
recursos naturales e infraestructura

Perspectivas de sostenibilidad energética en los países de la Comunidad Andina

Luiz A. Horta Nogueira



NACIONES UNIDAS



División de Recursos Naturales e Infraestructura

Santiago de Chile, marzo del 2005

Este documento fue preparado por Luiz A. Horta Nogueira, consultor de la División de Recursos Naturales e Infraestructura de la CEPAL.

Las opiniones expresadas en este documento, que no ha sido sometido a revisión editorial, son de exclusiva responsabilidad del autor y pueden no coincidir con las de la Organización.

Publicación de las Naciones Unidas

ISSN impreso 1680-9017

ISSN electrónico 1680-9025

ISBN: 92-1-322634-9

LC/L.2240-P

N° de venta: S.04.II.G.160

Copyright © Naciones Unidas, marzo del 2005. Todos los derechos reservados

Impreso en Naciones Unidas, Santiago de Chile

La autorización para reproducir total o parcialmente esta obra debe solicitarse al Secretario de la Junta de Publicaciones, Sede de las Naciones Unidas, Nueva York, N. Y. 10017, Estados Unidos. Los Estados miembros y sus instituciones gubernamentales pueden reproducir esta obra sin autorización previa. Sólo se les solicita que mencionen la fuente e informen a las Naciones Unidas de tal reproducción.

Índice

Resumen	5
Introducción	7
A. Sustentabilidad y renovabilidad	8
B. Metodología para determinación de la renovabilidad	11
I. Un breve panorama de la Comunidad Andina de Naciones	13
II. Cuadro de las energías renovables en la Comunidad Andina	17
A. Bolivia	17
B. Colombia	24
C. Ecuador.....	30
D. Perú	35
E. Venezuela	43
III. Síntesis regional	49
A. Perspectivas de sostenibilidad energética.....	51
Bibliografía	57
Anexos	61
A. Documento de presentación de la misión a las instituciones locales	63
B. Personas y instituciones contactadas.....	65
Serie recursos naturales e infraestructura: números publicados	69

Índice de cuadros

Cuadro 1	Potencial identificado y capacidad hidroeléctrica en la Comunidad Andina	9
Cuadro 2	Indicadores sociales de la Comunidad Andina.....	14
Cuadro 3	Datos económicos básicos de la Comunidad Andina.....	14
Cuadro 4	Recursos energéticos de la Comunidad Andina.....	15
Cuadro 5	Consumo y producción de energéticos en la Comunidad Andina (para año 2000) ...	15
Cuadro 6	Síntesis del Balance Energético de Bolivia, 2002.....	19
Cuadro 7	Impacto de la adopción de Sistemas Fotovoltaicos Domésticos (SFD) sobre el consumo y el gasto mensual promedio en iluminación y radio receptores en Carrasco, Cochabamba	22
Cuadro 8	Potencial de las Energías Renovables en Colombia.....	25
Cuadro 9	Síntesis del Balance Energético de Colombia, 2002.....	26
Cuadro 10	Indicadores de sostenibilidad de la demanda de leña en Colombia	28
Cuadro 11	Potencial de las Energías Renovables en Ecuador	31
Cuadro 12	Síntesis del Balance Energético de Ecuador, 2002	32
Cuadro 13	Indicadores de sostenibilidad de la demanda de leña en Ecuador.....	33
Cuadro 14	Proyectos geotérmicos en Ecuador	34
Cuadro 15	Potenciales de las fuentes energéticas renovables en Perú.....	36
Cuadro 16	Síntesis del Balance Energético de Perú, 2002	37
Cuadro 17	Demanda de leña por Departamento de Perú, donde la demanda de leña se consideró no sostenible, 1998.....	39
Cuadro 18	Indicadores del Plan de Electrificación Rural de Perú, 2003-2012.....	41
Cuadro 19	Síntesis del Balance Energético de Venezuela, 2002.....	44
Cuadro 20	Centros poblados rurales no electrificados en Venezuela.....	46
Cuadro 21	Síntesis del Balance Energético para la Comunidad Andina, 2002	50
Cuadro 22	Perspectivas para las energías renovables en la Comunidad Andina	51

Índice de gráficos

Gráfico 1	Fracción desarrollada del potencial hidroeléctrico identificado y participación de la hidroelectricidad en la actual capacidad de generación eléctrica en la Comunidad Andina	10
Gráfico 2	Oferta total de energía en Bolivia, 2002.....	19
Gráfico 3	Oferta total de energía en Colombia, 2002.....	26
Gráfico 4	Demanda energética en el sector residencial rural en Colombia.....	27
Gráfico 5	Oferta total de energía en Ecuador, 2002	32
Gráfico 6	Oferta total de energía en Perú, 2002.....	38
Gráfico 7	Uso de leña en el sector residencial en Perú	39
Gráfico 8	Costos unitarios de capacidad estimados para la electrificación rural en Perú	41
Gráfico 9	Mapa de pobreza eléctrica de Perú	43
Gráfico 10	Oferta total de energía en Venezuela, 2002	45
Gráfico 11	Oferta total de energía en la Comunidad Andina, 2002	51

Resumen

Alrededor de 28% de la oferta total de energía en la Comunidad Andina es renovable y sostenible. La hidroenergía representa el 75% de las energías renovables, complementadas por la leña y los productos de la caña de azúcar. Las condiciones y volumen del consumo de leña en Colombia y Perú fueron estudiadas y estimadas sobre la base de encuestas recientes, mientras que para los demás países se adoptaron estimaciones más antiguas. Para evaluar la sostenibilidad de la demanda de otras bioenergías se utilizaron porcentajes basados en evaluaciones locales y en indicadores disponibles.

La región andina presenta una amplia base de recursos energéticos y un cuadro limitado de demandas atendidas. En una diversidad de contextos geográficos y humanos, hay una razonable homogeneidad en términos de fuentes energéticas, con una abundancia de recursos fósiles y renovables. También de un modo generalizado existen carencias de suministro energético de calidad -especialmente electricidad- en las zonas rurales, donde este tipo de recurso es determinante para incrementar la calidad de vida y la productividad. Más de la mitad de la población rural andina todavía no cuenta con los servicios eléctricos.

Las diferencias entre los países surgen al comparar los niveles de avance en la efectiva utilización de las fuentes renovables. Esto se debe a las diferentes estructuras institucionales, disponibilidad de informaciones actualizadas, marcos legales, implementación de proyectos congruentes con una definición de objetivos nacionales en coordinación con los distintos actores (sean

éstos entes nacionales del gobierno o privados). En otros términos, las disponibilidades y necesidades son parecidas, el ambiente es similar, lo que difieren son las estrategias observadas en cada país y, por tanto, sus resultados.

Los sistemas solares fotovoltaicos de pequeña capacidad han sido bastante adoptados para electrificar comunidades y consumidores aislados en el medio rural en todos los países, con resultados todavía limitados en términos de sostenibilidad económica. Las energías eólica y geotérmica presentan interés, con diversos sitios identificados para instalación de centrales que podrían operar interconectadas a la red, inclusive mediante eventuales proyectos binacionales. No obstante, ciertos obstáculos -sobre todo de carácter financiero- impiden actualmente su desarrollo. **De una manera general los biocombustibles reciben poca atención**, a pesar de su participación real y potencial. En Colombia se implementa un programa de etanol de caña de azúcar, que a partir del 2004 debería ser utilizado en mezclas de 10% con gasolina (gasohol), inicialmente en algunas ciudades y progresivamente en todo el país.

En la Comunidad Andina, hay 267.000 MW de capacidad hidroeléctrica disponibles, cerca de 9% del potencial hidroeléctrico global. La hidroenergía asociada a medianas y grandes centrales ha recibido últimamente críticas y restricciones, por sus impactos ambientales y sociales. Pero los aprovechamientos hidroeléctricos se prestan a usos múltiples y pueden aportar interesantes ventajas en su desarrollo. El punto clave es asegurar la adherencia de los proyectos hidroeléctricos a los principios de sustentabilidad económica, ambiental, social y de gobernabilidad, y utilizar con racionalidad un recurso disponible que en el caso de la Comunidad Andina es abundante.

La oferta de equipos para conversión y utilización de fuentes renovables de energía es limitada en la Comunidad Andina, principalmente para las tecnologías más sofisticadas o de capacidad más elevada. La tecnología más frecuentemente adoptada en los programas rurales andinos, empleando celdas solares fotovoltaicas es casi totalmente importada. En la región hay una capacidad tecnológica y productiva propia en hidroelectricidad de pequeño porte -destacada en Colombia, Perú y Bolivia- capaz de atender, a costos competitivos, las necesidades típicas para generación eléctrica en comunidades aisladas.

Los impactos económicos de la producción de energía eléctrica y combustibles a partir de fuentes renovables pueden ser importantes y varían en cada caso. Particularmente para Perú y Bolivia, que producen respectivamente el 38% y el 78% de su demanda de hidrocarburos, la utilización de recursos energéticos locales podrá promover un ahorro de divisas, en razón directa con la cantidad desplazada de derivados de petróleo utilizados para generación eléctrica. En función de las estructuras de costos -participación de moneda local y en divisas- asociadas a un proyecto o programa de energías renovables, puede justificarse una política de fomento hacia la introducción de tecnologías sostenibles que, muchas veces, presentan condiciones marginales de viabilidad económica.

Reforzar la institucionalidad asociada a este tipo de energías, consolidar sistemas de información, capacitar recursos humanos y mejorar las condiciones de financiamiento son líneas de acción para fomentar adecuadamente las energías renovables. En el ámbito particular de los proyectos relacionados con electrificación rural, es relevante que se busque incrementar los ingresos de los consumidores y que se construyan tales programas involucrando a los usuarios en su concepción y gestión.

Las condiciones geográficas de la Comunidad Andina hacen necesario considerar con mayor atención la energía hidroeléctrica y la energía geotérmica, cuyos potenciales son, proporcionalmente, de los más altos del mundo. Hay fundamento para progresar en una agenda andina de energías renovables, ajustada a sus recursos, potenciales y necesidades, e integrada al desarrollo industrial de los países.

Coordinar esfuerzos, racionalizar el uso de los recursos, lograr sinergias entre los actores son acciones vitales a tener en cuenta. La región andina reúne las condiciones para convertirse, a corto plazo, en un espacio privilegiado para desarrollo sostenible de las energías renovables, con ventajas para sus habitantes y para el ambiente.

Introducción

Este trabajo presenta y discute el contexto de las fuentes renovables de energía en los países de la Comunidad Andina (Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela), como contribución para el documento “Fuentes renovables de energía en América Latina y el Caribe: situación y propuesta de políticas”, publicación conjunta de la CEPAL y la Agencia de Cooperación Técnica Alemana (GTZ), que fue presentado en la Conferencia Mundial sobre Energías Renovables realizada en Bonn, Alemania en junio de 2004.

En este sentido, con el objetivo principal de verificar la situación de las energías renovables en estos países, sus perspectivas y obtener informaciones que permitan ayudar a diseñar políticas para su adecuada promoción, inclusive verificando el presente nivel de sustentabilidad en el uso de fuentes como la biomasa, se realizó entre 16 de febrero y 2 de marzo una misión en la Comunidad Andina. Fueran contactadas las principales instituciones gubernamentales en este tema y cuando posible otros agentes, permitiendo acopiar datos y informaciones sobre las energías renovables y sobre todo, rescatar percepciones y sentir algo de la postura y del interés de los países cuanto a las energías renovables.

Como energías renovables se comprenden en este estudio la amplia gama de energías basadas en flujos energéticos naturales, mayormente provocados por la radiación solar incidente sobre la Tierra (energía hidráulica, eólica, solar, bioenergías, etc.), incorporando del mismo modo energías “no solares” como la geotérmica y de las mareas. Por supuesto no se incluyen las energías de “*stock*” o fósiles

como son el petróleo, gas natural, carbón y los combustibles radioactivos. Esta diversidad de formas energéticas pueden ser utilizadas esencialmente en tres situaciones: producción de electricidad para sistemas interconectados, producción de electricidad para sistemas aislados y producción de biocombustibles, cada cual con sus especificidades, dependiendo de la escala, tipo de uso final y adecuación a las condiciones operativas.

A seguir se discuten los conceptos de sustentabilidad y renovabilidad, particularmente visando la metodología a ser adoptada en el estudio, con énfasis en la hidroenergía y la bioenergía. En el próximo tópico se sintetiza el cuadro socio-económico de los países de la Comunidad Andina y se presentan sus principales indicadores energéticos. El tercer tópico, se analiza la situación de las energías renovables en cada país, verificando su importancia en la matriz energética, la posición gubernamental frente a estas fuentes y se discuten algunos proyectos representativos, tratando de explorar sus logros, obstáculos y lecciones. Luego de la análisis por países, se presenta una evaluación resumen para la región. Este trabajo concluye con una discusión de las posibles políticas y estrategias para promover las energías renovables. Al final se incluyen anexos con las instituciones y personas contactadas en la misión y el temario presentado en las discusiones durante la misión.

A. Sustentabilidad y renovabilidad

Dos conceptos esenciales, que merecen ser recordados al comenzar este estudio, son la sustentabilidad y la renovabilidad de las fuentes energéticas. Aun cuando se haya escrito y discutido sobre estos términos, ellos son utilizados algunas veces de forma poco clara o, sugeridos como objetivos de interés general sin una definición previa. El primero de ellos es bastante genérico, existiendo consenso en definir como sustentables los sistemas energéticos que utilizan fuentes renovables, ya que no impactan o impactan mínimamente el ambiente aceptados. Asimismo, puede haber una escala relativa o comparativa de sustentabilidad. Suscintamente, como define la Comisión Brundtland,¹ para ser sustentables, los sistemas energéticos “deben satisfacer las necesidades de las actuales generaciones sin comprometer las futuras, atendiendo al equilibrio social y ecológico y las necesidades de los más pobres”.

A su vez, la definición de renovabilidad, que podría ser cuantificada, es más delicada y controvertida. Por supuesto que todos los sistemas energéticos basados en recursos fósiles no son renovables, pero aún las fuentes energéticas basadas en flujos naturales, como radiación solar y yacimientos geotérmicos pueden ser no renovables. Por ejemplo, un campo geotérmico sobre explotado o un monte manejado inadecuadamente pueden no renovarse y así, en pocos años, se pierde definitivamente el recurso. O sea, para que estos recursos energéticos sean renovables a largo plazo, se impone su utilización racional. Una buena orientación en este tema es, como recomienda la CEPAL, identificar la renovabilidad como un atributo de la fuente energética y sustentabilidad como atributo del uso de los diferentes vectores energéticos.²

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 su intrínseca renovabilidad sino por sus impactos ambientales y sociales. Los principales aspectos negativos levantados en contra de las centrales hidroeléctricas de elevada capacidad y con grandes embalses son: 1) emisiones de gases de efecto invernadero (inclusive gas metano) por descomposición de la vegetación sumergida, 2) desplazamiento de poblaciones por la formación de embalses e inundación de grandes extensiones de tierra, 3) reducción de la velocidad de las corrientes, con cambios del ecosistema, pudiendo

¹ Comisión Mundial del Medio Ambiente y Desarrollo, *Nuestro Futuro Común*, Naciones Unidas, 1983.

² CEPAL/División de Recursos Naturales y Energía, *Sostenibilidad Energética en América Latina y el Caribe: el aporte de las fuentes renovables*, Santiago, 2003.

favorecer la difusión de vectores patogénicos y 4) cambios en el transporte de sedimentos aguas abajo, afectando regiones costeras. Principalmente por los dos primeros aspectos, existe hoy una polarizada discusión sobre los impactos de la hidroenergía en grandes aprovechamientos,³ que ha dificultado el correcto análisis de la 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.⁴

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 del tiempo su utilización ha desplazado emisiones en termoeléctricas de por lo menos 1 10⁹ ton de carbón y de más de 25 10⁶ ton de azufre, que corresponden respectivamente a 15% y 25% del total de emisiones antropogénicas de estos gases.⁵ Entre los países de la Comunidad Andina, 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. Cabe comparar esta situación con los países de Europa y América del Norte donde ya se desarrolló y se utiliza más de 45% del potencial hidroeléctrico, asimismo con Asia y África, cuyos potenciales aprovechados son respectivamente 11% y 3,5%, considerando unidades de más de 1 MW.⁶

Cuadro 1
POTENCIAL IDENTIFICADO Y CAPACIDAD HIDROELÉCTRICA
EN LA COMUNIDAD ANDINA⁷

País	Potencial (MW)	Capacidad instalada (MW)
Bolivia	39,850	376
Colombia	93,085	8,066
Ecuador	22,000	1,748
Perú	61,832	2,860
Venezuela	50,000	13,215
Comunidad Andina	266,767	26,265

Fuente: Elaborado a partir de BID, CAF, CAN, CEPAL, OLADE y UNCTAD, Informe preliminar del Potencial Energético de la subregión Andina como factor estratégico para la seguridad energética regional y hemisférica, julio de 2002, disponible en: <http://www.comunidadandina.org/documentos/docIA/IA17-12-02.htm>.

³ Ver por ejemplo International Rivers Network, Twelve Reasons to Exclude Large Hydro from Renewables Initiatives, disponible en (<http://www.irn.org/programs/greenhouse/12reasons.pdf>) y Palmieri, A. (Environment Department, The World Bank), Dams and Development - The Evolving Role of the World Bank, Symposium "Benefits and Concerns about Dams", Annual Meeting of the International Commission on Large Dams, Dresden, September 2001.

⁴ Smil, V., Energies, MIT Press, Cambridge, 1999.

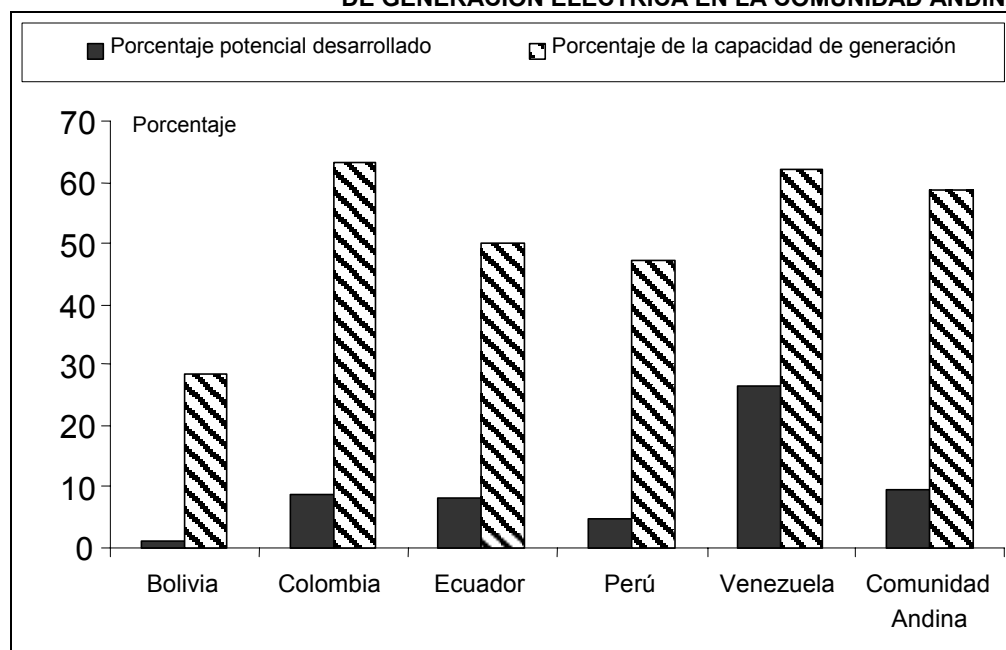
⁵ Smil, V., Energy at the crossroads: global perspectives and uncertainties, MIT Press, London, 2003.

⁶ CIGB, Commission Internationale des Grands Barrages, World Register of Dams, Paris, 2003 (véase también www.icold-cigb.org).

⁷ Elaborado a partir de: BID, CAF, CAN, CEPAL, OLADE y UNCTAD, Informe preliminar del Potencial Energético de la Subregión Andina como factor estratégico para la Seguridad Energética Regional y Hemisférica, julio de 2002, disponible en (<http://www.comunidadandina.org/documentos/docIA/IA17-12-02.htm>).

Gráfico 1

FRACCIÓN DESARROLLADA DEL POTENCIAL HIDROELÉCTRICO IDENTIFICADO Y PARTICIPACIÓN DE LA HIDROELECTRICIDAD EN LA ACTUAL CAPACIDAD DE GENERACIÓN ELÉCTRICA EN LA COMUNIDAD ANDINA



Fuente: Elaborado a partir de BID, CAF, CAN, CEPAL, OLADE Y UNCTAD.

Estos valores ponen en evidencia que, no obstante la importancia actual de la hidroenergía en la Comunidad Andina, hay todavía un amplio potencial por aprovechar, lo que es comprensible por las particulares condiciones de topografía y pluviosidad existentes. Con 267.000 MW de capacidad total disponible, casi 9% del potencial hidroeléctrico global, pocas regiones de la tierra fueron tan beneficiadas con este recurso energético como la Comunidad Andina y no tomarlo adecuadamente en cuenta en el marco de las fuentes renovables puede ser un importante desestímulo para su desarrollo racional. Vale observar que lamentablemente en los países andinos, muchas unidades hidroeléctricas de pequeña y mediana capacidad fueron desactivadas en las últimas décadas, debido al tendido de las líneas de transmisión y la expansión de la distribución eléctrica a partir de grandes sistemas de generación centralizada. Sin embargo, los cambios introducidos recientemente en la regulación de los mercados de electricidad, han permitido que productores independientes accedan a la red y comercialicen excedentes de energía puede estimular la recuperación de estas plantas.

