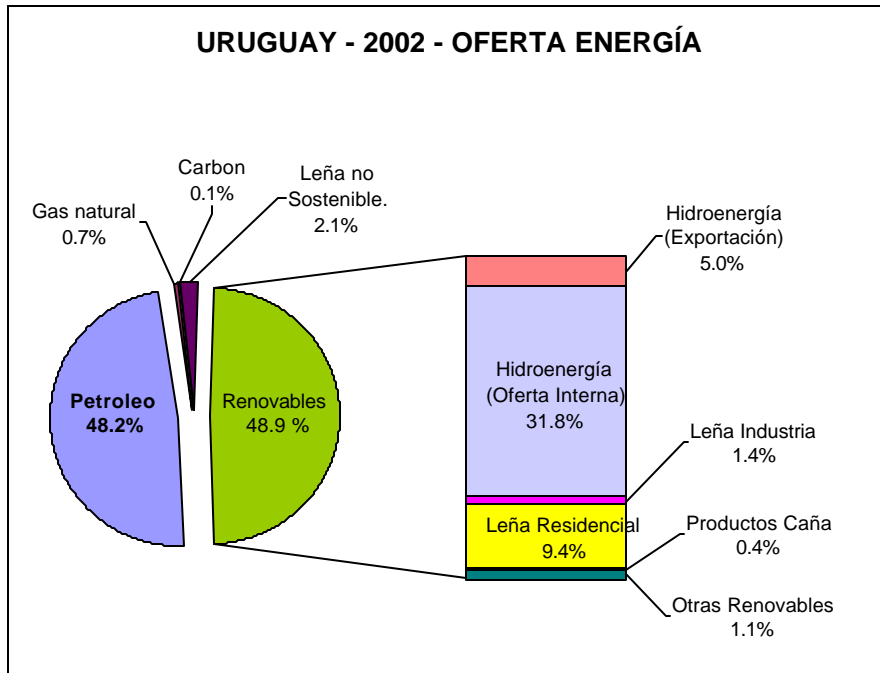




## MERCOSUR AMPLIADO