En el marco de la renovabilidad de las centrales hidroeléctricas, tal vez más efectivo que determinar una capacidad límite para su inclusión como fuentes renovables “modernas”⁸ (son usualmente aceptadas sólo las pequeñas centrales, en capacidades que varían de 10 a 30 MW), sería interesante definir una pauta mínima para aceptarlas como sustentables, basada en indicadores sociales y ambientales. Los aprovechamientos hidroeléctricos se prestan a usos múltiples y pueden aportar interesantes ventajas en su desarrollo, además de la generación de electricidad, como la producción de pescado, el riego, la regulación de caudales (reducción de crecidas y atenuación de sequías), el transporte fluvial, la utilización de recursos locales, entre otros. El punto clave es asegurar la adherencia de los proyectos a los principios de sustentabilidad y utilizar con racionalidad un recurso disponible, que en el caso de la Comunidad Andina es abundante.

⁸ Johansson, T.B., Goldemberg, J. (editors), Energy for Sustainable Development, UNDP, New York, 2002.

Como señales de avances hacia una postura más favorable la aceptación de la hidroenergía sustentable, 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...”⁹ Sin restricciones. Igualmente, la Agencia Internacional de Energía presenta definiciones para energías renovables,¹⁰ incluyendo hidroenergía y comentando que eventualmente una fracción de la biomasa no podría ser considerada renovable.

Esta breve evaluación de la hidroelectricidad en la región pone en relieve la necesidad de la adecuada consideración de las energías renovables y la correcta definición de los conceptos de sustentabilidad y renovabilidad en el contexto de los países andinos. Seguramente, buscar la reducción de las emisiones contaminantes en un amplio sentido e incrementar la participación de las fuentes renovables implica en expandir la utilización de los recursos propios y característicos de la región, adonde, además de las energías solar (como radiación o biomasa) y eólica, se debe destacar la hidroelectricidad y la geotermia. Este último tipo de energía aún es escasamente utilizado en la región, a pesar de evaluaciones preliminares que indicaron, solamente en Colombia, Ecuador y Perú, un potencial para fines de generación de electricidad de 2.500 MW.¹¹

B. Metodología para determinación de la renovabilidad

Cuantitativamente, la metodología adoptada para determinarse la renovabilidad en la matrices energéticas de los países, utilizada en este estudio, asume la hidroenergía como renovable, mientras para la biomasa energética se adoptaran factores de utilización racional (“fracciones de sostenibilidad”), dependientes de cada contexto comentadas al analizarse la situación en los países. Típicamente, los usos domésticos de leña, basados en madera reciclada o aprovechada, fueran considerados mayormente renovables, asimismo el uso energético de residuos industriales, como el bagazo de caña de azúcar, fue considerado renovable. Son situaciones que, salvo excepciones, no presentan presiones ambientales para suministro del recurso energético. Sin embargo, las excepciones existen, son importantes y fueran tomadas en cuenta.

Además, para la más correcta evaluación de la fracción renovable, se hace un análisis de la demanda de energía primaria y no por la demanda final. Así, la base de comparación debe ser la suma de las ofertas totales de energías primarias y secundarias, restándose la producción de energías secundarias, para duplicar el cómputo. Este procedimiento es más adecuado, ya que.¹²

- 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 países importadores de derivados se cuantificaría su aporte de una forma más cercana a la realidad.

⁹ United Nations, Division of Sustainable Development, Plan de Aplicación de las Decisiones de la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo, disponible en (http://www.un.org/esa/sustdev/documents/WSSD_POI_PD/Spanish.)

¹⁰ IEA, Renewables in Global Energy Supply, París, 2003.

¹¹ OLADE, Organización Latinoamericana de Energía, “Naciones Unidas y OLADE promueven desarrollo de la Geotermia en la Comunidad Andina”, Revista Energética, Año 26/No. 1, Quito, 2002.

¹² CEPAL/División de Recursos Naturales y Energía, Metodología para el Cálculo de la Renovabilidad de la Oferta total de Energía, en “Fuentes renovables de energía en América Latina y el Caribe: Situación y perspectivas políticas, abril, 2003.

- En el caso de los países exportadores se tiene en cuenta la presión sobre los recursos, dado que en la ecuación en el cálculo de la oferta total, se tiene en cuenta la producción de energía primaria.

Un último tema metodológico se refiere a los datos empleados en el análisis, ya que pese al esfuerzo desarrollado para mejorar, sistematizar y homogeneizar los procedimientos de contabilización de los flujos energéticos, es bastante reconocida la fragilidad de algunas informaciones. Esto es más notable para las energías no comerciales o no comercializadas, como la biomasa en sus diferentes formas. Casi siempre los valores presentados en los balances energéticos resultan de inferencias sobre indicadores indirectos de demanda y pueden estar afectados por un margen de error que subestima su consumo. Otras veces, no se presentan valores de consumo para formas secundarias de energía de biomasa por una absoluta ausencia de informaciones. Así, los resultados de este estudio deben ser considerados conservadores, ya que probablemente un análisis más detallado del consumo de bioenergía podrían incluir otras demandas sustentables e indicar una participación mayor de las bioenergías, llevando a niveles más altos de renovabilidad.

Un ejemplo de la existencia de una demanda (y de una oferta renovable) no considerada en los balances puede ser tomado del WEIS, *Wood Energy Information System*, la base de datos de la FAO que presenta las demandas de los combustibles directos de madera (leña) e indirectos (carbón y lejía celulósica, subproducto de la industria de papel y celulosa).¹³ De acuerdo con esta base de datos, para 1997, la demanda de combustibles derivados de madera (dendrocombustibles) en Colombia, como leña y lejía celulósica fue respectivamente de 32.771 barriles de petróleo (Kbep) y 106 491 (Khbep) equivalente respectivamente. Son valores muy superiores a los presentados en el balance energético (17.305 kbep en 2002), que como usual, no incluye la lejía y otras formas indirectas de combustibles de madera. Vale observar que Colombia y Venezuela son países efectivamente productores de pulpa celulosa química e que inherentemente en sus plantas productoras utilizan y reciclan para fines energéticos la lejía elaborada en la producción de pulpa.

¹³ FAO/Depto. Forestal, WEIS - *Wood Energy Information System*, disponible en (www.fao.org/forestry/foris).

I. Un breve panorama de la Comunidad Andina de Naciones

Para mejor situar este estudio, se presenta una visión sucinta del cuadro socio económico de la Comunidad Andina de sus principales indicadores, y particularmente para el componente energético se introducen los lineamientos básicos y estado actual de las matrices energéticas.

Los principales indicadores sociales, económicos y energéticos de interés para una primera caracterización de los países son presentados en los cuadros 2 y 5 y permiten observar algunas diferencias marcadas entre los países, que sin embargo constituyen un contexto más homogéneo geográficamente y culturalmente si se lo compara a los demás países de América Latina. La evolución de los indicadores de calidad de vida, como la tasa de alfabetización y la mortalidad infantil señala una mejora en los últimos años, principalmente en Bolivia, reduciendo su distancia del promedio regional. En términos de acceso a servicios básicos, como saneamiento público, la situación en Colombia y Venezuela es algo mejor que en Perú, Ecuador y Bolivia, pero en todos países, a raíz del proceso de urbanización intenso de las últimas décadas se necesitan importantes inversiones en infraestructura de saneamiento y electrificación. En un promedio regional, casi 20% de la población de la Comunidad Andina vive debajo de la línea de pobreza, definida por un ingreso inferior a un dólar diario.¹⁴

¹⁴ Secretaría General de la Comunidad Andina, Indicadores sociales: Educación, Salud, Pobreza, Tecnología, Género y Aspectos de gobernabilidad y democracia, mayo de 2003, disponible en www.comunidadandina.org.

Cuadro 2

INDICADORES SOCIALES DE LA COMUNIDAD ANDINA¹⁵

Países	Población 2002	Desempleo 1999-03	Mortalidad Infantil 1990-1999	Expectativa de vida al nacer 1990-99	Gastos de Gobierno con Educación 1990-1999	Analfabetismo de adultos 1995	Índice de Gini
	miles	porcentaje	por 1.000 nacidos	años	porcentaje del PIB	porcentaje	-
Bolivia	8 705	1,6	66	61,5	4,8	17,7	0,44
Colombia	43 817	14,3	30	70,5	3,2	9,6	0,45
Ecuador	13 112	5,5	46	70,0	3,2	9,9	0,46
Perú	26 521	8,9	45	68,5	2,6	12,0	0,50
Venezuela	25 093	16,0	21	73,0	5,0	8,5	0,57
Comunidad Andina	117 248	12,8	36	69,9	3,6	10,5	0,49

Fuente: Secretaría General de la Comunidad Andina y la CEPAL.

Cuadro 3

DATOS ECONÓMICOS BÁSICOS DE LA COMUNIDAD ANDINA

Países	Superficie	PIB (estimado) 2002	PIB per capita 2002	Deuda pública total, 2002	Líneas telefónicas 2002	Vehículos motorizados 2001
	km ²	millones de dólares corrientes	Dólares corrientes	Porcentaje PIB	por mil personas	por mil personas
Bolivia	1 098 581	7 864	903,4	73,1	60	55
Colombia	1 138 914	81 451	1 858,9	52,4	169	62
Ecuador	283 561	24 417	1 862,2	67,3	100	71
Perú	1 285 216	56 926	2 146,4	45,7	67	49
Venezuela	912 050	84 700	3 375,4	30,5	108	85
Comunidad Andina	4 718 322	255 358	2 177,9	45,7	100	64

Fuente: Secretaría General de la Comunidad Andina y la CEPAL.

Desde el punto de vista económico, la región andina, como de una manera general América Latina, vive una situación de crisis fiscal y gran endeudamiento público, que ha requerido un particular esfuerzo de ajuste, inclusive en el marco institucional. A pesar de estas dificultades y de la retracción productiva, se observan intentos de expandir las inversiones en infraestructura e incrementar la cooperación regional como una manera fortalecer la economía regional. Mientras en Venezuela se observaron tasas negativas de crecimiento en los últimos años, en los demás países andinos se verificaron tasas positivas para a evolución del PIB y particularmente Colombia y Perú presentaron en 2003 claros indicios de reactivación económica, con una expansión del PIB superior a 3% y una cautelosa mejora en la mayoría de los indicadores. Para 2004, las perspectivas económicas de la CEPAL para la Comunidad Andina pueden ser consideradas optimistas, estimándose para todos los países tasas de crecimiento positivas, alrededor de 3%.¹⁶

¹⁵ CEPAL, Anuario Estadístico de América Latina, Santiago de Chile, 2003, disponible en www.eclac.cl.

¹⁶ Machinea, J.L., Balance preliminar de las Economías de América Latina y el Caribe, diciembre de 2003, disponible en www.eclac.cl

Cuadro 4

RECURSOS ENERGÉTICOS DE LA COMUNIDAD ANDINA

Países	Reservas probadas, 2001			Área Forestal 1999	Potencial hidroeléctrico
	petróleo	gas natural	carbón		
	millones barriles	billones m ³	millones ton	Porcentaje	miles MW
Bolivia	441	774,8	0	44,6	39 850
Colombia	1 972	212,1	6.655	51,0	93 085
Ecuador	4 566	28,6	22	40,2	22 000
Perú	323	245,0	6	52,8	61 832
Venezuela	77 685	4.190,9	1.303	49,9	50 000
Comunidad Andina	84 987	5.451,4	7.986	49,1	266 767

Fuente: Machinea, 2003.

El contexto energético andino se caracteriza por la abundancia de recursos, en especial hidrocarburos y carbón, que representan una importante fuente de ingresos a la región. En las exportaciones de los países andinos al mundo, en el sector energético representa el 52% del total de las exportaciones comunitarias. Las reservas probadas de petróleo en la Comunidad Andina son de aproximadamente 85 billones de barriles (más de 90% en Venezuela) y para el gas natural las reservas probadas alcanzan más de 5 mil millones de metros cúbicos (casi 80% en Venezuela). Se estima que puede existir todavía un volumen importante de reservas de hidrocarburos todavía por descubrir. El carbón mineral es un recurso que se ubica principalmente en Colombia y Venezuela, con cerca de 8 mil millones de toneladas en reservas de alta calidad, con un alcance estimado de 171 años.¹⁷ En el cuadro 4 se presentan datos básicos sobre los recursos energéticos de Comunidad Andina, incluyéndose la hidroelectricidad y la cobertura forestal, para dar una visión de los recursos naturales existentes.

Cuadro 5

CONSUMO Y PRODUCCIÓN DE ENERGÉTICOS EN LA COMUNIDAD ANDINA (PARA AÑO 2000)¹⁸

Países	Hidrocarburos					Electricidad	
	producción petróleo	producción gas natural	consumo petróleo	autosuficiencia de petróleo	R/P	capacidad instalada	generación
	miles barriles/día	millones m ³	miles barriles/día	Porcentaje	años	MW	GWH
Bolivia	31,4	5 686,7	38,2	-22%	38,4	1 325	3 952
Colombia	686,5	8 079,6	242,4	65%	7,9	12 716	43 952
Ecuador	401,1	1 030,4	125,5	69%	31,2	3 499	10 607
Perú	95,6	1 661,0	154,7	-62%	9,3	6 070	19 923
Venezuela	3 028,0	39 546,0	464,2	85%	70,3	21 292	82 562
Comunidad Andina	4 242,6	56 003,7	1 025,0	76%	54,9	44 902	160 996

Fuente: BID, CAF, CAN, CEPAL, OLADE y UNCTAD.

¹⁷ Datos tomados de OLADE, Organización Latinoamericana de Energía, www.olade.org.ec y Indicadores Económicos de la Comunidad Andina, diciembre de 2003, disponible en (www.comunidadandina.org).

¹⁸ BID, CAF, CAN, CEPAL, OLADE y UNCTAD, Informe preliminar del Potencial Energético de la Subregión Andina como factor estratégico para la Seguridad Energética Regional y Hemisférica, julio de 2002, disponible en (http://www.comunidadandina.org/documentos/docIA/IA17-12-02.htm).

La situación de las demandas frente a las disponibilidades internas, es bastante diferenciada entre los países, sobre todo con relación a los hidrocarburos. En el cuadro 5 se denomina la autosuficiencia en petróleo como la diferencia entre la producción y la demanda de este energético, relacionada con su producción, observándose que al mismo tiempo en que Colombia, Ecuador y Perú presentan una situación más cómoda (algo agravada en años recientes debido a reducción de la producción por distintos motivos), para Bolivia y Perú, países con importantes reservas de gas natural, se configura un cuadro de dependencia de petróleo. Confirmando la relevancia de los energéticos en la economía andina, a valores de 2002, las exportaciones venezolanas de petróleo representaron el 79% del total exportado por este país, mientras que en Colombia, 36% correspondieron a productos energéticos, de los cuales 3,2 miles de millones de dólares correspondieron a petróleo y sus derivados, y 985 millones de dólares a carbón y briquetas. En tercer lugar se ubicó Ecuador, con 2,2 miles de millones de dólares, de petróleo únicamente, que representaron 43% del total exportado por este país, también en 2002. Con una importación de mil millones de dólares, 14% de sus importaciones totales, el Perú se constituyó en el principal importador de productos generadores de energía y el único que presenta una balanza deficitaria entre los países andinos¹⁹ (ver cuadro 5).

Tal situación, juntamente con las perspectivas de interconexión eléctrica, potencializan la integración regional. En este sentido, es interesante mencionar que en junio del 2003, en la cumbre presidencial de Quirama (Colombia), se creó el Consejo de Ministros de Energía, Electricidad, Hidrocarburos y Minas de los países andinos, con el objetivo de desarrollar acciones conyuntas y coordinadas en el campo energético.²⁰

De un documento preparado por diversas entidades regionales, discutiendo el potencial y las cuestiones energéticas más relevantes la Comunidad Andina es interesante transcribir lo que afirma sobre las posibilidades de las fuentes renovables de energía: “En los últimos años, las energías renovables son opciones viables para el suministro de electricidad tanto a la población urbana como para la población rural aislada. En el primer caso, las fuentes utilizadas para generar electricidad son pequeñas y medianas caídas hídricas, la velocidad del viento y la biomasa. En el ámbito rural, destacan los pequeños aprovechamientos hídricos y la energía solar fotovoltaica”.²¹

En este mismo documento se informa que la cobertura de servicio eléctrico en los países de la Comunidad Andina es variable, presentándose los principales déficit en las áreas rurales y en zonas urbanas marginales. En promedio, la cobertura media urbana es de 91%, mientras para el sector rural es del orden del 46%. En el caso de la población rural, existiría cerca de 22,8 millones de personas viviendo en miles de comunidades sin servicio eléctrico. Seguramente la carencia de abastecimiento energético de calidad se asocia también a ausencia de otros servicios públicos, con consecuente reducción de la calidad de vida de la población no atendida.

¹⁹ Secretaría General de la Comunidad Andina, Comercio de Combustibles, Lubricantes Minerales y Productos Conexos a la Energía en la Comunidad Andina, junio de 2003, disponible en (www.comunidadandina.org).

²⁰ Comunidad Andina, Decisión 557, Creación del Consejo de Ministros de Energía, Electricidad, Hidrocarburos y Minas de la Comunidad Andina, junio de 2003, acto disponible en www.comunidadandina.org.

²¹ BID, CAF, CAN, CEPAL, OLADE y UNCTAD, op.cit.

II. Cuadro de las energías renovables en la Comunidad Andina

Como resultado de la información recogida y de las entrevistas realizadas con personal de entidades energéticas de los países de la Comunidad Andina, en este tópico se presenta la situación de las energías renovables en esta región. Al final se presenta una síntesis y las primeras conclusiones del estudio. Como fue presentado en el tópico inicial de este trabajo, para la evaluación de fracción renovable se adoptó la metodología sugerida por la CEPAL, basada en la oferta de energía y no en el consumo demanda final y empleando los datos de los balances energéticos de los países.²²

A. Bolivia

Por el lado de la oferta, a pesar de contar con extensa base de recursos gasíferos, Bolivia presenta una limitada producción de hidrocarburos líquidos y depende de combustibles importados, principalmente diesel, para atender la demanda de su mercado. En su base de generación de electricidad, las participaciones de las energías térmica convencional e hidroeléctrica son aproximadamente iguales, con un 56% de cobertura eléctrica nacional. Entre la población rural boliviana, cerca de la mitad de la población total del país, apenas el 24,5% cuenta con este tipo de suministro energético. Además el 46%

²² OLADE, SIEE, Sistema de Información Económica y Energética, Quito, 2003

de la población no tiene acceso a combustibles comerciales.²³ La biomasa, como leña y otras formas, es esencial para atender las necesidades energéticas en el medio rural (en 1995 cubría el 98% de las demandas domésticas),²⁴ ya que los hidrocarburos recién comienzan a penetrar en este sector.

Con la demanda de energéticos convencionales concentrada en las principales ciudades del país, entre los desafíos a enfrentar para promover el deseable desarrollo energético boliviano, se destaca la necesidad de incrementar la cobertura de electrificación en el área rural. Esta tarea se asocia también a los objetivos de equidad social y de incorporar de forma efectiva al país al conjunto heterogéneo de poblaciones dispersas, típicamente con menos de 2.000 habitantes, aisladas entre sí y marginadas del mercado energético nacional. En los últimos años este desafío ha sido enfrentado por acciones públicas y privadas, siempre con el concurso de entidades multilaterales y bilaterales de cooperación, en gran parte de los casos utilizando fuentes renovables de energía, básicamente mediante sistemas fotovoltaicos de baja potencia.

Inherente al proceso descentralizado de electrificación en zonas rurales con fuentes renovables, sobre todo considerando la diversidad de instituciones involucradas, debe ser mencionada la problemática de la gestión de los recursos y la coordinación de las acciones de gobierno. En este sentido, hasta adonde fue posible conocer, la institucionalidad boliviana puede y debe ser reforzada, mejorando la cantidad y calidad de información sobre los sistemas energéticos y perfeccionando la integración de acciones de gobierno, en diferentes niveles, y de los agentes privados, inclusive para lograr mayor efectividad en las actividades en curso. Esta cuestión es central y al parecer, no es nueva. En un profundo análisis de la situación energética boliviana, desarrollado en 1997, se decía que “la electrificación rural desarrollada en la década de los 70 no ha tenido el impacto esperado y su sostenibilidad en el nuevo entorno es cada vez más difícil. El consumo rural medio alcanza apenas a 38 kWh/mes, por familia”.²⁵ Lamentablemente, la situación actual no aparenta ser muy distinta, persistiendo los problemas de financiamiento y de coordinación entre las políticas de desarrollo social y energético.²⁶

Propuesta y aprobada en 1994 como un elemento importante en la promoción de las energías renovables, la Ley N° 1604, conocida como Ley de Electricidad, ha creado las bases para el cofinanciamiento de proyectos, atribuyendo responsabilidades a organizaciones locales y a los municipios, asimismo modifica el concepto para otorgar concesiones e incrementa la competitividad. Esta ley restringió el surgimiento de nuevas Cooperativas de Electrificación y orientó su conversión a sociedades anónimas, dada la difícil situación económica a fines de la década pasada, ya que más del 70% estaban quebradas. Además, preveía que las distribuidoras generaran hasta un 15% de su demanda máxima con energías renovables, lo que fomentaba las centrales hidroeléctricas y parques eólicos para operar interconectados a la red. Pasada casi una década, los avances impulsados por este marco legal, que incluye el Reglamento de Electrificación Rural, Decreto Supremo N° 24.772 de 1997, éstos deben ser reconocidos y mejor estudiados, sin embargo no se logró obtener mayores detalles sobre su implementación. Sin embargo, ciertos ajustes al Reglamento de Electrificación Rural, simplificando los procesos de formación de precios, flexibilizando conceptos de calidad de energía y facilitando concesiones, estarían prácticamente listos.

²³ Birhuett, E., Políticas de precios de la energía y su impacto en el desarrollo sostenible, Caso de Bolivia, UNEP/UCCEE/CEPAL, 2001.

²⁴ Fernández F., M., El caso de Bolivia, en Oportunidades en la Introducción de Energías Renovables en Procesos de Energización Rural, ENERLAC 95, Quito, 1995.

²⁵ Ríos Dabdoub, C., Fernández Fuentes, M., Estudio de caso de Bolivia, Proyecto “Energía y Desarrollo en América Latina y el Caribe”, OLADE/CEPAL/GTZ, Octubre de 1997.

²⁶ Birhuett, E., comentarios presentados en Working Group on Renewable Energy in Rural Areas, REEEP, Renewable Energy & Energy Efficiency Partnership, Campos do Jordão, 2003

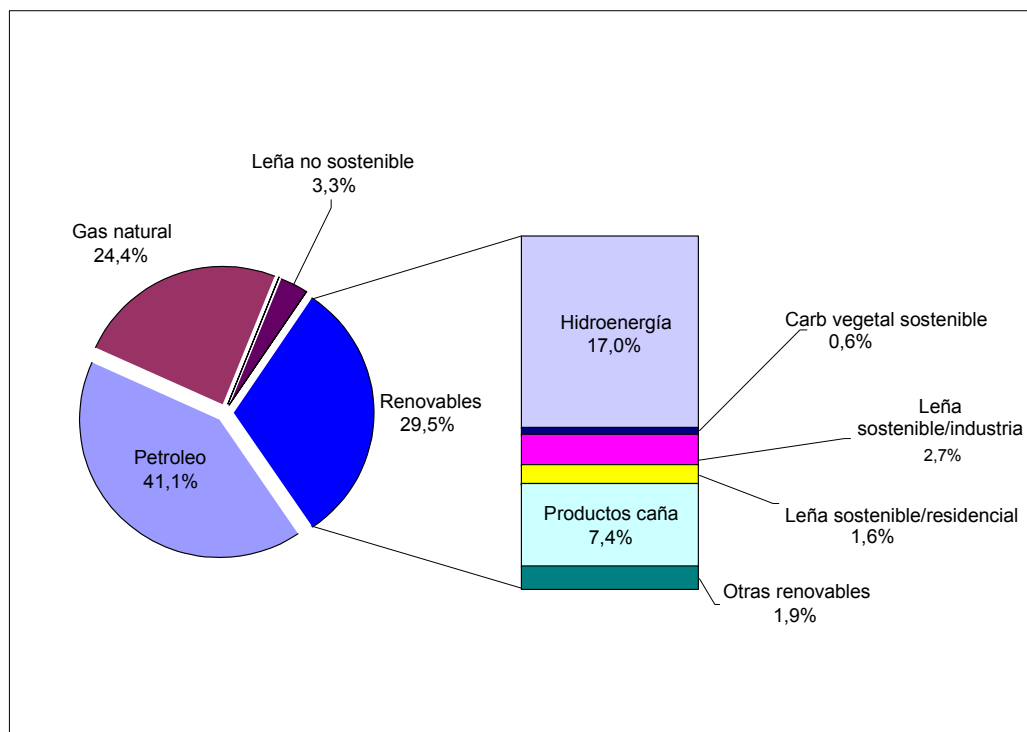
1. Situación de las energías renovables

El cuadro 6 y el gráfico 2 la presentan una visión de las demandas de energías renovables y no renovables en Bolivia, donde se evidencia entre las renovables la importancia de la hidroenergía y de los productos de caña (bagazo) entre las renovables, que responden por aproximadamente el 30% de la oferta primaria total de energía.

Cuadro 6
SÍNTESIS DEL BALANCE ENERGÉTICO DE BOLIVIA, 2002²⁷

Fuente	Oferta (kbep)
Petróleo	12 154
Gas natural	7 195
Leña no sostenible	966
Subtotal no renovable	20 314
Hidroenergía	5 031
Carbón vegetal sostenible	166
Leña sostenible/industria	798
Leña sostenible/residencial	485
Productos caña	2 190
Otras renovables	560
Subtotal renovable	9 230
Total	29 544

Gráfico 2
OFERTA TOTAL DE ENERGÍA EN BOLIVIA, 2002



Fuente: Elaborado por Manlio Coviello, sobre la base de SIEE/OLADE.

²⁷ Datos procesados a partir del SIEE-Sistema de Información Económica Energética, de OLADE, Organización Latinoamericana de Energía.

El manejo racional de los recursos forestales y la demanda de biomasa para fines energéticos son temas de importancia en Bolivia. El área total de bosques corresponde a 48,6% del territorio boliviano, la mayor participación entre los países andinos. De estos bosques alrededor del 80% está en las tierras bajas, en los Departamentos de Santa Cruz, Beni y Pando, departamentos que presentan la mayor parte de la deforestación y han tendido a crecer en la última década. Para todo el país, la deforestación fue de alrededor de 80 mil hectáreas por año durante la década de 80 y se incrementó a 250 mil de hectáreas anuales a mediados de los años 90, con una tasa anual de 0,4%²⁸. Tal deforestación se ha atribuido sobre todo a la expansión de la agricultura mecanizada, fundamentalmente para la producción de soja, uno de los principales cultivos agrícolas de exportación de las tierras bajas y, en menor grado, a la expansión de la ganadería y la agricultura en pequeña escala en las áreas de colonización de Santa Cruz, norte de La Paz y Chapare.²⁹ A fines de la década pasada ya se afirmaba que “la superficie deforestada anualmente puede alcanzar a 200 miles hectáreas, de las cuales entre un 10 y 15% tienen directa relación con el consumo energético. La causa mayor de la deforestación es sin duda la ampliación de la frontera agrícola y la explotación maderera”.³⁰

Desde la década de 1990, debido a los procesos de descentralización y municipalización, hubo cambios importantes en la gestión forestal, con la aprobación en 1996 de la Ley Forestal N° 1700. Actualmente casi todos los municipios disponen de Unidades Forestales Municipales (UFM) y Áreas Forestales de Reserva Municipal (AFRM) entregadas como concesiones forestales a las llamadas Agrupaciones Sociales del Lugar (ASL). En la práctica, este mecanismo permite formalizar los derechos de aprovechamiento forestal de extractores de madera en pequeña escala y otros usuarios tradicionales del bosque. Estos cambios fueron motivados por el interés del gobierno central de reducir el aprovechamiento forestal ilegal por parte de las poblaciones locales y por la necesidad de mejorar los sistemas de control y fiscalización del manejo forestal. Estas unidades han sido bastante activas en la delimitación de áreas forestales municipales; muchas se han involucrado en el control del manejo forestal y el control de tala ilegal, o se han preocupado por desarrollar proyectos forestales. También las comunidades y las ONG, han ejercido un rol importante en la conservación forestal y uso racional de los bosques, con resultados bastante interesantes y motivadores.³¹ No obstante, no se logró obtener información o indicadores de la sostenibilidad del uso corriente y prospectivo de leña en Bolivia.

Debido a ausencia de informaciones detalladas, que permitiesen determinar de forma directa o indirecta partir la “fracción de renovabilidad” de la leña, para las condiciones de Bolivia, la estimativa de este parámetro fue realizada con base a datos de población, inclusive para la demanda industrial de leña. Bajo las hipótesis de que la demanda total de leña es determinada por la demanda de leña en el medio rural, que a su vez depende únicamente del número de habitantes en la zona rural, se asumió que: 1) para la mitad de la población rural que vive en el altiplano la demanda de leña es no sostenible y 2) para la población rural de las tierras bajas, con selva o bosques tropicales, reconocidamente no existen dificultades de obtención del biocombustible y su demanda fue considerada sostenible. Bajo estos supuestos y con los datos de población rural tomados del Instituto Nacional de Estadística de Bolivia, se estimó que el nivel de sostenibilidad de la demanda de leña en este país es de 60%. Vale observar que, especialmente para la demanda industrial, que se presenta principalmente en las partes más boscosas, como en el Departamento de Santa Cruz, este valor puede ser considerado conservador.

²⁸ Steining, M.K., y otros, Tropical deforestation in the Bolivian Amazon, *Environmental Conservation*, vol 28(2):127-134, 2000

²⁹ Pacheco, P., Estilos de Desarrollo, Deforestación y Degradación de los Bosques en las Tierras Bajas de Bolivia, CIFOR, CEDLA, Fundación TIERRA, La Paz, 1998.

³⁰ Pacheco, P., Municipalidades y participación local en la Gestión Forestal en Bolivia, La Gestión Forestal Municipal en América Latina, CIFOR/IDRC, 2003.

³¹ Programa Regional de Bosques Nativos Andinos, La hora del Pijcho: comunidad y bosques en los Andes, PRÓBONA/COSUDE/INTERCOOPERATION, La Paz/Quito, 2002.

2. Actividades y perspectivas

A mediados de la década pasada y el marco del proyecto UNDP/Banco Mundial sobre energía rural, se propuso en Bolivia un Plan Indicativo de Electrificación Rural, con un diagnóstico regional y estudios de demanda, que se complementó con un Programa de Inversiones para Electrificación Rural, teniendo como horizonte el año 2002 y ejecutado de forma parcial.³² Actualmente está en curso el Plan de Electrificación Rural, que plantea la implementación combinada de tendido de líneas de distribución, utilización de sistemas locales y de generación descentralizada, fundamentalmente basado en energía solar, con una meta de llegar a 45% de cobertura y agregar 60 MW de demanda hasta 2007.³³ En este plan se presenta la cobertura eléctrica por Departamento (los más carentes son Beni, Chuquisaca y Potosí) y se diseñan las estrategias de articulación de los Planes Indicativos Departamentales (a cargos de las Prefecturas y Municipios) con el plan nacional. Asimismo se definen los requisitos que deben cumplir los proyectos de electrificación rural, en particular su factibilidad económica, y los temas de financiamiento, para lo que se prevé aportes de diversos países que tradicionalmente vienen cooperando en el desarrollo energético del medio rural boliviano, casi siempre mediante proyectos utilizando sistemas solares fotovoltaicos.

La experiencia boliviana de introducción masiva de sistemas fotovoltaicos en el medio rural es posiblemente la más amplia en la región andina. Según estimaciones de los agentes instaladores de estos sistemas,³⁴ fueran implantados en Bolivia cerca de 10.000 sistemas, comprendiendo paneles de 30 a 50 W, baterías y el regulador electrónico, capaces de suministrar entre 3 a 4 horas de energía para una residencia atender sus demandas más básicas de iluminación y información (radio o TV blanco y negro). Tal experiencia ha motivado interesantes estudios de este proceso de electrificación y arrojado elementos para una fundamentada crítica de sus ventajas y limitaciones.

Uno de estos trabajos evaluó los resultados de la electrificación en el área rural de los Departamentos de Cochabamba y Santa Cruz, entrevistando más de 500 familias de 20 comunidades atendidas a lo largo de cinco años por el Programa para la Difusión de Energías Renovables, PROPER, financiado con recursos del convenio entre los gobiernos de Bolivia y Alemania y ejecutado con participación de la Secretaría Nacional de Energía y la Cooperación Técnica de Alemania, GTZ.³⁵ Fueron adoptados dos tipos de instrumentos: encuestas con preguntas para la población en general y entrevistas con informantes claves (autoridades locales, dirigentes sindicales, párrocos, instituciones que trabajan en la zona). Entre los principales resultados se destacan:

- La forma de energía renovable más conocida es la energía solar, con 73% de las menciones, luego viene la hidroenergía y la energía eólica, citadas por 10% de las personas.
- La biomasa, responsable por 90% de las necesidades energéticas en este medio, es casi totalmente desconocida como una forma renovable de energía.
- Las comunidades rurales perciben solamente los sistemas fotovoltaicos como sistemas energéticos basados en la energía solar.
- Las formas de utilización preferidas, para los sistemas fotovoltaicos, son la iluminación (43%), radio (32%), televisión (14%) y otros usos (11%).

³² UNDP/ESMAP, Bolivia: Final Report on Operational Activities on Rural Energy and Energy Efficiency, La Paz, 2000.

³³ ViceMinisterio de Electricidad y Energías Alternativas, Plan Bolivia de Electrificación Rural, Ministerio de Servicios y Obras Públicas, La Paz, 2002.

³⁴ Roberto Ayala, de Aplicaciones Tecnológicas y Yolanda Dips y Mario Iturri, de SERCOIN, empresas bolivianas de sistemas fotovoltaicos.

³⁵ Vázquez V., T., Mecanismos de Difusión y Conocimientos sobre Energías Renovables en un Contexto Geográfico de Bolivia, ENERGÉTICA - Energía para el Desarrollo, Cochabamba, 1997.

- Sobre la motivación para utilizar energías renovables, el aspecto más señalado es el bajo costo de operación (60%), con baja conciencia de otras ventajas, como autonomía e impacto ambiental. En el área rural, existen comunidades donde las personas encuestadas no mencionan ninguna ventaja.

En un abordaje similar, en el ámbito del proyecto Inti K'anchay (Luz del Sol), desarrollado con el apoyo de los Países Bajos, otro estudio considera más específicamente la electrificación utilizando sistemas fotovoltaicos y los cambios de nivel de vida y en el perfil de la demanda energética asociados a este proceso, considerando comunidades y población dispersa, para Bolivia como un todo y particularmente en el Departamento de Cochabamba.³⁶ Los puntos más destacados fueron:

- Los gastos con energía de las familias rurales, varían de región a región, en función de sus consumos y de su relación con el mercado, con los ritmos de gastos aparejados a los ritmos de ingreso determinados por las cosechas.
- En términos de gastos, los hogares rurales gastan relativamente más en pilas, velas o kerosén que en leña para cocción. En promedio para Bolivia, la compra de biomasa para uso energético, en aquellas zonas donde existe esta práctica, representa un 22% de los gastos en energía de una familia, mientras que la compra de energéticos como electricidad, velas, pilas y baterías representa el 78% del gasto energético familiar, que para este rubro puede oscilar entre 23 y 125 dólares anuales.
- En la zona de Valles, del Departamento de Cochabamba, a partir de la instalación de 500 sistemas solares domésticos (50 y 20 W, respectivamente con costos de 575 y 405 dólares para el usuario), ha permitido un ahorro anual de aproximadamente 56 dólares por sistema instalado, que permitiría recuperar la inversión en aproximadamente 9 años (ver cuadro 7).

Cuadro 7

IMPACTO DE LA ADOPCIÓN DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS DOMÉSTICOS (SFD) SOBRE EL CONSUMO Y GASTO MENSUAL PROMEDIO EN ILUMINACIÓN Y RADIORRECEPTORES EN CARRASCO, COCHABAMBA

Fuente	Antes del SFD		Después de SFD	
	Cantidad	Gasto mensual (en dólares)	Cantidad	Gasto mensual (en dólares)
Diesel	0,78 litros	0,49	0,04 litros	0,03
Velas	20 velas	1,18	6,4 velas	0,45
GLP	4,77 kilos	1,70	0,39 kilos	0,14
Pilas en linterna	5 pilas	1,47	4,41 pilas	1,24
Pilas en radio	9 pilas	2,47	1,73 pilas	0,45
SFD (mantenimiento)				0,33
Total		7,31		2,64

Fuente: Fernández F., M. H., Electrificación rural con sistemas fotovoltaicos, Proyecto Inti K'anchay, Energética – Energía para el desarrollo, Cochabamba, 2001.

- El impacto social de la inserción de sistemas fotovoltaicos fue mayormente sobre los hábitos de vida familiar, que ahora incluyen escuchar radio, cocinar y acostarse más tarde, con pequeña influencia sobre los patrones de producción. La mejor iluminación ha alargado la jornada nocturna, consiguiendo un mayor tiempo de sociabilidad familiar.

³⁶ Fernández F., M. H., Electrificación Rural con Sistemas Fotovoltaicos, Proyecto Inti K'anchay, ENERGÉTICA - Energía para el Desarrollo, Cochabamba, 2001.

- Desde del punto de vista de los impactos ambientales, los sistemas fotovoltaicos reducen la demanda de pilas (en un 56% promedio) y su consecuente contaminación, pero implican utilizar baterías plomo-ácidas, que al no ser recicladas pueden causar problemas ambientales.

Estas observaciones colocan dudas sobre la eficiencia y la factibilidad de un modelo de electrificación basado en la intensa utilización de sistemas fotovoltaicos en escala doméstica y con unidades de baja capacidad. Al no promover una elevación de los ingresos o alguna dinamización productiva, los elevados costos de implementación difícilmente pueden ser pagos por los beneficiarios, que pasan a disfrutar de algunos cambios de patrón de consumo, inclusive por acceder a los medios masivos de información, sin poder entretanto atender a sus nuevas y comprensibles expectativas. Naturalmente que la energía eléctrica, aún que en baja disponibilidad, puede mejorar la calidad de vida, pero es absolutamente deseable que asociado a su introducción se logren cambios más fuertes y permanentes. Un síntoma de la baja sostenibilidad de los sistemas fotovoltaicos domésticos se revela a través de la difícil remuneración de las inversiones, la permanente necesidad de subsidios y la imposición de mecanismos complejos para canalizar adecuadamente los recursos e intentar garantizar su retorno, como se percibe en la legislación específicamente editada con esta finalidad, para el manejo de recursos públicos directos o de convenios.³⁷

Los proyectos de utilización de la energía solar para usos productivos y usos comunitarios sociales son más integrados a las reales necesidades de desarrollo en el medio rural e indican resultados más consistentes. Entre otros casos, un ejemplo es la experiencia de Tiquipaya, también desarrollada con el apoyo de los Países Bajos, que busca mejorar y optimizar el uso de la infraestructura de salud y educación en un municipio del Departamento de Cochabamba, a través de la instalación de sistemas fotovoltaicos en los 19 locales rurales (16 escuelas y 3 postas sanitarias).³⁸ El esquema de gestión es un componente importante e involucra a la Alcaldía de Tiquipaya como responsable de la infraestructura de salud y propietario legal de los equipos; las comunidades como ejecutoras de los trabajos de mejora en las escuelas, viviendas y postas, y al personal (maestros y sanitarios) como responsable del mantenimiento preventivo, de la seguridad de los equipos y de los compromisos de prestar un mejor servicio. Otro aspecto importante a tener en cuenta para reforzar la utilización de energía solar en un marco de real sustentabilidad se refiere a la inclusión de proveedores locales de equipos o parte de los equipos a ser instalados, además del empleo de técnicos y talleres locales. Esto podría apalancar la competencia nacional en esta tecnología, pero según se informó, empresas bolivianas con capacidad para fornecer el 60% del valor de los equipos solares (reguladores y baterías),³⁹ casi no tienen oportunidades en los proyectos en implementación, pues típicamente los organismos internacionales de apoyo al desarrollo y financiadores de estos proyectos importan paquetes completos.

Posiblemente mejor integrada a las necesidades y capaz de proporcionar cambios más robustos, es esencial considerar la hidroenergía, sobre todo en pequeñas y micro centrales. El potencial boliviano de este tipo de energía renovable está casi todo por aprovechar y el país está en condiciones de diseñar y construir gran parte de los equipos (existen 3 fabricantes de turbinas hidráulicas) e implementar estas centrales, a precios bastante más competitivos que los sistemas fotovoltaicos.⁴⁰ Naturalmente que los aspectos de gestión para centrales hidroeléctricas pueden ser más complicados y requieren un nivel mínimo de organización comunal para su implementación, pero las ventajas en términos de uso de recursos locales y integración productiva son significativas. Para las condiciones típicas de Cochabamba, una microcentral hidroeléctrica de 100 kW, cuesta

³⁷ Gobierno de Bolivia, Decreto Supremo 26252, del 13 de Julio de 2001, Proyectos de Electrificación Rural con Sistemas Fotovoltaicos, disponible en <http://www.fondesif.gov.bo/>.

³⁸ Fernández F.,M., Potenciamiento de la Infraestructura Social a Través de la Incorporación de Módulos de Energía. El caso de la Alcaldía de Tiquipaya, ENERGÉTICA - Energía para el Desarrollo, Cochabamba, 1.997.

³⁹ Información de Roberto Ayala, de Aplicaciones Tecnológicas.

⁴⁰ Ver por ejemplo: José Luis Monroy C, J.L., Experiencia Boliviana en el Diseño y Construcción de Microcentrales Hidroeléctricas, Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, , disponible en <http://www.unesco.org.uy/phi/libros/microcentrales/monroy.html>.

aproximadamente 300 miles dólares y permite suministrar energía para fines domésticos y productivos para 400 familias, mientras una unidad de 200 W de potencia cuesta 600 dólares el equipo electromecánico, más un valor similar para las obras civiles.⁴¹ Como los factores de capacidad son bastante más elevados que para los sistemas solares, el costo de la energía producida resulta aproximadamente 15 veces más bajo frente a la energía solar. Un inventario de proyectos realizado por la Secretaría Nacional de Energía, a mediados de la década pasada, muestra la existencia de posibilidades de instalación de 7 MW en microcentrales distribuidas en más de un centenar de proyectos, abasteciendo a casi 20.000 familias.

Finalmente, digna de mención es la reciente implantación de una unidad de cogeneración de 15 MW en la Central Azucarera Unagro en Santa Cruz de la Sierra, utilizando bagazo como combustible y equipos de alto desempeño (como una caldera para 170 ton de vapor por hora), y que corresponden a inversiones de 5,5 millones de dólares. Se informó también que en la selva boliviana está operando una central de 1 MW utilizando cáscaras de castaña de Brasil como combustible⁴² y en Santa Cruz dos proyectos implementaron el uso de cáscaras de arroz como combustible para el Ingenio Arrocerero Agroincruz y de bagazo para producción de chancaca (miel de azúcar).⁴³ Iniciativas de este tipo podrán incrementar la competitividad de la agroindustria boliviana y naturalmente elevar de forma racional la utilización de energías renovables. En este campo hay una amplia gama de oportunidades, teniendo en cuenta la potencialidad de las agroindustrias cañera y maderera en Bolivia.