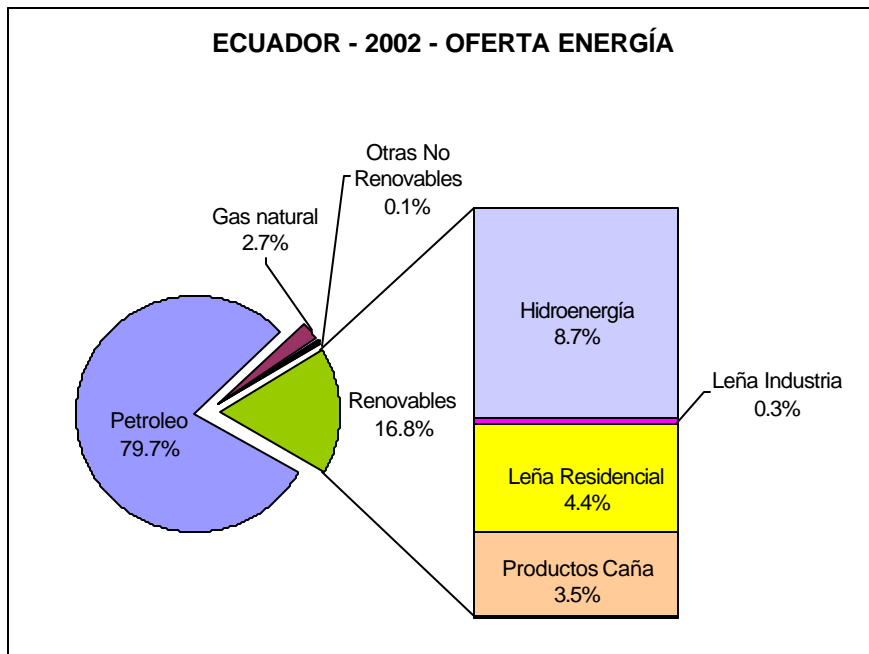
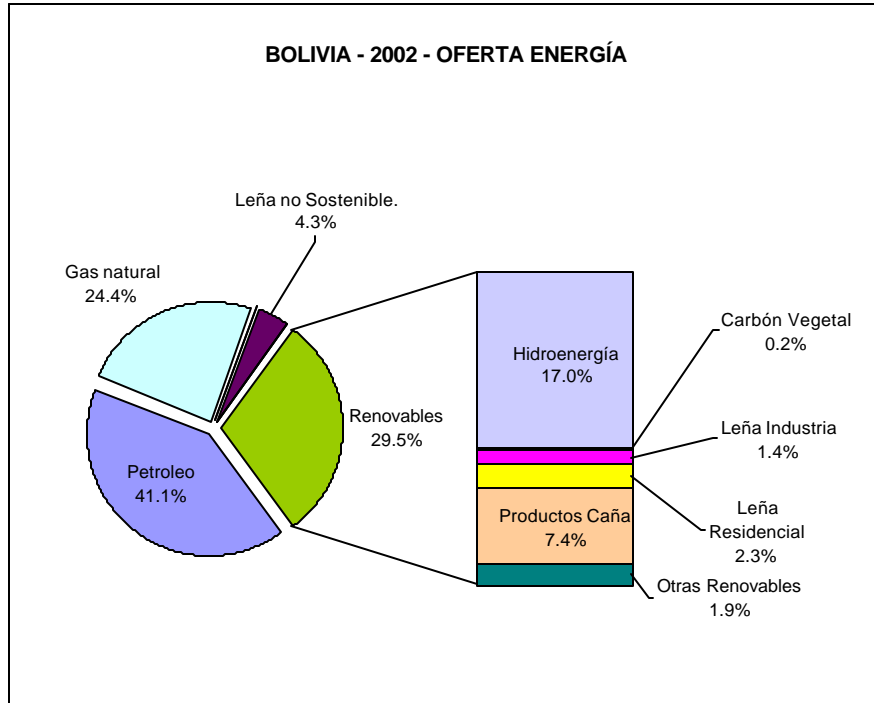