La carencia energética boliviana en medio una gran disponibilidad de recursos y la evidente voluntad de lograr soluciones efectivas es el punto de partida para una revisión crítica de los procedimientos adoptados hasta ahora. Seguramente mucho ya se consiguió, pero lo que queda por hacer impone, a ciencia cierta, posiciones cada vez más robustas, coordinadas y centradas en la necesaria sostenibilidad, que surge solo con la integración del abastecimiento energético y la activación económica.

B. Colombia

Con una matriz energética diversificada y una extensa base de recursos energéticos fósiles y renovables, Colombia presenta también un maduro soporte institucional para su sostenible desarrollo energético. Además, en las entrevistas realizadas quedó presente la preocupación en dar a esta estructura institucional el adecuado marco jurídico, como se puede confirmar por las diversas leyes relacionadas con la organización, promoción y regulación del sector energético. En este contexto, desde el punto de vista de fundamentar el desarrollo de las energías renovables, se destaca la Unidad de Planeamiento Minero-Energético, UPME, creada en 1992, vinculada al Ministerio de Minas y Energía y que ha producido un importante y amplio volumen de informaciones, estadísticas y datos para decisiones consistentes en el campo energético.

En el tercer Plan Energético Nacional presentado por UPME,⁴⁴ donde se analiza de modo detallado el sector energético del país, se exponen las bases para la estrategia de desarrollo energético hasta el año 2020, que incluyen el estímulo a una visión de mercado e introducción de la competencia en todos los energéticos, la integralidad en la definición de las políticas, la eficiencia asignativa en los recursos y la sostenibilidad en el desarrollo del sector, entre otros. En este plan se desarrolla un diagnóstico de las distintas fuentes energéticas y de los diferentes mercados, estableciendo proyecciones, con análisis de impacto y sugerencias de líneas de acción.

⁴¹ Información de Andres Calizaya T., de Proyecto Ecotecnológico.

⁴² Información de Miranda, R., de Proleña.

⁴³ BTG, Horno de secado de arroz, Biomass Technology Group, información disponible en <http://cam.btgworld.com/proyectos>.

⁴⁴ Unidad de Planeamiento Minero-Energético, Plan Energético Nacional, "Estrategia Energética Integral, Visión 2003-2020", Bogotá, 2003.

En el marco legal debe ser mencionada igualmente la Ley 697/2001, que “fomenta el uso racional de energía y promueve la utilización de energías alternativas” y su reglamentación, por el Decreto MME 3683/2003. Este último acto pone bajo la gestión del Ministerio de Minas y Energía la definición de políticas y el diseño de instrumentos para la promoción de las fuentes no convencionales de energía. Asimismo se ha creado una Comisión Intersectorial para el Uso Eficiente y Fuentes no Convencionales de Energía, CIURE, para coordinar la ejecución de políticas e impulsar programas, entre otras atribuciones. Este decreto establece incluso un plazo para definir de mecanismos de financiamiento, como soporte de los programas energéticos.

1. Situación de las energías renovables

Para una síntesis de la situación en Colombia, se transcribe a continuación lo que presenta el Plan Energético Nacional en su diagnóstico del panorama energético. “De las energías renovables en el país solo se ha empleado en forma intensiva la hidroelectricidad a gran escala. En los últimos años, alrededor del 65% de la capacidad instalada se ha basado en centrales hidráulicas de gran tamaño, aunque no es la única alternativa energética renovable con que cuenta el país. De la biomasa, que es la más variada de las fuentes renovables, solo se emplea para generación el bagazo de caña, agregando una capacidad instalada del orden de 25 MW, principalmente en sistemas de cogeneración. Si se cuentan sistemas donde se mezclan combustibles (por ejemplo bagazo y carbón), esta capacidad se incrementa en 100 MW aproximadamente. Adicionalmente, algunos residuos agroindustriales como vinazas, cascarillas de arroz y otros, se emplean para la producción de calor. En zonas aisladas se vienen aplicando sistemas de suministro energético basados en paneles fotovoltaicos, con una capacidad instalada que supera los 2 MW, además de la energía que se capta del sol para calentamiento de agua en colectores solares. En pequeñas centrales hidráulicas menores a 10 MW se cuentan alrededor de 168 MW de capacidad de generación en todo el país”.⁴⁴

Desde el punto de vista de los recursos disponibles, en Colombia se han desarrollado estudios importantes para la evaluación de los potenciales de las fuentes renovables, como se presenta en el cuadro 3. Es interesante notar que en el documento que presenta las necesidades de incremento de capacidad de generación eléctrica en Colombia,⁴⁵ estos potenciales son también resultados.

Cuadro 8

POTENCIAL DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN COLOMBIA

Energía	Conocimiento del recurso	Comentarios
Solar	Mapas del recurso anual y mensual	Con potenciales casi constantes durante el año, las mejores regiones están en la Zona del Magdalena, La Guajira y San Andrés y Providencia, con potenciales anuales entre 5 y 6 kWh/m ² .
Biomasa	Mapa de cobertura vegetal Estimativos preliminares	La producción anual de bagazo de caña es de 7,5 millones de ton y de cascarilla de arroz de 457 miles de ton. 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 extremo Norte del país.
Hidráulica	Mapa de caídas (basado en Modelo de Elevación Digital) y caudales (a partir del Balance Hídrico), clasificando las regiones en 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 capacidad > 100 MW y llegaría a 70 GW cuando se incluyen proyectos de mediana y pequeña potencia.
Geotérmica	Mapas de recurso geotérmico Estudios preliminares de zonas de interés	Las zonas de mayor potencialidad son la zona de frontera con el Ecuador, (en los volcanes Chiles-Cerro Negro), en el departamento de Nariño (volcán Azufral), en el Parque Natural Nacional de Los Nevados y en la área geotérmica de Paipa - Iza en Boyacá.
Maremotriz	Estudio preliminar	Estarían disponibles 500 MW en la costa del Pacífico.
Olas	Estudio preliminar	El potencial de toda la costa resultó en 30 GW.

Fuente: UNME, Plan de Exp[ansión de Referencia: Generación y Transmisión, 2002-2011, Bogotá 2002.

⁴⁵ UPME, Plan de Expansión de Referencia: Generación y Transmisión – 2002-2011, Bogotá, 2002.

El presente nivel de participación de las fuentes renovables en Colombia es de 27,4%, y se destaca la contribución de la hidroenergía y de los productos de la caña (cuadro 9). El valor de la línea “otras no renovables” corresponde a energía eléctrica exportada y necesariamente incluida para cerrar el balance (ver gráfico 3).

Cuadro 9

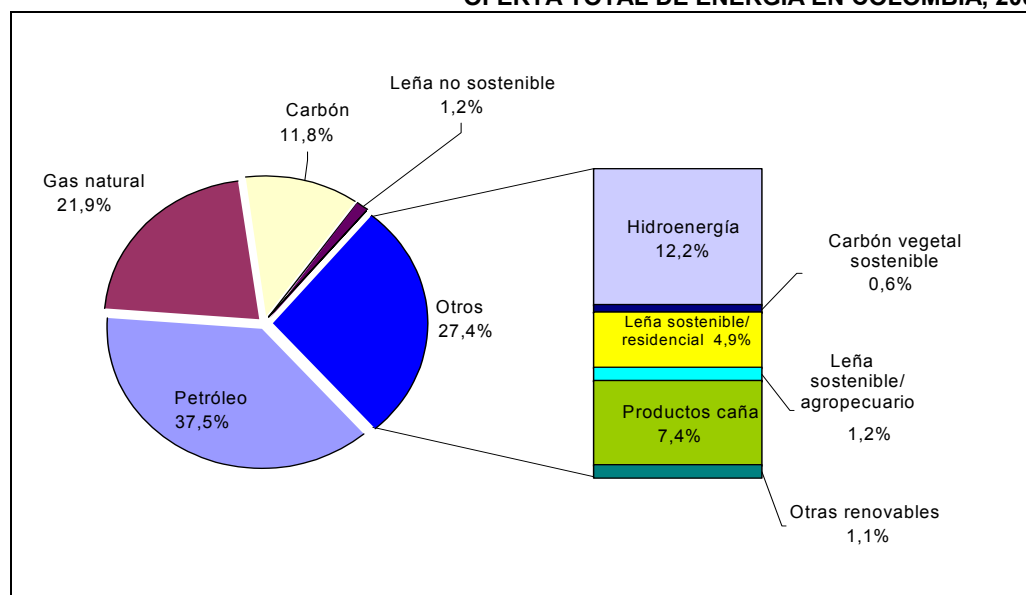
SÍNTESIS DEL BALANCE ENERGÉTICO DE COLOMBIA, 2002

Fuente	Oferta (kbep)
Petróleo	80 884
Gas natural	47 223
Carbón	25 393
Leña no sostenible	2 696
Otras no renovables	-378
Subtotal no renovable	155 817
Hidroenergía	26 251
Carbón Vegetal Sostenible	1 340
Leña Sostenible/Industria	71
Leña Sostenible/Residencial	10 632
Leña Sostenible/Agropecuario	2 594
Productos Caña	15 990
Otras Renovables	2 270
Subtotal renovable	59 149
Total	214 996

Fuente: Datos procesados a partir del SIEE – Sistema de Información Económica Energética, de OLADE, Organización Latinoamericana de Energía, Quito, 2003.

Gráfico 3

OFERTA TOTAL DE ENERGÍA EN COLOMBIA, 2002



Fuente: Elaborado por Manlio Coviello, sobre la base de SIEE/OLADE.

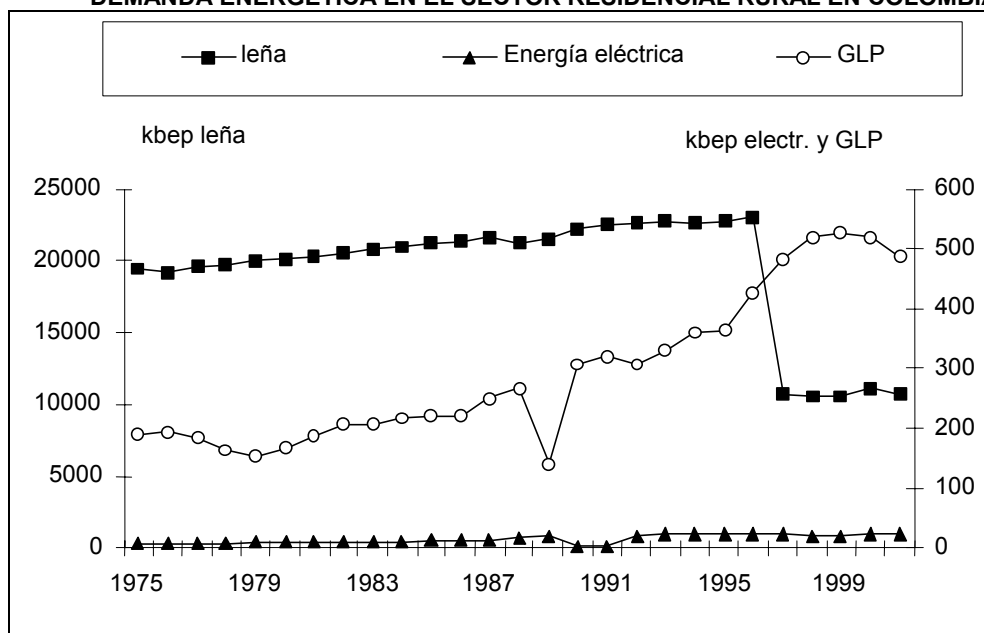
En cuanto al nivel de sostenibilidad del empleo de biomasa energética en Colombia, es importante comentar los cambios en el perfil de la demanda energética como consecuencia de la progresiva introducción del gas natural en la matriz y de los movimientos sociales, como la

urbanización. Orientándose por los lineamientos de la política energética, se implementó el Plan de Masificación de Gas, incrementando en el sector residencial el consumo de gas natural y de GLP como sustitutos de electricidad, leña, derivados del petróleo y carbón. Como resultado, la participación del gas natural en el total del consumo final de energía del país pasó del 5% en el año 1993 al 10% en el año 2001. En el sector doméstico, que representó el 70% de la demanda de leña en 2002, esta expansión fue significativa. Mientras en el año 1993 el número de instalaciones domésticas de gas natural llegaba a 647 mil, en el 2001 alcanzaron casi 2.490 mil instalaciones, representando una cobertura nacional del 29% y una cobertura urbana del 41%.

La expansión de la oferta de gas natural en las regiones urbanas desplazó la oferta de GLP para las zonas rurales, inclusive y sobretodo para usos domésticos, antes atendidos por la biomasa. Como afirma el diagnóstico del Plan Energético Nacional, "... la demanda de GLP toma auge en las zonas rurales y donde no llega el gas natural. De ahí que este sector continúa concentrando a futuro el mayor porcentaje de la demanda de este energético". De esta misma fuente podría ser citado que en 1996, luego de la entrada de la nueva unidad de ruptura catalítica en Barrancabermeja, se desarrolló el programa de "Gas para el Campo", que llegó a más de 90.000 familias campesinas sustituyendo importantes consumos de leña. Por todo esto se prevé en Colombia una reducción constante de la demanda de biomasa, desplazada por gases combustibles: en las ciudades adonde disponible, por gas natural, en otras regiones y en medio rural, por GLP. Por eso, en 1975 la leña representaba el 20% de la oferta interna de energía, reduciéndose a 14,5% en 2000. Es interesante observar estos movimientos en el gráfico 4, donde se percibe claramente la penetración del GLP. El escalón en la demanda de leña para 1997 resultó de una reevaluación de su consumo, mediante encuesta en campo, cuya necesidad quedó clara al verificar que la demanda de energía útil estaría incrementando de forma incoherente. La UPME está realizando otra encuesta de demanda de biocombustibles, pero los primeros números deberán estar disponibles en el segundo semestre del presente año. Asimismo, la UPME coordinó con el DANE, el ente colombiano de datos estadísticos, que en la próxima encuesta anual sobre industria manufacturera se levanten informaciones sobre consumo de biocombustibles.

Gráfico 4

DEMANDA ENERGÉTICA EN EL SECTOR RESIDENCIAL RURAL EN COLOMBIA



Fuente: Elaborado sobre la base de informaciones de la Unidad de Planificación Minero Energética de Colombia, (UNME) 2004.

Bajo estos supuestos, a partir de los datos de los Balances de Energía Útil, incorporando los ajustes estadísticos, los comentarios presentados en el Plan Energético Nacional y las observaciones de la equipo técnica del UPME, se determinaran los valores de el cuadro 10. Vale recordar que se considera que la totalidad del bagazo es producido de forma sostenible.

Cuadro 10

INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD DE LA DEMANDA DE LEÑA EN COLOMBIA

Sector	Consumo estimado ajustado	Porción renovable	Consumo renovable	Consumo no renovable
	kbep	Porcentaje	kbep	kbep
Carboneras	1 887	75	1 415	471
Industrial	127	75	96	32
Residencial	11 813	90	10 632	1 181
Agropecuario	3 505	90	3 154	350
Total	17 334	88	15 274	2 059

Fuente: Elaborado por el autor con base a los datos de la UNME y SIEE/OLADE.

2. Actividades y perspectivas

Entre los proyectos encaminados al aprovechamiento de las energías renovables en Colombia, se informa que en 2003 se desarrollaron las siguientes actividades de preinversión: 1) el estudio de factibilidad para la instalación de un parque eólico en La Guajira y 2) el estudio de prefactibilidad y un pozo profundo exploratorio para una planta geotérmica en la zona conocida como las Nereidas, Nevado del Ruiz. Al parecer, falta todavía definir condiciones de soporte efectivo y financiamiento de sistemas de este tipo, que permitan implementar los proyectos ya identificados y con suficiente viabilidad económica. Además y con gran importancia, se debe observar que en el Programa Energético Nacional (en sus líneas maestras que podrían apoyar la adopción de nuevas fuentes energéticas, como en el abastecimiento de energía a zonas aisladas y la atención al desarrollo regional) se valoriza más la extensión de redes hacia zonas no interconectadas. En este programa se mencionan las celdas de combustibles como una tecnología de generación “puntual”, pero no se detalla cómo las ricas fuentes naturales de Colombia podrían ampliar su participación en la matriz, en una visión prospectiva. En otras palabras, en este plan, que diseña el sector energético integralmente hasta 2020, no se conecta el diagnóstico inicial de recursos con las posteriores líneas de acción, por lo menos en cuanto a la generación eléctrica y la utilización de fuentes renovables. Esto permite entender por qué algunos proyectos de generación eléctrica a partir de fuentes renovables y en fase adelantada de implementación (fue mencionada la unidad de Calamar) retrocedieran, debido al tendido de líneas de transmisión, con largas distancias y discutible viabilidad. Es de esperar que con la reciente reglamentación de la mencionada Ley 697/2001 este cuadro evolucione de forma más estimulante para las energías renovables.

Otro aspecto que merece comentarios por su relevancia, especialmente en la utilización de la hidroenergía pero válido para las demás fuentes, es la dificultad de aprobación que los proyectos están encontrando para su implementación en el trámite licenciatario ambiental. Lamentablemente se observa en algunas instancias un fuerte rechazo contra proyectos hidroeléctricos y un cobro elevado de regalías que inviabiliza los emprendimientos.⁴⁶ En este sentido se considera muy importante perfeccionar el marco jurídico y regulatorio, de forma a proteger los recursos naturales y la sociedad, sin impedir el eventual uso sostenible de estos recursos, para el bien de la misma sociedad.

⁴⁶ La Central Hidroeléctrica de Urra es un caso emblemático de este tipo de problema.

Por otro lado, un sector de las energías renovables que presenta gran dinamismo es el cañero. Absorbiendo una producción anual de alrededor de 20 millones de toneladas de caña, que ocupan cerca de 200 mil hectáreas, la agroindustria cañera colombiana es tecnológicamente bien desarrollada y en términos agrícolas, presenta la más grande 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.⁴⁷ Bajo tales condiciones, la caña podrá jugar un rol importante como fuente renovable de combustible, como se comenta a continuación.

En el conjunto de objetivos estratégicos del Plan Energético Nacional, incluye “ampliar y garantizar la oferta interna de energéticos con precios eficientes y adecuada calidad” y se propone la implementación del uso del etanol como oxigenante en las gasolinas colombianas. Con esto se espera en una mejora la calidad del aire en las grandes ciudades, como asimismo estimular actividades productivas y la generación de empleo en muchas zonas del país, al requerir del cultivo de caña de azúcar. Según la Ley 693/2001, reglamentada por las Resoluciones 180.687/2003 y 180.836/2003 del MME, están definidas las especificaciones, los municipios a ser atendidos inicialmente (Bogotá DC, Cali, Medellín y Barranquilla hasta septiembre de 2005), los procedimientos para mezclado de la gasolina y el etanol (a ser realizado por los mayoristas) y estaría garantizado un precio estimulante a los productores, de 3.471,94 pesos por galón (aprox. 1,30 dólares por galón). Así, parece que efectivamente Colombia estará a corto plazo introduciendo el etanol de caña de azúcar en su matriz energética y ampliando la gama de productos energéticos que obtiene de esta planta. Como referido anteriormente, en la actualidad existen cerca de 25 MW instalados en sistemas de cogeneración a bagazo y el presente nivel de utilización energética de bagazo (en 2002) fue estimado en 15.243 kbep.

Siempre según el Plan Energético Nacional, para promover adecuadamente los biocombustibles, se impone que el Ministerio de Minas y Energía desarrolle una estructura tributaria equilibrada, “garantizando un punto de equilibrio que no afecte significativamente al consumidor final y que le permita a los diferentes entes de la cadena recuperar sus inversiones y manejar un margen de rentabilidad aceptable”. Además, se reconoce que uno de los grandes retos que enfrenta la implantación de este tipo de programas es el nivel de coordinación necesario, por involucrar muchos y diversos sectores y en este sentido, se demanda a ECOPEPETROL un papel “proactivo”.

Con la eventual expansión del uso de etanol y de gas natural vehicular, la demanda de gasolina tiende a reducirse y las exportaciones de este combustible, actualmente marginales (7.246 kbep en 2002, cerca de 6% de la producción), deberán elevarse. Para el diesel este tipo de razonamiento, sobre el equilibrio entre oferta y demanda de energéticos, es aún más relevante, ya que la demanda de diesel en Colombia es casi tres veces más grande que la demanda de gasolina y para el derivado más pesado no se vislumbra una alternativa de suministro a corto plazo. Hay interés por el biodiesel, pero debe considerarse que están en planes aún muy preliminares las iniciativas hacia la adopción de este biocombustible. No obstante, a consideración del Programa Energético Nacional, el impulso del programa de biodiesel es “de carácter urgente y prioritario”, debido tanto a la expectativa de importación de derivados medianos en el corto plazo, como a limitaciones de refinería y necesidad de introducir combustibles con menor contenido de azufre.

Un importante trabajo en fase de conclusión en la UPME es el Sistema de Información de Potencialidades y Restricciones Técnicas, Económicas y Ambientales para el Desarrollo Minero Energético, con una extensa base de datos e informaciones, en una plataforma geográfica (GIS, Geographical Information System). Este sistema permitirá, entre otros logros, la deseable inclusión de aspectos ambientales en los proyectos energéticos y quizás sea una experiencia innovadora a ser difundida en los países de la región.

⁴⁷ “O setor canavieiro na Colômbia: pequeno, mas altamente competitivo”, JornalCana, Ribeirão Preto, fevereiro de 2003.

En Colombia las energías renovables encuentran un marco mínimo favorable para su expansión y una base institucional propicia. Los potenciales disponibles son bastante interesantes y ya hay una experiencia acumulada que permite pasar a cuestionar aspectos de calidad y funcionalidad, como se percibe por los comentarios sobre los problemas observados en los colectores solares y en las torres de los aerogeneradores. Es también notable la calidad y cantidad de información disponible, asimismo como la permanente presencia de un esfuerzo de capacitación. Un ejemplo en este sentido es el trabajo desarrollado por el Centro de Estudio de Derecho de la Regulación de Mercados Energéticos, junto a la Universidad Externado de Colombia, que entre sus líneas de investigación explicita las energías renovables y promueve estudios sobre el tema.

Sin embargo, de una forma general, para la deseable y sostenida expansión en la utilización de las energías renovables, particularmente para la generación de electricidad, deben ser superadas aún cuestiones económicas y regulatorias pendientes, como las condiciones de producción independiente de energía y la reducción de los riesgos comerciales en las inversiones, aspectos importantes en un mercado energético más libre de intervenciones como las vigentes en este país. A pesar de los potenciales naturales existentes para la adopción de energías renovables y de las condiciones que se intentan crear para su desarrollo, en los últimos años Colombia viene crecientemente incorporando energías fósiles en su matriz energética. De 1997 a 2002 la capacidad termoeléctrica convencional se incrementó en 45%, mientras la generación renovable se expandió en 7%.

C. Ecuador

De una manera general, contando con una variedad de contextos y recursos energéticos, Ecuador no ha desarrollado fuertemente la utilización de energías renovables. Sin embargo, existen experiencias para relatar y en los contactos efectuados se percibe un efectivo interés de incrementar la presencia de estas fuentes en la matriz energética ecuatoriana. Como una particularidad, además de los ambientes continentales de costa, sierra y selva, en este país se agrega una parte insular, las Islas Galápagos, de importancia del punto de vista de las energías renovables y donde se implementa un proyecto de energización.

La utilización de energías renovables involucra diversas instituciones en Ecuador, como se presenta a continuación. Primordialmente actúa el Ministerio de Energía y Minas, a través de la Subsecretaría de Electrificación, y su unidad técnica, la Dirección de Energías Renovables y Eficiencia Energética, que tiene entre sus funciones fomentar el uso de las energías renovables. Esta Dirección es actualmente la agencia de implementación del PROMEC, Proyecto de Modernización de los Sectores Eléctrico y de Comunicaciones, un de los más importantes entes para la electrificación rural descentralizada empleando fuentes renovables de energía. Debe ser mencionado también el Consejo Nacional de Electrificación, CONELEC, el ente regulador del sector eléctrico que asigna los recursos del Fondo de Electrificación Rural y Urbano Marginal, FERUM, con prioridad para las energías no convencionales. El CONELEC es también quién dicta las normas y procedimientos para que el Centro Nacional de Control de Energía despache preferentemente las plantas que utilicen energías renovables. Como se ve, se trata de un esquema complejo y que, en principio, puede atender las necesidades de promover la utilización de formas sostenibles de energía en la generación interconectada o descentralizada. La base legal para esta estructura institucional es esencialmente la Regulación 003/2002, que fomenta las energías renovables y define los mecanismos de estímulo, por lo menos para proyectos presentados hasta fines de 2004, en un nivel de hasta 2% de presente capacidad del país.

1. Situación de las energías renovables

Diversos estudios de potenciales disponibles para energías renovables están siendo realizados en Ecuador, confirmando que el país cuenta con apreciables recursos de este tipo. El cuadro 11 presenta una síntesis de los potenciales identificados y agrega algunos comentarios sobre las instalaciones existentes en el país.

En los estudios del potencial energético de las biomásas, se evaluó que los residuos agrícolas (bagazo, plátano, hojas de maíz, cascarilla de arroz, fruto de palma, cáscara de frutas) podrían generar el 50% de la presente demanda de electricidad, mientras los desechos municipales y los residuos animales podrían generar respectivamente 16% y 42% de las necesidades de energía eléctrica.

Cuadro 11

POTENCIAL DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN ECUADOR⁴⁸⁴⁹

Energía	Conocimiento del recurso	Comentarios
Solar	Mapas del recurso anual y levantamientos locales	Niveles de radiación desde 3,8 a 6,0 kWh/m ² /día (insolación 2000 horas/año). Instalaciones Existentes: Solar térmica: 20.000 colectores para calentamiento de agua. Fotovoltaica: cerca de 400 sitios en la Amazonía, algunos en Galápagos.
Eólica	Levantamientos locales	Vientos localizados en montañas y brisas marinas. Andes desde 2,4 a 8,0 m/s, Costa >3,5 m/s
Biomasa	Estudios preliminares	Plantaciones Forestales: 78.000 Ha. Desechos Municipales: 1,7 millones ton/año. Residuos Animales: 40,3 millones ton/año.
Hidráulica	Estudios puntuales	Muchas plantas fueran desactivadas. En 143 sitios evaluados, con capacidad hasta 5 MW, se identificó un potencial de 47 MW
Geotérmica	Estudio nacional y estudios preliminares de zonas de interés	Potencial estimado para generación de 4700 GWh, cerca de 60% del consumo anual.

Fuente: Sánchez S., Las energías renovables en Ecuador, presentación PowerPoint 2004 y Aguilera E. Los recursos geotérmico del Ecuador, presentación PowerPoint, 2004.

En el cuadro 12 y en la figura 5 se presenta la oferta total de energía primaria en Ecuador. La participación de las energías renovables, estimada en 16,8%, es resultado de los aportes de la hidroelectricidad, de la leña renovable y de la caña, por orden de relevancia. Como presentado para los datos de Colombia, bajo el concepto de "Otras no renovables" se trata de incluir la parcela exportada de energía eléctrica.

⁴⁸ Sánchez S., Las Energías Renovables en Ecuador, presentación PowerPoint, 2004.

⁴⁹ Aguilera, E., Los Recursos Geotérmicos del Ecuador, presentación PowerPoint, 2004.

Cuadro 12

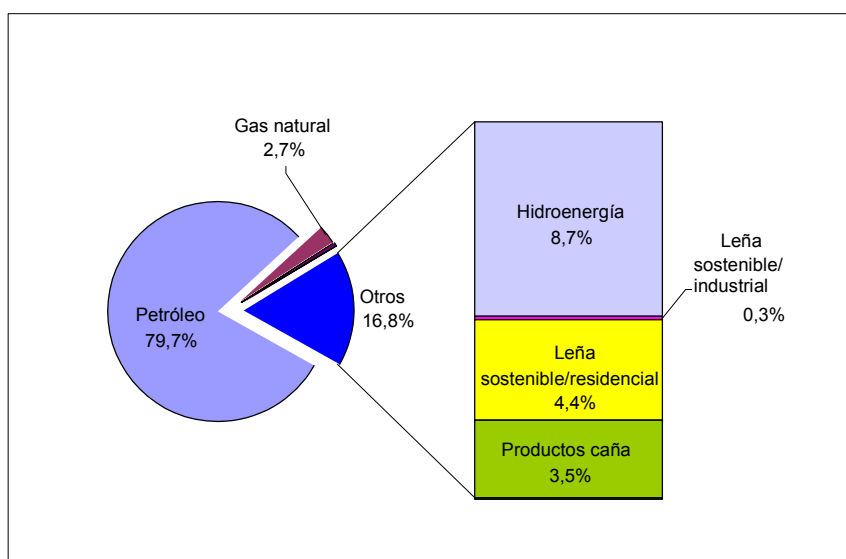
SÍNTESIS DEL BALANCE ENERGÉTICO DE ECUADOR, 2002

Fuente	Oferta (kbep)
Petróleo	47 500
Gas natural	1 607
Leña no sostenible	409
Otras no renovables	36
Subtotal no renovable	49 516
Hydroenergía	5 181
Leña Sostenible/Industria	149
Leña Sostenible/Residencial	2 626
Productos Caña	2 068
Subtotal renovable	10 025
Total	59 576

Fuente: Datos procesados a partir del SIEE, Sistema de Información Económica del OLADE, 2003.

Gráfico 5

OFERTA TOTAL DE ENERGÍA EN ECUADOR, 2002



Fuente: Elaborado por Manlio Coviello, sobre la base de SIEE/OLADE.

Para determinar la parte sostenible de demanda de leña en Ecuador fueron adoptadas las fracciones presentadas en el cuadro 13, resultantes de la visión brindada al consultor por los entrevistados en este tema. Los últimos estudios de campo para determinar la demanda de biomasa fueron en 1992. Como una señal de la falta de informaciones más consistentes sobre la demanda de leña, es significativo que la demanda en carboneras o en usos agropecuarios no esté presentada en el balance, aunque sean componentes casi ciertos de la demanda real. Es importante notar que el nivel

estimado de demanda de leña, cerca de 3.184 kbep en 2002, representa 5,4% de la oferta de energía primaria, siendo que 92% de esta demanda de biocombustible ocurre en el sector doméstico, en gran parte en la región oriental del país, donde el proceso de penetración del GLP no ocurrió pero donde tampoco se presenta ninguna limitación en la oferta de leña para uso doméstico. Una muestra de cómo el GLP es hoy día relevante en todos los niveles sociales, se da en las manifestaciones indígenas de las etnias de la sierra ecuatoriana donde un pleito frecuente es la manutención del precio del gas licuado. Actualmente, una garrafa de 15 kg de GLP cuesta 1,6 dólares en Ecuador. De todas formas, los valores adoptados para la porción renovable de la leña fueran conservadores, sobre todo para el uso industrial.

Cuadro 13

INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD DE LA DEMANDA DE LEÑA EN ECUADOR

sector	Consumo estimado ajustado	Porción renovable	Consumo renovable	Consumo no renovable
	kbep	Porcentaje	kbep	kbep
Industrial	264	50%	132	132
Residencial	2 920	90%	2 628	292
Total	3 185	87%	2 761	424

Fuente: Elaborado por el autor con base a los datos de SIEE/OLADE.

Es posible evaluar el impacto ambiental de la demanda de leña en Ecuador a partir de los datos de deforestación. Se estima que anualmente son deforestadas 2,3% de las áreas forestales naturales, lo que corresponde a 200 mil hectáreas. Asumiendo una densidad forestal baja, de 50 ton/ha, estaderrumbe corresponde a 10 millones de toneladas de madera, que corresponden a cerca de 26 millones de bep, más de 8 veces la demanda total estimada de leña. Esto solo confirma que no hay, en general, una relación directa del proceso de deforestación y la demanda de leña.

2. Actividades y perspectivas

En los contactos y entrevistas realizadas se trató esencialmente de fuentes renovables para producción de energía eléctrica en sistemas aislados o interconectados. No obstante, en un oportuno encuentro con el Subsecretario de Hidrocarburos, se tomó conocimiento de que se estudia la introducción de etanol como aditivo antidetonante en las gasolinas ecuatorianas y se pretende a mediano plazo establecer las normas y la reglamentación necesarias. Además de las implicaciones ambientales, se considera que este biocombustible puede generar actividad en zonas agrícolas y mejorar la seguridad de suministro energético en el país.

Con relación a la geotermia, desde los años setenta el antiguo Instituto Ecuatoriano de Electrificación, INECEL, condujo la exploración de los recursos geotérmicos con miras a diversificar la oferta de recursos naturales aptos para la generación eléctrica y reducir el uso de combustibles derivados del petróleo. Con apoyo internacional (OLADE, 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 un proyecto binacional con Colombia. El cuadro 14 presenta las capacidades identificadas en estas regiones, siendo que el área de Tufiño está con los estudios geológicos y geoquímicos más adelantados, para reconocimiento y prefactibilidad. Para iniciar la explotación de la geotermia en Ecuador, se buscan recursos para implantar una unidad de 15 MW en Tufiño, que sería una forma de financiar los estudios que todavía faltan para la planta de mayor capacidad. Para esta central son previstas inversiones de 34,5 millones de dólares, siendo que el 44% corresponde a la central y los demás costos a conclusión del estudio de factibilidad y los pozos exploratorios para la central de 138 MW, que presentaría costos de generación de

aproximadamente US\$ 4,8 mills por kWh. Sin embargo, quedan por resolver aún cuestiones regulatorias y de gestión del emprendimiento. Entre los problemas informados, se mencionó la falta de una regulación específica para concesiones de recursos geotérmicos y la existencia de permisos mineros en áreas de interés geotérmico, que podrían ser resueltos en el marco de una declaración de “área de interés estratégico nacional”.

Cuadro 14

PROYECTOS GEOTÉRMICOS EN ECUADOR	
Área	Capacidad, MW
Tufiño	138
Chachimbiro	113
Chalupas	283
Total	534

Fuente: Aguilera E., Los recursos geotérmicos del Ecuador, presentación PowerPoint, 2004.

Una interesante iniciativa para la utilización de energía eólica se ubica en la región de Loja, al sur del país. 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 con cerca de 110 MW. Buscando apalancar inversiones futuras y basándose en un diseño institucional con fuerte involucramiento de la comunidad local, efectiva gestora y en coordinación con el MEM, se pretende en un primer momento desarrollar un proyecto 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).⁵⁰

Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO y representando un punto de atracción turística muy importante, las islas Galápagos vienen recibiendo un número creciente de visitantes, con sus necesidades energéticas básicamente atendidas por generación térmica convencional. Para cambiar esta situación, promoviendo la energización con base en fuentes renovables y utilizando tecnologías eficientes de uso final, se desarrolla en este archipiélago ecuatoriano un amplio programa energético, el Proyecto de Electrificación Renovable de las islas Galápagos, soportado por el MEM y diversas organizaciones como PNUD, World Wildlife Fund y Fundación Natura, vigilando la sustitución del 70% de la generación termoeléctrica actual por otra proveniente de fuentes renovables, básicamente solar y eólica, con la finalidad de disminuir los riesgos asociados al transporte de combustibles fósiles e incrementar la autonomía energética de las islas, reduciendo los subsidios a la generación, las emisiones contaminantes y fortaleciendo las capacidades locales en el manejo de tecnologías limpias. Un aspecto relevante en este proyecto es la estrategia para involucrar a la comunidad local, inclusive mediante adecuación curricular en las escuelas. El material de comunicación preparado es de muy buena calidad y representa un primer paso de este proyecto que está empezando y podrá seguramente representar una vitrina para las energías renovables.

Con relación a las pequeñas centrales hidroeléctricas, se informó que existe un portafolio de proyectos identificados, con 32 centrales sumando 20 MW, que estarían en fase de instrucción para financiamiento en el marco de los mecanismos de soporte existentes, como el FERUM.⁵¹ En este mismo tema y en las discusiones sobre las perspectivas de las energías renovables se remarcó la conveniencia de la adecuada inclusión de la hidroenergía como una fuente sostenible y con interesantes ventajas asociadas. Como un ejemplo, se comentó el Proyecto de Propósito Múltiple Quevedo Vinces donde se ubica la Presa Baba en la cuenca del Río Guayas. En este proyecto se pretende, además de generar 50 MW, evitar inundaciones aguas abajo, regularizar el caudal (80%

⁵⁰ Aguirre, J.V., Proyecto Eólico Villonaco, presentación Power Point, 2004.

⁵¹ Alava, J., Director de Energías Renovables MME, información personal.

escurre entre enero y mayo) y permitir riego, suministro de agua potable y transporte fluvial. Se considera por lo tanto relevante avanzar en la definición de condiciones ambientales aceptables para darle a la hidroenergía plena vigencia como fuente renovable.

El análisis de la situación de las energías renovables en Ecuador evidencia una conciencia favorable y atractivos potenciales, que no están todavía en desarrollo a pesar de existir un marco regulatorio aparentemente amigable. Aunque algunos agentes señalen la necesidad de ampliar el plazo y el porcentual en la reglamentación de fomento a las energías renovables, lo que queda claro es que los limitantes más concretos para la efectiva implementación de proyectos han sido los pocos mecanismos de financiamiento y los duros requisitos de reducción de riesgos comerciales y garantías, decisivos para que los proyectos se ejecuten. Por esto es oportuno dar seguimiento al avance de los proyectos en carpeta, ejercitando fórmulas distintas de soporte. Cabe estar atento a estas lecciones.

D. Perú

La situación energética en Perú, como típicamente en los países andinos, presenta una amplia base de recursos naturales y un cuadro de oferta efectiva todavía escasa por limitaciones de infraestructura. La producción petrolera cubre actualmente cerca de la mitad de la demanda, pero la entrada en operación del gasoducto de Camisea a mediados del presente año debe progresivamente mejorar las condiciones de abastecimiento de combustibles.

El marco institucional del sector energético, en el ámbito del Ministerio de Energía y Minas, pasa por una reestructuración; con todo debe observar la tradicional división entre el sector de hidrocarburos y el sector eléctrico, este último más involucrado con las energías renovables, ante todo para proporcionar la generación de electricidad en zonas rurales y aisladas. En este sentido, el Ministerio ha preparado el Plan de Electrificación Rural,⁵² para el período 2002-2011, donde se prevé una significativa contribución de las nuevas fuentes. Este documento, que será comentado más adelante, da secuencia al anterior plan de electrificación rural (1993-2002) y es uno de los dos mejores documentos que el consultor puede encontrar para cumplir con los objetivos de la presente misión, por su denso diagnóstico y excelente tratamiento de las alternativas a considerar en el suministro de energía eléctrica en Perú.

En el contexto peruano debe ser igualmente mencionado como un hecho significativamente positivo la realización y disponibilización de los datos del Estudio Integral de Energía,⁵³ evaluando en base regional todo el panorama energético, desde los recursos primarios hasta las energías útiles efectivamente entregadas a los consumidores finales. Este tipo de información fue extremadamente válida para la adecuada interpretación de las potencialidades y los condicionantes a tomar en cuenta y para una consistente elección entre los senderos de desarrollo energético disponibles para este país.

1. Situación de las energías renovables

Con base en el mencionado Estudio Integral de Energía, se presenta en el cuadro 15 los potenciales estimados para las fuentes energéticas renovables en Perú, según estudios realizados a mediados de los años ochenta. A continuación se comentan los recursos para cada tipo de energía renovable relevante para este país.

En cuanto a la biomasa energética cabe observar que el Perú es un país privilegiado en recursos forestales y ocupa la segunda posición en América Latina de acuerdo a su superficie

⁵² Ministerio de Energía y Minas, Dirección Ejecutiva de Proyectos, Plan de Electrificación Rural 2003-2012 (PER), Lima, 2003.

⁵³ Sistemas Agua & Energía SA, IDEE/FB - Instituto de Economía Energética, Estudio Integral de Energía del Perú, informe para OTERG/MEM, Lima, Noviembre de 2001.

selvática. En 1988, la Dirección General Forestal y de Fauna, DGFF, estimaba para los recursos forestales peruanos un flujo máximo sostenible de 66 millones de Tep/año,⁵⁴ que equivaldrían a 36 veces el consumo de leña estimado en 1998. Agregándose los potenciales disponibles en los residuos agrícolas y agroindustriales, el potencial de las bioenergías es claramente superior a las actuales reservas peruanas de petróleo, 43 millones de Tep. Como bien observado en el Estudio Integral de Energía, estas magnitudes no deben llevar a engaño pues además de los problemas tecnológicos, ambientales y de mercado que presentaría su utilización efectiva, debe agregarse que su campo de competencia energética se concentra en los usos calóricos, especialmente en los sectores industriales (calor de proceso), agropecuarios (secado de granos y tambos), residenciales (cocción, calentamiento de agua y calefacción) o para solucionar problemas ambientales en la disposición de los residuos agroindustriales y urbanos. Otro inconveniente para un uso de los biocombustibles en sitios alejados de los lugares de origen, es el transporte de energéticos con una baja densidad energética por unidad de peso. Por último, los aspectos ligados a la calidad de la energía y a la facilidad de quemado favorecen a los combustibles líquidos y gaseosos. Además, con relación al potencial de los recursos forestales de Perú, sería interesante actualizar los estudios y estimaciones, ya que los últimos datos provienen de 1985-1986.

Cuadro 15

POTENCIALES DE LAS FUENTES ENERGÉTICAS RENOVABLES EN PERÚ

Fuente	Potencial de Producción
Hidroenergía	2 852 10 ³ (Tep/año)
Leña	66 10 ⁶ (Tep/año)
Residuos Agrícolas	0,53 10 ⁶ (Tep/año)
Residuos Pecuarios	0,15 10 ⁶ (Tep/año)
Residuos Agroindustriales	0,395 10 ⁶ (Tep/año)
Residuos Urbanos	0,236 10 ⁶ (Tep/año)
Eólica	450-5.000 (kWh/m ² /año)
Solar	4-5 (kWh/m ²)

Fuente: Sistema Agua & Energía SA y IDEE/FB – Instituto de Economía Energética.

Por ser un país 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/m² y en la selva varía entre 4 y 5 kWh/m², que corresponden a niveles elevados del recurso solar.⁵⁵ Para la evaluación del potencial de la energía eólica, en Perú se han ubicado 31 estaciones de medición en localizaciones en casi todos los Departamentos, a través de los cuales se constata que las mejores condiciones se dan en la costa y las regiones de frontera con Bolivia y Chile.⁵⁶ Vale comentar que la costa peruana cuenta con un importante potencial eólico, llegándose a alcanzar promedios de hasta 8 m/s en Malabrigo, San Juan de Marcona y Paracas. Asimismo en la mayor parte de la costa se presentan valores promedios anuales de 6 m/s, niveles que estimulan analizar la conveniencia de su uso para generar electricidad.