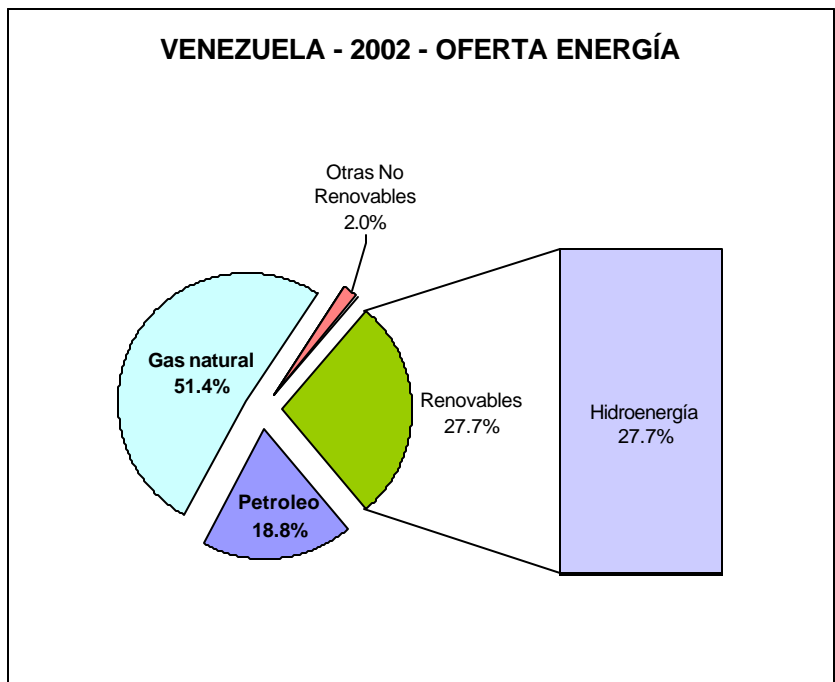
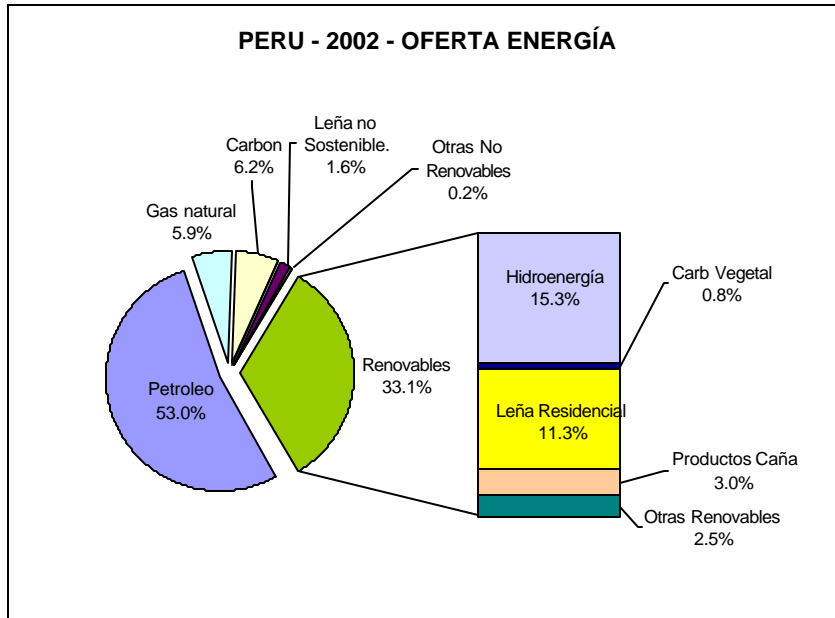


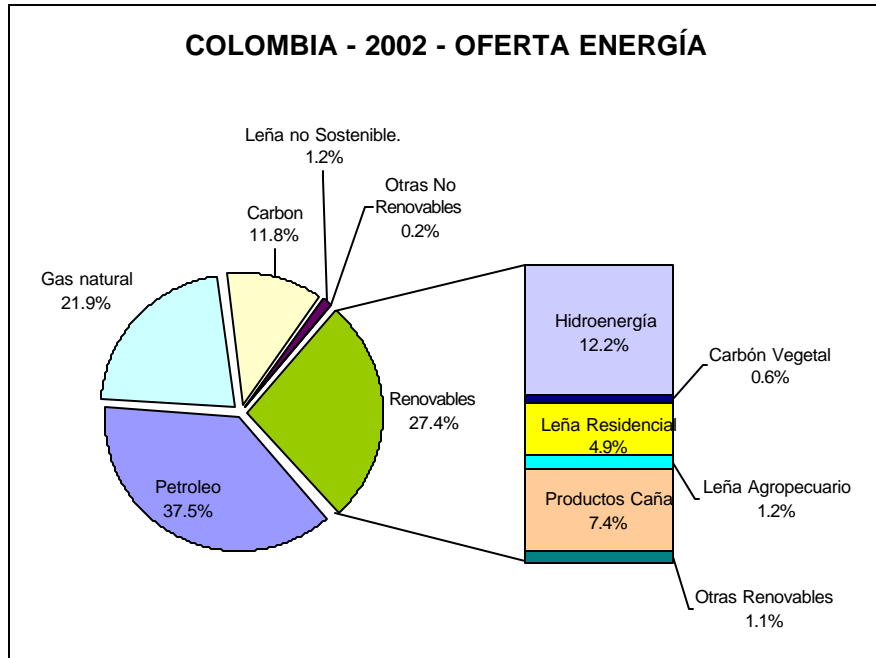




## COMUNIDAD ANDINA







## MÉXICO & AMÉRICA CENTRAL