De interés geotérmico, Perú posee unas 300 manifestaciones de aguas termales entre 49° y 89 °C situadas a lo largo de la Cordillera Occidental y en menor medida en los valles intraandinos y la zona Oriental, que solo serían aptas para calentamiento de agua y calefacción. Sobre la base de informaciones disponibles para las seis zonas geotérmicas peruanas, el Ministerio de Energía y

⁵⁴ Horta Nogueira, L.A., Capítulo III - Energía de Biomasa, Propuesta para un Plan Nacional de Desarrollo de las Fuentes Nuevas y Renovables de Energía – Proyecto PER/86/011, PNUD/CONERG/MEM, Lima, 1988.

⁵⁵ Bastos, L.G., Capítulo II - Energía Solar, Propuesta para un Plan Nacional de Desarrollo de las Fuentes Nuevas y Renovables de Energía – Proyecto PER/86/011, PNUD/CONERG/MEM, Lima, 1988

⁵⁶ Hirata, M.H. Capítulo IV - Energía Eólica, Propuesta para un Plan Nacional de Desarrollo de las Fuentes Nuevas y Renovables de Energía – Proyecto PER/86/011, PNUD/CONERG/MEM, Lima, 1988

Minas hizo una interpretación geológica,⁵⁷ considerando los aspectos socio-económicos de desarrollo industrial y de posible sustitución de derivados de petróleo en centrales térmicas, todo lo cual permitió establecer el orden de prioridades siguientes: 1) Cadena de Conos Volcánicos, 2) Puno Cuzco, 3) Cajamarca y La Libertad y 4) Callejón de Huaylas, Churrin y Central.

Para la hidroenergía, 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 queda en Perú evaluar desde el punto de vista técnico y económico financiero casi 68.000 MW, lo cual convierte a este recurso, por su carácter de renovable, como el más importante de los energéticos del país. El siguiente cuadro y la figura 6 informan sobre el Balance Energético de Perú en 2002, separándose las energías renovables, que representan el 33% de la oferta total.

Cuadro 16

SÍNTESIS DEL BALANCE ENERGÉTICO DE PERÚ, 2002

Fuente	Oferta (kbep)
Petróleo	48 473
Carbón	5 406
Gas natural	5 642
Leña no sostenible	1 477
Otras no renovables	-143
Subtotal no renovable	60 854
Hidroenergía	13 974
Carbón vegetal sostenible	719
Leña Sostenible/Industria	9
Leña Sostenible/Residencial	10 543
Leña Sostenible/Agropecuario	14
Productos Caña	2 747
Otras renovables	2 245
Subtotal renovable	30 250
Total	91 104

Fuente: Datos procesados a partir del SIEE, Sistema de información económica energética, de OLAD, 2003.

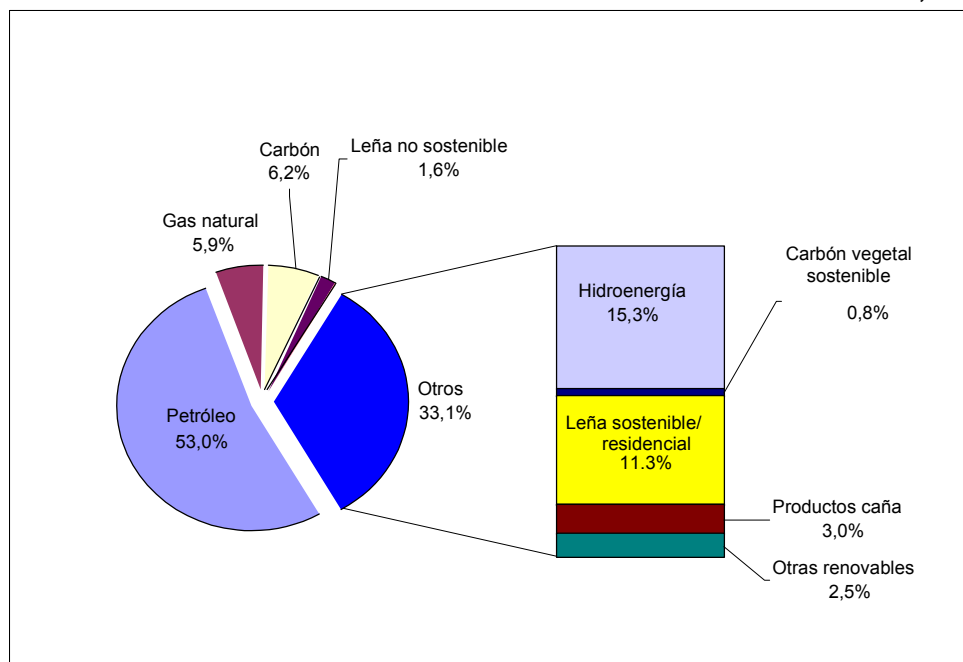
La renovabilidad de la leña en Perú puede ser determinada de forma consistente, como se sintetiza a continuación. La leña siempre ha desempeñado un papel relevante en el cuadro energético de Perú, hasta el punto de ser en 1999 la segunda fuente energética después del diesel. Sin embargo, fuera del uso intenso de la leña y el bagazo (en las industrias cañeras), y en menor medida de la bosta, yareta y carbón vegetal, no existen utilizaciones masivas de energía de biomasa moderna en Perú. Este combustible es consumido especialmente en el sector residencial, responsable por 92% del consumo dendroenergético, siendo casi totalmente empleado para cocción.

El Balance de Energía Útil, preparado en el año 2000, con base en efectivas encuestas y levantamientos de campo, mejoró mucho la calidad de las informaciones sobre este tipo de demanda, evidenció la intensa sustitución de la leña (por kerosén y GLP), que en las estimativas anteriores estaba sobrevalorada en casi un 80%, y señaló las regiones del país donde la demanda de leña representa una posible presión sobre los recursos naturales, no debiendo ser considerada una

⁵⁷ Ministerio de Energía y Minas, Generación Eléctrica a partir de Fuentes Nuevas: Energía Geotérmica, Atlas Minero Energético, Lima, 2000.

forma sostenible de energía renovable. En el gráfico 7 se indican los Departamentos donde la demanda de leña es más significativa; en las regiones de color verde más oscuro es superior a 10% de la demanda total de energía útil neta, mientras que en las regiones más claras representa menos de 2%.⁵⁸

Gráfico 6
OFERTA TOTAL DE ENERGÍA EN PERÚ, 2002

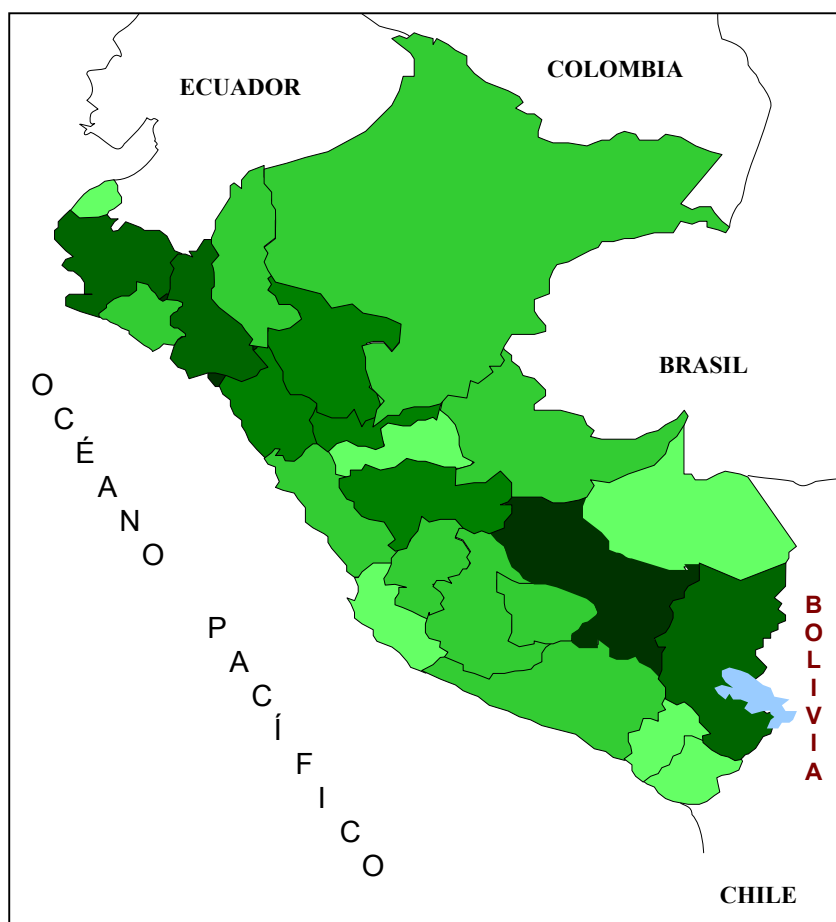


Fuente: Elaborado por Manlio Coviello, sobre la base de SIEE/OLADE.

Para los Departamentos de la costa y de la sierra peruana, donde la oferta ambiental sostenible de leña es reconocidamente limitada, se consideró que porcentuales de demanda de leña superiores a 8% de la demanda neta de energía útil pueden representar situaciones no sostenibles. Estos Departamentos, seleccionados con la cooperación de la Ing. Iris Cárdenas, de la Oficina Técnica de Energía del Ministerio de Energía y Minas, constan en el cuadro 17, con una demanda que totaliza el 47% de la demanda de leña en el sector residencial del Perú. Bajo estos supuestos, se consideró que el 53% del consumo estimado de leña en Perú puede ser considerado sostenible, ya que ocurre en regiones de amplia oferta ambiental y donde la demanda no es tan significativa.

⁵⁸ Ministerio de Energía y Minas, Balance Nacional de Energía Útil BNEU, OTERG-MEM, citado en Nota al pie N° 53.

Gráfico 7
USO DE LEÑA EN EL SECTOR RESIDENCIAL EN PERÚ



Fuente: Ministerio de Energía y Minas de Colombia.

Nota: Los límites y los nombres que figuran en este mapa no implican su apoyo o aceptación oficial por las Naciones Unidas.

Cuadro 17
DEMANDA DE LEÑA POR DEPARTAMENTO DE PERÚ, DONDE LA
DEMANDA DE LEÑA SE CONSIDERÓ NO SOSTENIBLE, 1998

Región	Departamento	Demanda
		(miles ton)
costa	Ancash	6 787
costa	Piura	6 762
costa	La Libertad	4 298
costa	Cajamarca	7 670
sierra	Puno	3 067
sierra	Ayacucho	2 311
sierra	Huancavelica	2 009
	Subtotal	32 904
	Demanda total	70 621

Fuente: Elaborado por el autor con base a los datos del MEM (Ministerio de Energía y Minas).

2. Actividades y perspectivas

Existe en Perú un número razonable de instalaciones operando con energías renovables, en buena parte como resultado de aportes de organismos multilaterales, del propio Estado y de proveedores de equipos, apoyados a su vez por los países de origen de los equipos. Algunos de estos emprendimientos serán comentados a continuación, a partir de informaciones recolectadas en las entrevistas y del Estudio Integral de Energía de Perú.

Existen dos centrales eólicas operando, ambas de servicio público en sistemas aislados, con buenos resultados que señalan el potencial para difundir el uso de esta fuente de energía. En la localidad de Malabrigo, Departamento de La Libertad, la empresa Electronorte Medio S.A opera una central desde 1996, con un aerogenerador asincrónico trifásico de 250 kW. Su eficiencia es del 36% y ha generado 620 MWh en el año 1999, implicando así un funcionamiento de 2480 hs/año. La otra central posee un aerogenerador a inducción de 450 KW y está ubicada en San Juan de Marcona, Departamento de Ica, siendo operada por la municipalidad. Hay un proyecto para instalar 40 MW en Malabrigo, estando en estudio una primera etapa de 10 MW. Aún que se dispongan de buenos datos de potencial eólico por regiones, cabría intensificar los esfuerzos para evaluar otras ubicaciones específicas, en los Departamentos de Piura, Arequipa e Ica.

Las pequeñas centrales hidroeléctricas (PCH's), tomadas aquí con menos de 500 kW, han sido tradicionalmente utilizadas aprovechando la particular topografía y disponibilidad de cursos de agua en varios Departamentos de Perú. Según el Ministerio de Energía y Minas, las PCH's encuestadas en 1999 eran 59, con una potencia total de 11,5 MW, equivalente al 0,4% de la potencia instalada hidroeléctrica total en Perú. Aún que su aporte a la generación del país sea pequeño, no deja de ser importante para solucionar problemas locales de abastecimiento eléctrico, siendo que más de la mitad de estas unidades se ubican en zonas rurales de los Departamentos de Lima, Cajamarca, Arequipa y Ayacucho.⁵⁹

Las encuestas realizadas por la Oficina Técnica de Energía del Ministerio de Energía y Minas para elaborar el Balance Nacional de Energía Útil de 1999, determinaron el empleo de colectores solares planos para calentamiento de agua en los sectores residencial y comercial en 8 Departamentos, en especial Lima-Callao. En las palabras del Estudio Integral de Energía, "en Perú se puede mencionar como un verdadero éxito la instalación de termas solares en la zona de Arequipa, donde se han relevado casi 10.092 termas (correspondiendo a cerca de 6,7 MW de capacidad total instalada). Además en Perú habría más de 19.600 módulos fotovoltaicos instalados".⁶⁰

Salvo las termas solares y el bagazo, las restantes fuentes renovables no tradicionales tienen su campo de acción en las áreas rurales y en los sistemas energéticos integrados y eléctricamente aislados. Así es necesario de reconocer que la energía eólica se está convirtiendo crecientemente, en los lugares con vientos adecuados, en una fuente que puede aportar electricidad a los sistemas interconectados. Por otra parte, tanto la energía solar, mediante celdas fotovoltaicas, como la eólica de baja potencia y las centrales hidroeléctricas de menor capacidad tienen la electrificación rural como su principal mercado. Exactamente en esta dirección, asociando la extensión de las líneas de distribución con las fuentes renovables adonde sean económicas, han actuado los Planes de Electrificación Rural en Perú. En la primera versión, para el período 1993-2002, la cobertura nacional de los servicios eléctricos pasó de 57% a 75%, y en su segunda versión, para el decenio siguiente, la meta es llegar a 91% en 2012. Vale observar que el nivel de electrificación en el año 2000, sin considerar las zonas urbanas, llegaba a solo 32,5% de las familias rurales.

Para los próximos diez años, el Plan de Electrificación Rural identifica 336 proyectos, entre líneas de transmisión, pequeños sistemas eléctricos y pequeñas centrales hidroeléctricas, estimando

⁵⁹ Ministerio de Energía y Minas, Electricidad: Anuarios Estadísticos 1999, Lima, 2000.

⁶⁰ Bustamante, H.G., Energía Solar en Perú, OTERG-MEM, Lima, 2000, citado en Nota al pie N° 53.

que la ejecución de este conjunto de proyectos beneficiará a más de 4 millones de habitantes, con una inversión total de 960 millones de dólares. En el cuadro 18 se sintetiza las metas e inversiones previstas en este plan, que prevé un incremento en la oferta de generación eléctrica dado por los proyectos de energías renovables alrededor de 20 MW. La figura 8 presenta los costos unitarios calculados en base a estos datos, asumiendo que las obras denominadas como “fuentes alternativas” son efectivamente módulos fotovoltaicos.

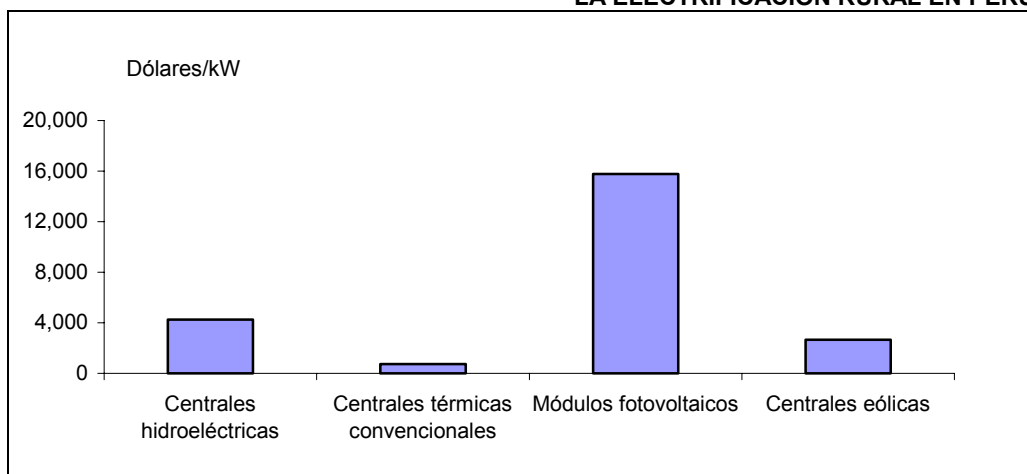
Cuadro 18

INDICADORES DEL PLAN DE ELECTRIFICACIÓN RURAL DE PERÚ, 2003-2012

ítem		miles de dólares
A	Estudios	23 400
B	Obras	937 023
1	Líneas de transmisión	239 090
2	Pequeños sistemas eléctricos	550 907
3	Centrales hidroeléctricas	30 931
4	Centrales térmicas	3 392
5	Fuentes alternativas	96 205
6	Centrales eólicas	16 498
Total de inversiones		960 423
C	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: Plan de electrificación rural, MEM (Ministerio de Energía y Minas).

Gráfico 8

COSTOS UNITARIOS DE CAPACIDAD ESTIMADOS PARA LA ELECTRIFICACIÓN RURAL EN PERÚ

Fuente: Plan de electrificación rural, MEM (Ministerio de Energía y Minas).

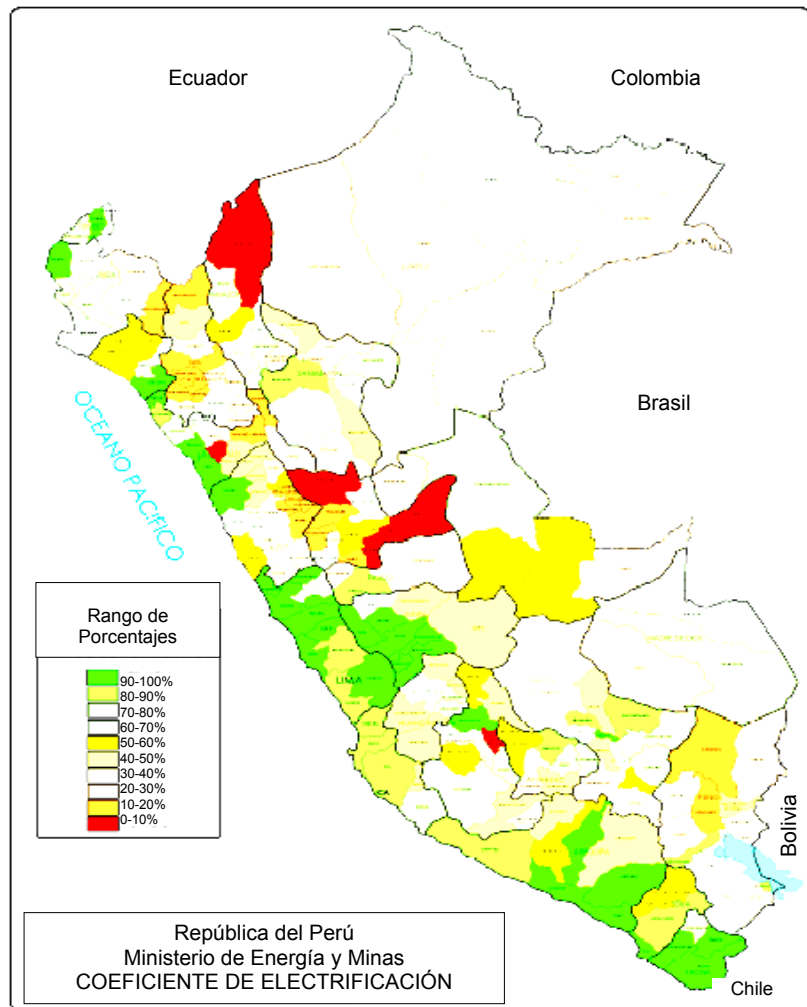
El plan peruano de electrificación rural presenta componentes interesantes en el marco jurídico, en los mecanismos de financiamiento y en la sistemática de gestión y priorización de los proyectos. El marco general que contiene toda la política de electrificación rural en Perú es la Ley N° 27.744, Ley de Electrificación Rural y de Zonas Aisladas y de Frontera, promulgada en mayo de 2002. Sin embargo, se detectaron algunos conflictos con otros dispositivos legales, en lo referente a los alcances de las funciones ejecutivas del MEM, a la administración del Fondo de Electrificación Rural (FER) y a la transferencia de proyectos, motivando iniciativas legislativas para introducir los ajustes necesarios.

Como un intento para equilibrar el tradicional problema de escasez y falta de regularidad de los recursos presupuestales en la implementación de proyectos de electrificación rural, en la Ley de Electrificación Rural se creó el Fondo de Electrificación Rural, FER, constituido con recursos financieros provenientes de distintas fuentes: 1) el 2% de las utilidades de las empresas generadoras, transmisoras y distribuidoras del sector eléctrico, 2) hasta el 25% de los recursos que se obtengan por la privatización de las empresas eléctricas y 3) 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 al presupuesto de los últimos años. En este sentido, el FER es un fondo revolvente en el cual, año a año, se autoriza a la DEP/MEM a invertir como mínimo el 0,85% del Presupuesto General en la ampliación de los servicios eléctricos en Perú.

La metodología de priorización de los proyectos de electrificación rural toma en cuenta tres tipos de factores básicos: técnicos (estado actual del proyecto, infraestructura eléctrica existente o futura, coeficiente de electrificación provincial), económicos (Valor Actual Neto Social y nivel de inversión per cápita) y socioeconómicos (índice de pobreza, ubicación geográfica). El mencionado coeficiente de electrificación provincial califica el nivel de pobreza eléctrica de las provincias, conforme se muestra en el gráfico 9, dándosele una mayor prioridad a aquellos proyectos que están ubicados en regiones eléctricamente más carentes.

El contexto peruano evidencia un buen desarrollo de las fuentes renovables, especialmente en el marco de la expansión de los servicios de suministro eléctrico, con mecanismos de gestión bastante estructurados y preocupación por la racionalidad económica. Por supuesto que hay mucho por hacer, pero la base institucional y de informaciones en Perú indica que el camino está trazado y las actividades en curso en la dirección deseable.

Gráfico 9
MAPA DE POBREZA ELÉCTRICA DE PERÚ



Fuente: Plan de electrificación rural, MEM (Ministerio de Energía y Minas).

Nota: Los límites y los nombres que figuran en este mapa no implican su apoyo o aceptación oficial por las Naciones Unidas.

E. Venezuela

Dotada de elevados recursos energéticos fósiles y al mismo tiempo de apreciables recursos renovables, (como su potencial hidroeléctrico), constituyendo así 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. La presente participación de las energías renovables se da casi únicamente por cuenta de la hidroelectricidad, fuente en la que Venezuela es el país andino con mayor capacidad instalada (13.215 MW) y mayor nivel de desarrollo de su potencial (26%). Existen actividades puntuales en otras formas de energías renovables, como biodigestores instalados en Pedraza Barinas, sistemas solares en Amazonas y Anzoátegui y un aerogenerador (tipo Darrieus) en la isla La Orchila, pero no llegan a representar capacidades importantes y cumplen más bien funciones de test y pruebas. Asimismo se realizaron durante los años noventa algunos seminarios sobre el tema, como Bioenergía mediante Plantaciones Forestales, Geotermia y Desarrollo, y Planificación de Energías Renovables en Venezuela, pero sin resultados

en términos energéticos. La reducida importancia de las energías renovables distintas de la gran hidroenergía queda patente al observar que prácticamente no se las mencionan en el Balance Energético venezolano, donde se afirma que en el sector agrícola “se reportó solamente el diesel oil como energético consumido”.⁶¹

No obstante, de acuerdo con las entrevistas realizadas, está claro para los entes gubernamentales que las fuentes renovables de energía son componentes esenciales para el desarrollo integral de regiones deprimidas y bajo criterios de equidad social deben ser promovidas, para “afianzar y consolidar a la población del medio rural, promoviendo la desconcentración y la mejor distribución de población en el territorio nacional, incrementando la producción y la productividad”.⁶²

1. Situación de las energías renovables

El cuadro 19 presenta una síntesis del Balance Energético para 2002, evidenciando que la hidroenergía es casi la única de las fuentes renovables, ya que la participación de la bioenergía es absolutamente despreciable. La fuente denominada como “Otras no renovables” en el caso venezolano representa los productos no energéticos de las refinerías, que deben ser retirados de la oferta, por no caracterizar efectivamente vectores energéticos, tampoco siendo utilizados como tal. Una visión de estos valores está presentada en el cuadro 20.

Cuadro 19

SÍNTESIS DEL BALANCE ENERGÉTICO DE VENEZUELA, 2002

Fuente	Oferta (kbep)
Petróleo	90 842
Gas natural	248 763
Carbón	129
Otras no renovables	-9 896
Subtotal no renovable	329 848
Hidroenergía	133 775
Carbón vegetal sostenible	18
Leña Sostenible/Residencial	23
Subtotal renovable	133 902
Total	463 750

Fuente: Datos procesados a partir del SIEE, Sistema de información económica energética, de OLAD, 2003.

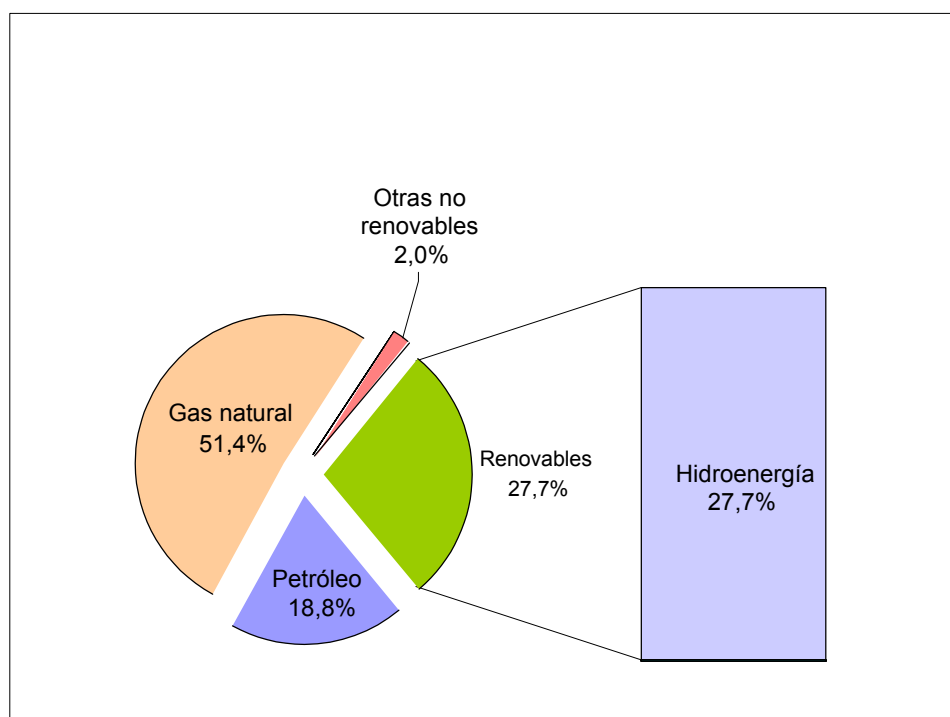
La renovabilidad de la bioenergía utilizada fue cuestionada a los entes contactados (Ministerio de Energía y Minas y Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales), que además de la muy reducida participación de estos combustibles, informaron que: a) la leña es consumida en regiones donde no hay dificultades de suministro sostenible, b) no se puede afirmar que las actividades de deforestación sean promovidas para suministro de leña y c) la demanda de carbón vegetal, asociada a su utilización industrial, estaría basada en forestas para fines energéticos. Solamente en la margen derecha del río Orinoco, la Corporación Venezolana de Guyana y la ONG Proforca implementaron cerca de 700 mil hectáreas de bosques de pinos y eucaliptos para fines

⁶¹ República Bolivariana de Venezuela, Balance Energético 1996-2000, Ministerio de Energía y Minas, Caracas, 2000 (son disponibles también Resúmenes Económico Energético para los periodos 1990-1997 y 1995-1999).

⁶² Ministerio de Energía y Minas, Desarrollo de las Energías Renovables en Venezuela, documento preparado para esta misión por la Dirección General de Energía, Caracas, febrero de 2004.

energéticos.⁶³ Por lo tanto, se consideró que la totalidad de la ínfima cantidad de bioenergía que se estima consumir en Venezuela (50 kbep, correspondiente a 0,012% de la demanda energética nacional e inferior a 600 gramos de leña por año per cápita) puede ser considerada totalmente sostenible. Solamente para confirmar la insignificancia de esta demanda, la oferta potencial sostenible de leña (adoptándose una muy baja y conservadora productividad forestal sostenible de 3600 kg leña/ha y una utilización de apenas 5% de la superficie forestal existente) sería alrededor de 600 kg anuales per cápita, o sea, mil veces más alta.

Gráfico 10

OFERTA TOTAL DE ENERGÍA EN VENEZUELA, 2002

Fuente: Elaborado por Manlio Coviello, sobre la base de SIEE/OLADE.

2. Actividades y perspectivas

Con la nueva Constitución y la implementación de un nuevo paradigma en el gobierno, la temática de la sostenibilidad y del uso de las fuentes energéticas renovables ha ganado más evidencia. En la legislación más reciente, como la Ley Orgánica del Servicio Eléctrico (Ley N° 78/2001) y el Reglamento General de la Ley de Servicio Eléctrico, de diciembre de 2000, se menciona que se deberá, en el marco del “desarrollo sustentable”, promover la “utilización de fuentes alternas de energía”. En particular, en el marco jurídico, se pretende que “la prestación del servicio eléctrico en zonas aisladas y deprimidas, considere el aprovechamiento de fuentes alternas de energía” y se atribuye a la Comisión Nacional de Energía Eléctrica velar por la aplicación de los programas que defina el Ministerio de Energía y Minas (MEM) para el aprovechamiento de estas fuentes. Sin embargo, esta temática ha sido explorada desde los años noventa a través de la Dirección General Sectorial de Energía, que diseñó el Sistema de Informaciones de Fuentes Alternas de Energía (SIFARE) y el Programa de Nacional de Educación en Fuentes Alternas y Renovables de Energía (PRONDIFARE), siempre considerando con prioridad la energización de zonas alejadas y aisladas, rurales, insulares y fronterizas. En el ámbito de estos programas y con el soporte de OLADE, se desarrollaron ocho estudios de factibilidad de microcentrales hidroeléctricas

⁶³ Hichter, A., Vice Ministro de Ambiente y Recursos Naturales, información personal.

para el estado de Bolívar. También particularmente relacionado al potencial de las microcentrales, se informó de la existencia de 60 embalses para fines no energéticos y sin generación de energía eléctrica, con presas de altura superior a 80 metros y caudal mayor que 1,5 metros cúbicos por segundo, o sea, un potencial de evidente interés para que se implementaren unidades de generación.⁶⁴

En la actualidad las actividades son regidas por el Programa de Energías Renovables (PER), ejecutado por el Ministerio de Energía y Minas. En materia de complementación energética a la red eléctrica del país, se propone la elaboración de estudios previos para.

- Implantación de un parque eólico de 80 MW de capacidad en el estado de Falcón.
- Implantación de diversos parques eólicos en la Guajira venezolana (estado de Zulia), con capacidad inicial de 50 MW y pudiendo llegar a más de 10 mil MW en fases posteriores.
- Estudio e instalación de plantas solares fotovoltaicas de gran capacidad.

Cuadro 20

CENTROS POBLADOS RURALES NO ELECTRIFICADOS EN VENEZUELA⁶⁵

Habitantes por comunidad	Comunidades	Total de habitantes
< 15	1 712	14 412
15-40	3 112	83 374
40-60	1 451	72 405
60-80	1 092	76 308
80-100	625	56 127
100-500	1 933	350 816
500-1.000	82	53 881
1.000-2.500	45	66 305
Total nacional	10 052	773 628

Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas (INE), 2000.

Entre las comunidades sin servicio eléctrico identificadas en el cuadro 20, fueron seleccionados 31 poblados con nivel de organización suficiente para implementar proyectos de energía renovable, a ser desarrollados con soporte de la Corporación Andina de Fomento (CAF) y del Banco Nacional de Desarrollo (BANDES). Un ejemplo de solución propuesta es el “Sistema de riego de plátano con energía hidromecánica para el desarrollo sostenible en La Paragua, El Tigre, Chirpa y Mamonal”, que ayuda a atender municipios del estado Portuguesa. Esencialmente se pretende usar bombas hidrocinéticas para aprovechar la velocidad de los cauces y mejorar, mediante riego, la productividad de los cultivos bananeros, además de suministrar energía para fines domésticos. Progresivamente, este proyecto pretende introducir otras formas de suministro y usos energéticos.

Más en la esfera del Ministerio de Ciencia y Tecnología, pero también directamente relacionado con el uso de fuentes renovables de energía, debe ser mencionado el Programa de Municipios Innovadores, que pretende difundir informaciones, valorizar el proceso de conocimiento y desarrollo tecnológico en nivel local, fortaleciendo talentos y vocaciones productivas locales. Fueron inicialmente seleccionados cinco municipios, en los estados de Barinas, Sucre y Falcón, donde se pretende valorizar las tecnologías energéticas renovables. Vale observar que en el marco

⁶⁴ Hichter, A., Vice Ministro de Ambiente y Recursos Naturales, información personal.

⁶⁵ INE, 2000, citado por la referencia (62).

del Programa de Petróleo, Gas y Energías Alternas, de este ministerio, se identificaron en Venezuela 55 investigadores trabajando con energías alternas.⁶⁶

Un aspecto resaltado por oficiales del gobierno venezolano en cuanto a las energías renovables y sus perspectivas en el país se refiere a la necesidad de considerar, siempre que sea ambientalmente aceptable, la hidroenergía en el marco de las fuentes sustentables, sin restricciones de capacidad. Efectivamente las hidroeléctricas ya son muy importantes para Venezuela y podrán seguir siendo la principal fuente de electricidad, con notable ahorro de combustibles convencionales. Solamente las centrales de la cuenca del río Caroni evitan la quema de 500 mil barriles diarios de combustible fósil. Se hizo hincapié en que la construcción de hidroeléctricas en Venezuela, además de la electricidad, generó empleos, mejoró la calidad de vida de los trabajadores de la región y casi no desplazó habitantes, por ser una zona poco habitada. Tampoco existirían riesgos de colmatación acelerada, debido al bajo transporte de sedimentos, como efectivamente ocurre en los llamados “ríos negros” de la región amazónica.⁶⁷

Finalmente y de una manera sucinta, se puede afirmar que las energías renovables, además de la relevante participación de la hidroelectricidad, empiezan, aun que tímidamente, a jugar un nuevo papel en la matriz energética venezolana. Hay interés y aparentemente voluntad política, pero sobresale la necesidad de mejorar la integración y coordinación de los entes de gobierno, perfeccionar los sistemas de datos e informaciones y lograr la implementación de proyectos de demostración. Un punto positivo a remarcar es la clara noción del rol esencial de las comunidades en la implementación de proyectos de electrificación con energías renovables en pequeña y mediana escala.

⁶⁶ Anasagasti, Y., Fuenmayor, H., “Programa Petróleo, Gas y Energías” Alternas, Ministerio de Ciencia y Tecnología, Caracas, 2004 (presentación en Power Point).

⁶⁷ Hichter, A., Vice Ministro de Ambiente y Recursos Naturales, información personal.

III. Síntesis regional

La región andina presenta en su diversidad de contextos geográficos y humanos una razonable homogeneidad en términos de fuentes energéticas, con una abundancia de recursos energéticos, fósiles y renovables. También de un modo general existen carencias de suministro energético de calidad, especialmente electricidad y en particular en las zonas rurales, donde este tipo de recurso puede significar bastante en términos de calidad de vida y productividad. Las diferencias entre los países son más marcadas al comparar los niveles de avance en la efectiva utilización de las fuentes renovables, sea por las diferentes estructuras institucionales, disponibilidad de informaciones actualizadas, marcos legales e implementación de proyectos bajo una definición de los objetivos nacionales claramente expresos, en coordinación de los distintos entes nacionales o no, del gobierno o no. En fin, las disponibilidades y necesidades son parecidas, el ambiente es similar, lo que difieren son las estrategias y por ende, los resultados.

En el cuadro 21 y el gráfico 11 es presentada una visión para la región andina, evidenciando que alrededor del 30% de su oferta de energía es renovable y sostenible, con la hidroenergía representando la parte preponderante de las energías renovables, como se podría esperar. Es interesante observar que, en buena parte debido a la influencia de los datos venezolanos, la fuente energética más utilizada es el gas natural, seguido del petróleo y más atrás, por la hidroelectricidad. La desactualización de los datos de demanda de biocombustibles, pese a la honrosa excepción de Colombia y Perú, pone dudas sobre los reales valores de bioenergía que podrían estar siendo consumidos en algunos países y sectores. Sin embargo, especialmente teniendo en cuenta la estimación de los niveles de

renovabilidad, fueron adoptados valores seguramente conservadores, que permiten acreditar sin muchas reservas en esta síntesis. Es aun interesante mencionar que en esta tabla no aparece ningún otro tipo de vector energético moderno, en algunos casos seguramente utilizados, como la energía solar para secado agrícola o los sistemas fotovoltaicos, no mencionados porque todavía no participan de los balances energéticos convencionales, en otros casos porque aún permanecen como potenciales significativos e interesantes, pero no aprovechados, como podría ser las energías eólica y geotérmica, promesas para un futuro energético más renovable en todos los países andinos.

Cuadro 21

SÍNTESIS DEL BALANCE ENERGÉTICO PARA LA COMUNIDAD ANDINA, 2002

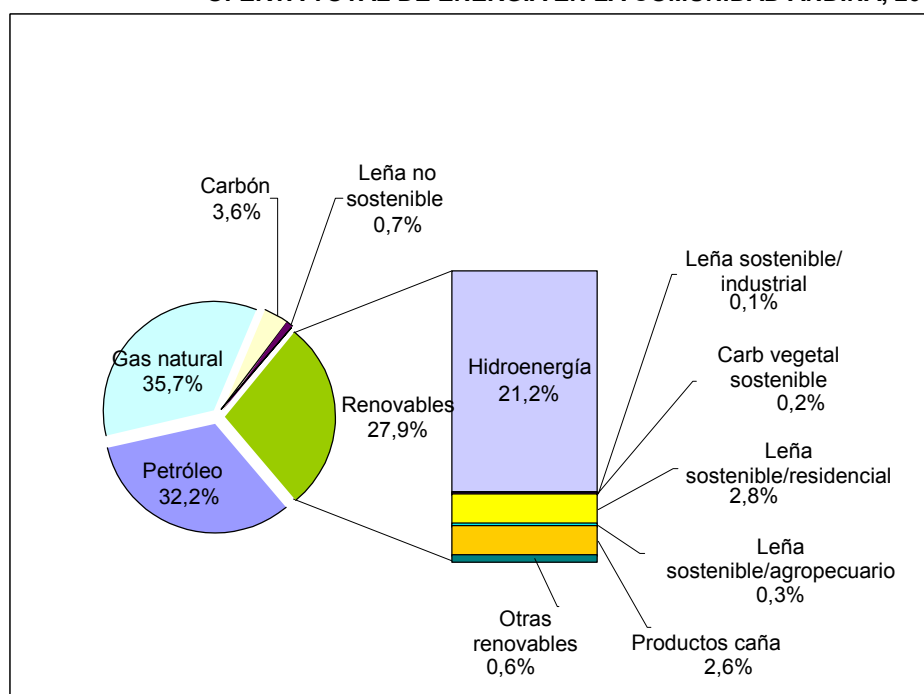
Fuente	Oferta (kbep)
Petróleo	279 852
Gas natural	310 193
Carbón	31 164
Leña no sostenible	5 860
Otras no renovables	-10 381
Subtotal no renovable	616 688
Hydroenergía	184 212
Carbón vegetal sostenible	2 138
Leña Sostenible/Industria	629
Leña Sostenible/Residencial	24 511
Leña Sostenible/Agropecuario	2 608
Productos Caña	22 995
Otras renovables	5 161
Subtotal renovable	242 253
Total	869 322

Fuente: Datos procesados a partir del SIEE, Sistema de información económica energética, de OLADE, Quito, 2003.

Reconociendo los límites de este trabajo, basado esencialmente en entrevistas y visitas de pocos días a los países, consulta a documentos entregados y de la WEB, además de todo el soporte de la CEPAL, se buscó en el cuadro 8 resumir las impresiones y perspectivas de las energías renovables en la Comunidad Andina. Este cuadro es un esfuerzo de síntesis, para ayudar a establecer un marco inicial de referencia del status quo de estas energías, que naturalmente presenta variaciones importantes dentro de cada país y entre los países, pese al idéntico entusiasmo y competencia con que siempre se trató el tema en cada reunión y encuentro. Es esencial en este sentido resaltar el sentimiento común en todos los países, de que las energías renovables son relevantes y tienen un rol a cumplir, más allá del estrictamente energético, que apunta al deseable desarrollo sostenible, ambiental y social.

Gráfico 11

OFERTA TOTAL DE ENERGÍA EN LA COMUNIDAD ANDINA, 2002



Fuente: Elaborado por Manlio Coviello, sobre la base de SIEE/OLADE.

Cuadro 22

PERSPECTIVAS PARA LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN LA COMUNIDAD ANDINA

País	Conocimiento de los recursos de ER	Marco institucional para ER	Necesidad en utilizar ER	Disponibilidad de RH capacitados	Apoyo y cooperación internacional	Producción local de bienes y servicios	Interés del gobierno
Bolivia	Reducido	Mediano	Alta	Mediana	Fuerte	Razonable	Alto
Colombia	Bueno	Bueno	Mediana	Mediana	Fuerte	Pequeña	Mediano
Ecuador	Bueno	Bueno	Mediana	Mediana	Fuerte	Pequeña	Alto
Perú	Bueno	Bueno	Alta	Mediana	Fuerte	Pequeña	Alto
Venezuela	Reducido	Mediano	Baja	Baja	Mediano	Pequeña	Mediano

Fuente: Elaboración propia.

A. Perspectivas de sostenibilidad energética

Las conclusiones del presente estudio, dedicado a reconocer las perspectivas de sustentabilidad energética en la Comunidad Andina, son presentadas en este tópico separadas en una visión de las cuestiones más relevantes a tomar en cuenta y un conjunto de recomendaciones generales de política energética.

1. Barreras y potenciales

La necesidad de reforzar la institucionalidad de las energías renovables en la Comunidad Andina se quedó patente en este estudio. Para la mayoría de los países, cabe definir de forma clara

las responsabilidades de quienes y bajo que marco legal deben actuar, para coleccionar informaciones, planificar, fomentar, implementar proyectos y darles el debido seguimiento. En este sentido es importante mencionar los programas de entrenamiento y capacitación, absolutamente vitales no solamente para los temas más afectos a las energías renovables, pero también para la comprensión de los sistemas energéticos y sus profundos nexos sociales, económicos y ambientales. Igualmente relevante y necesaria es la continuidad de las equipos, de quienes estarán efectivamente involucrados con las actividades institucionales y deseablemente, deberán tener la memoria de los hechos, sucesos y malogros tan frecuentes en el sendero de las energías renovables. De muy poco sirven marcos legales si no hay gente motivada, preparada y con atribuciones objetivas para implementarlos.

Expandiendo un poco los conceptos presentados en el cuadro 22, algunos criterios de evaluación del contexto institucional adonde se pretenda promover energías renovables, para verificar se realmente se pretende y se puede pasar del discurso para las acciones podrían ser:

- ¿Cómo son los sistemas de información y difusión? ¿Se conocen los potenciales y las tecnologías son probadas? ¿Las universidades y institutos de investigación actúan en estos temas?
- ¿Hay planes y programas, con metas, plazos, recursos y responsabilidades definidas?
- ¿Hay mecanismos regulatorios específicos para promoción y fomento de energías renovables? Si existen, logran sus propósitos? Si no, ¿por qué?
- ¿Hay adecuado encuadramiento tributario para inversión y operación?
- ¿Hay normas de calidad y reglamentos que protejan los usuarios?
- ¿Hay líneas de crédito para inversión y pre-inversión (bancos de desarrollo, bancos nacionales y crédito internacional)? ¿Cómo son las garantías solicitadas?
- ¿El Estado utiliza su poder de compra?

Sin pretender restar importancia de las aplicaciones de la energía solar fotovoltaica para la electrificación rural, bajo enorme interés en los países andinos, existen otras tecnologías energéticas que no pueden ser olvidadas o puestas en un segundo plano. Las particulares condiciones geográficas de la América Andina hacen casi natural que se consideren con mayor atención alternativas energéticas no tan en moda pero de indiscutible valor, como sería justamente el caso de la energía hidroeléctrica y de la energía geotérmica, cuyos potenciales andinos son proporcionalmente de los más altos del mundo. Esta situación señala la necesidad de discutirse una agenda andina de energías renovables, ajustada a los recursos, potenciales y necesidades de la región, en una amplia acepción, integrándose al desarrollo industrial de los países, de una forma que ni de lejos la energía solar fotovoltaica ha logrado ni podrá lograr en el futuro, con sus equipos y dispositivos auxiliares importados, de elevado costo y de limitada capacidad.

Naturalmente que, al elegir las pautas andinas de energías renovables, no se podría excluir en principio ninguna forma renovable de energía, y ciertamente hay espacio para la energía solar.⁶⁸ Pero si cabe darle a cada una de alternativas la debida prioridad, de acuerdo con los intereses de quienes deberán ceder sus recursos naturales y ser los usuarios de la energía final producida. En otras palabras, cabe construir una agenda por el lado de la oferta de recursos y de la demanda de energía, no por el lado de la disponibilidad de tecnologías energéticas. El ejemplo de Perú, con su Plan de Electrificación Rural podría ser difundido, como un ejemplo de cómo se definieron un portafolio de proyectos y bajo cuales criterios se podrán establecer las prioridades de acción.

⁶⁸ Horn, M., Son los paneles solares una alternativa real para la electrificación rural en el Perú?, Centro de Energías Renovables/Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, 1999, disponible en <http://fc.uni.edu.pe/solar/fv.html>.

Una herramienta computacional poderosa para auxiliar el ordenamiento de prioridades en los programas de energías renovables y actualmente aun empleada de modo limitado, es el Sistema de Información Geográfica, base para aplicativos como actualmente se desarrolla en la UPME de Colombia. Esta metodología puede ser especialmente adecuada para situar en un mismo contexto espacial los potenciales demandantes de energía y los recursos disponibles, con posibilidades de incluir también variables económicas y sistematizar consideraciones de factibilidad.

Considerando esencialmente la electrificación de sistemas rurales aislados, Miguel Fernández propone una lista sucinta de barreras que se interponen para el avance de los programas de energías renovables, que parece muy apropiada para las condiciones andinas:

- Dificultad de identificar demandas energéticas priorizadas, estructurales, con participación de los involucrados,
- Dificultad para realización de preinversiones y estudios que permitan encontrar las soluciones y respuestas más adecuadas a la realidad,
- Dificultad en lograr recursos para inversión efectiva en proyectos energéticos
- Dificultad en establecer la correcta gestión y la sostenibilidad de los proyectos de energía.

En esta lista es interesante ver como las barreras surgen con los avances, desde los planteamientos iniciales hasta los problemas con los proyectos ya implementados, y por supuesto, para cada barrera, hay que buscar adecuadas salidas. En esta dirección, en las conclusiones de un seminario realizado en 1998 sobre "Gestión y Administración de Proyectos de Electrificación Rural con Sistemas Fotovoltaicos", relatando experiencias en diversos países latinoamericanos, se presentaron los atributos esenciales para un programa de electrificación rural, que pueden ser tomados como un "check list" de los puntos relevantes a observar en estos programas.⁶⁹

- Se debe asegurar la participación e identificación de la población beneficiada.
- El ente rector debe ser el Estado.
- Debe existir un marco legal y un marco normativo.
- Se debe asegurar la calidad de los equipos instalados, disponiendo de especificaciones técnicas.
- Debe haber un estudio previo que considere alternativas tecnológicas.
- Debe haber capacitación a todo nivel, incluyendo usuarios, ente suministrador, etc.
- Debe haber participación del sector privado en la implementación de los proyectos.
- Debe haber una organización estructurada para manejar la implementación de los proyectos.
- Debe haber un sistema de información sobre todos los proyectos de energías nuevas y renovables.
- Debe haber una convocatoria amplia y presencia de todos los actores involucrados.
- Debe haber un mecanismo de transición para facilitar el financiamiento.

⁶⁹ Centro de Energías Renovables - CER., Gestión y Administración de Proyectos de Electrificación Rural con Sistemas Fotovoltaicos, UNI, Lima, 1998.

2. Construyendo el escenario sostenible

Es productivo para el adecuado tratamiento de las energías renovables su consideración bajo los tres grandes grupos de usuarios, como presentado en la introducción del estudio. Ciertamente las tecnologías, escalas, demandas y exigencias son muy distintas para los sistemas de electrificación rurales aislados, los sistemas de generación eléctrica interconectados y la producción de biocombustibles. Para definir bien las acciones de gobierno en cada contexto, es fundamental considerar los agentes involucrados, sus valores y los objetivos a cumplir.

Una primera constatación al separar las diferentes áreas de las energías renovables es con relación a los mecanismos de soporte o fomento y el rol de los mercados. En este sentido, para los biocombustibles, la dinámica de los mercados, sobre todo en un contexto de precios de las energías convencionales a los niveles en vigencia, se muestra capaz de actuar adecuadamente, desde que exista el adecuado marco normativo y legal, para su implementación. En Colombia la utilización de etanol en mezclas gasohol ya es prácticamente una realidad y en otros países, como Perú parecen surgir perspectivas favorables. Con relación a producción de energía eléctrica en gran escala, para los sistemas interconectados, por ejemplo empleando aerogeneradores de centenas de KW para arriba, también la adopción de mecanismos cercanos a los de mercado, con precios de energía definidos de forma más o menos competitiva (como podrían ser los procesos licitatorios para asignar concesiones y contratos de suministro con base a oferta de menor subsidio), parecen funcionar, restando a ecuacionar los temas de financiamiento, como recursos para pre-inversiones y fondos de garantías. En estos últimos temas, son muy importantes como factores de reducción de riesgos en los proyectos, la disponibilidad de informaciones y datos sobre los recursos energéticos renovales existentes, siendo claramente una función de Estado proveer mapas y evaluaciones de los recursos de mayor interés. Diversos casos presentados en la Comunidad Andina muestra como proyectos con buena atractividad pueden estancar por cuenta de informaciones mejores y más detalladas de los potenciales.

Para la electrificación de los sistemas aislados, en la gran mayoría de los casos, difícilmente los proyectos pueden avanzar sin subsidios claros o implícitos, especialmente debido a baja capacidad de generación de renta por estos consumidores. Luego, la implementación de programas de electrificación rural gana sostenibilidad en la medida que se conecten con el efectivo desarrollo de procesos productivos. Además, en general, en estos núcleos desabastecidos de electricidad, la promoción de una articulación social y comunitaria con el proyecto energético, es sumamente relevante y casi siempre un factor decisivo de suceso o malogro. Este empoderamiento comunitario, tan valorizado en los anteriores comentarios sobre las barreras a superar, es esencial inclusive por sus nexos con las actividades de capacitación técnica y de gestión del mismo proyecto. Sin embargo, es necesario observar que la excesiva énfasis en el social, centrandolo en la mitigación de la pobreza y no en el energético, dejando la consistencia técnica y económica en planos muy bajos, es casi siempre igualmente improductivo. También relacionado con esta clase de situaciones adonde las energías renovables pueden penetrar para suministrar electricidad, hay aspectos que deberían merecer mayor reflexión de los entes responsables por la promoción del desarrollo energético:

- ¿Para qué se pretende utilizar energías renovables? No siempre se tiene en cuenta esta obvia cuestión, cuya contestación es importante para establecer la escala de prioridades y los límites de factibilidad.
- ¿Hasta qué punto serían realmente sostenibles alternativas energéticas de baja factibilidad económica?
- ¿Cuál podría ser el rol de la pre-electrificación y como estructurar programas capaces de efectivamente ir agregando capacidad de generación de forma consistente y a costos razonables?

La cooperación internacional ha participado y deberá seguir participando de forma muy activa del desarrollo energético andino, especialmente hacia la introducción de las energías renovables. En todos los países, actividades de relevamiento de recursos, capacitación, proyectos piloto y unidades de demostración han sido implementadas y muchas de ellas muestran resultados estimulantes. En algunos casos entre tanto, queda evidente la baja efectividad de los esfuerzos y la necesidad de coordinar mejor los programas, tratando de explicitar las pautas nacionales y procurando hacer convergir los proyectos a estas pautas. Indudablemente esto no es una tarea sencilla, pero quizás sea la más relevante en algunos casos: hacer entender a quien pretende ayudar, cual es la ayuda que se necesita.

Contestar bien las cuestiones anteriores, construir consensos y fortalecer convicciones son pasos esenciales para implementar y consolidar programas robustos en energías renovables. Coordinar esfuerzos, racionalizar el uso de los recursos, lograr sinergias entre quienes pretenden llegar a propósitos energéticos y sociales comunes son acciones vitales a tener en cuenta. La región andina podrá ser, a mediano plazo, un espacio privilegiado para el desarrollo sostenible de las energías renovables y esto seguramente será bueno y importante, para su gente y para todo el ambiente.

Bibliografía

- Aguillera E. (2004), “Los Recursos Geotérmicos del Ecuador,” presentación PowerPoint.
- Aguirre J.V. (2004) “Proyecto Eólico Villonaco”, presentación Power Point.
- Altomonte, H. Coviello M., Lutz, W., (2003), “Energías Renovables en América Latina y Caribe Restricciones y Perspectivas” CEPAL, Santiago.
- Anasagasti Y., Fuenmayor, H., (2004) “Programa Petróleo, Gas y Energías Alternas” Ministerio de Ciencia y Tecnología, Caracas, presentación en Power Point.
- Bastos, L.G., Capítulo II (1988) “Energía Solar, Propuesta para un Plan Nacional de Desarrollo de las Fuentes Nuevas y Renovables de Energía” – Proyecto PER/86/011, PNUD/CONERG/MEM, Lima.
- BID, CAF, CAN, CEPAL, OLADE y UNCTAD, (2002) “Informe preliminar del Potencial Energético de la Subregión Andina como factor estratégico para la Seguridad Energética Regional y Hemisférica”, julio. Disponible en <http://www.comunidadandina.org/documentos/docIA/IA17-12-02.htm>
- Birhuett, E., (2001) “Políticas de precios de la energía y su impacto en el desarrollo sostenible”, Caso de Bolivia, UNEP/UCCEE/CEPAL.
- BTG, Horno de secado de arroz, *Biomass Technology Group*, información disponible en <http://cam.btgworld.com/proyectos>
- Bustamante, H.G., (2000) “Energía Solar en Perú”, OTERG-MEM, Lima, 2000, citado en nota al pie N° 54.
- Centro de Energías Renovables (1998) CER., “Gestión y Administración de Proyectos de Electrificación Rural con Sistemas Fotovoltaicos”, UNI, Lima.
- CEPAL, (2003) “Anuario Estadístico de América Latina”, Santiago de Chile, disponible en (www.eclac.cl).
- (2003a), “Metodología para el Cálculo de la Renovabilidad de la Oferta total de Energía”, CEPAL/División de Recursos Naturales e Infraestructura Santiago.

- (2003b), “Sostenibilidad Energética en América Latina y el Caribe: el aporte de las fuentes renovables”, División de Recursos Naturales e Infraestructura, Santiago.
- (2002) División de Desarrollo Sostenible “Plan de Aplicación de las Decisiones de la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo”. Disponible en http://www.un.org/esa/sustdev/documents/WSSD_POI_PD/Spanish.
- CIFOR/IDRC (2003) “Municipalidades y participación local en la Gestión Forestal en Bolivia”, “La Gestión Forestal Municipal en América Latina”.
- CIGB, (2003) *Commission Internationale des Grands Barrages, World Register of Dams*, Paris.
- (2003a), “Comercio de Combustibles, Lubricantes Minerales y Productos Conexos a la Energía en la Comunidad Andina”, junio. Disponible en www.comunidadandina.org
- Comisión Mundial del Medio Ambiente y Desarrollo, (1983) “Nuestro Futuro Común”, Naciones Unidas.
- Comunidad Andina, (2003) “Decisión 557, Creación del Consejo de Ministros de Energía, Electricidad, Hidrocarburos y Minas de la Comunidad Andina”, junio. Disponible en www.comunidadandina.org.
- (2003) “*Energy at the crossroads: global perspectives and uncertainties*”, MIT Press, London,
- FAO Depto. Forestal, WEIS – “*Wood Energy Information System*”, disponible en www.fao.org/forestry/foris
- Fernández F., M. H., (2001) “Electrificación Rural con Sistemas Fotovoltaicos”, Proyecto Inti K’anchay, ENERGÉTICA - Energía para el Desarrollo, Cochabamba.
- Fernández F., M., (1995) “El caso de Bolivia; oportunidades en la Introducción de Energías Renovables en Procesos de Energización Rural”, ENERLAC 95, Quito.
- Fernández F.,M., (1997) “Potenciamiento de la Infraestructura Social a Través de la Incorporación de Módulos de Energía. El caso de la Alcaldía de Tiquipaya”, ENERGÉTICA - Energía para el Desarrollo, Cochabamba.
- Gobierno de Bolivia, (2001) Decreto Supremo 26252 “Proyectos de Electrificación Rural con Sistemas Fotovoltaicos”, 13 de julio. Disponible en <http://www.fondesif.gov.bo/>
- Hirata, M.H. (1988), “Energía Eólica, Propuesta para un Plan Nacional de Desarrollo de las Fuentes Nuevas y Renovables de Energía”, Capítulo IV Proyecto PER/86/011, PNUD/CONERG/MEM, Lima.
- Horn, M., (1999), “¿Son los paneles solares una alternativa real para la electrificación rural en el Perú?” Centro de Energías Renovables/Universidad Nacional de Ingeniería, Lima. Disponible en <http://fc.uni.edu.pe/solar/fv.html>.
- Horta Nogueira, L. A., (1988) “Energía de Biomasa, Propuesta para un Plan Nacional de Desarrollo de las Fuentes Nuevas y Renovables de Energía”,Capitulo III Proyecto PER/86/011, PNUD/CONERG/MEM, Lima. Disponible en (<http://www.irm.org/programs/greenhouse/12reasons.pdf>).
- IEA, (2003) “*Renewables in Global Energy Supply*”, Paris.
- “*International Rivers Network, Twelve Reasons to Exclude Large Hydro from Renewables Initiatives*”.
- Johansson, T.B., Goldemberg, J. (editors), (2002) “*Energy for Sustainable Development*,” UNDP, New York.
- José Luis Monroy C. J. L., “Experiencia Boliviana en el Diseño y Construcción de Microcentrales Hidroeléctricas”, Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, disponible en <http://www.unesco.org.uy/phi/libros/microcentrales/monroy.html>.
- Machinea, J.L., (2003) “Balance preliminar de las Economías de América Latina y el Caribe”, diciembre. Disponible en www.eclac.cl
- Ministerio de Energía y Minas del Perú, (2003) “Dirección Ejecutiva de Proyectos, Plan de Electrificación Rural 2003-2012”, Lima.
- (2000a), “Anuarios Estadísticos 1999”, Lima.
- (2000b), “Generación Eléctrica a partir de Fuentes Nuevas: Energía Geotérmica, Atlas Minero Energético”, Lima.
- Ministerio de Energía y Minas de Venezuela, (2004) “Desarrollo de las Energías Renovables en Venezuela”, documento preparado para esta misión por la Dirección General de Energía, Caracas.
- OLADE, Organización Latinoamericana de Energía, (2002) “Naciones Unidas y OLADE promueven desarrollo de la Geotermia en la Comunidad Andina”, Revista Energética, Año 26/No. 1, Quito.
- OLADE/SIEE, (2003) “Sistema de Informaciones Económicas y Energéticas”, Quito.
- Pacheco, P., (1998) “Estilos de Desarrollo, Deforestación y Degradación de los Bosques en las Tierras Bajas de Bolivia”, CIFOR, CEDLA, Fundación TIERRA, La Paz.
- Palmieri, A. (2001) *Environment Department, The World Bank, Dams and Development “The Evolving Role of the World Bank, Symposium, Benefits and Concerns about Dams”, Annual Meeting of the International Commission on Large Dams*, Dresden, septiembre.
- Programa Regional de Bosques Nativos Andinos, (2002) La hora del Pijcho: comunidad y bosques en los Andes, PROBONA/COSUDE/INTERCOOPERATION, La Paz/Quito.

- República Bolivariana de Venezuela, Balance Energético 1996-2000, Ministerio de Energía y Minas, Caracas, (2000). Están disponibles también Resúmenes Económico Energético para los períodos 1990-1997 y 1995-1999.
- Ríos Dabdoub C., Fernández Fuentes, M., (1997) Estudio de caso de Bolivia, Proyecto “Energía y Desarrollo en América Latina y el Caribe”, OLADE/CEPAL/GTZ, octubre.
- Sánchez S., (2004) “Las Energías Renovables en Ecuador”, presentación PowerPoint.
- Secretaría General de la Comunidad Andina, (2003) “Indicadores Económicos de la Comunidad Andina”, diciembre. Disponible en www.comunidadandina.org.
- Secretaría General de la Comunidad Andina, (2003) “Indicadores Económicos de la Comunidad Andina”, diciembre. Disponible en www.comunidadandina.org.
- Secretaría General de la Comunidad Andina, (2003) “Indicadores sociales: Educación, Salud, Pobreza, Tecnología, Género y Aspectos de gobernabilidad y democracia”, mayo. Disponible en www.comunidadandina.org.
- Sistemas Agua & Energía SA, IDEE/FB (2001) Instituto de Economía Energética, “Estudio Integral de Energía del Perú”, informe para OTERG/MEM, Lima, noviembre.
- Smil V., (1999) “*Energies*”, MIT Press, Cambridge.
- Steininger, M.K., y otros, (2000) “*Tropical deforestation in the Bolivian Amazon, Environmental Conservation*”, vol 28(2):127-134.
- UNDP/ESMAP, Bolivia (2000): *Final Report on Operational Activities on Rural Energy and Energy Efficiency*, La Paz.
- Unidad de Planeamiento Minero-Energético, Plan Energético Nacional (2003), “Estrategia Energética Integral, Visión 2003-2020”, Bogotá.
- UPME, (2002) “Plan de Expansión de Referencia: Generación y Transmisión - 2002-2011”, Bogotá.
- Vázquez V., T., (1997) “Mecanismos de Difusión y Conocimientos sobre Energías Renovables en un Contexto Geográfico de Bolivia”, ENERGÉTICA - Energía para el Desarrollo, Cochabamba.
- Vice Ministerio de Electricidad y Energías Alternativas, (2002), “Plan Bolivia de Electrificación Rural”, Ministerio de Servicios y Obras Públicas, La Paz.

Anexos

Anexo A:

Documento de presentación de la misión a las instituciones locales

ENERGÍA RENOVABLE EN LA COMUNIDAD ANDINA Elementos para un Estudio Preliminar

1. Introducción

Como parte de los trabajos preparatorios del Informe de la región latinoamericana y del Caribe, en elaboración por la CEPAL para la Conferencia *Renewable Energy* que tuvo lugar en Bonn, en junio de 2004, se estará desarrollando una misión de consulta a los países de la Comunidad Andina (Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú y Bolivia) durante este mes de Febrero. A continuación se presentan los objetivos de esta misión y un lista de temas que podrán/deberán ser discutidos.

2. Objetivos de la misión

El documento a ser preparado, Situación de las Energías Renovables en América Latina y el Caribe y Propuestas de Políticas para su Inserción Sostenida en los Sistemas Energéticos de la Región, deberá atender a los siguientes objetivos:

- Dar seguimiento técnico a los trabajos y a las ponencias presentadas por CEPAL en la Reunión de Brasilia
- Proponer nuevos elementos comunes de políticas que articulen el consumo y la oferta de energía en el marco de un desarrollo sostenible, tanto en el ámbito nacional como regional
- Consolidar el consenso regional en materia de fuentes renovables, plasmado en la "Plataforma de Brasilia".

Por tanto, es importante conocer mejor la situación actual, o sea, en los distintos países es necesario mejorar, profundizar y actualizar la información sobre el estado actual de las fuentes renovables en cada país de la región, tanto en términos de datos estadísticos como de iniciativas y proyectos, marcos regulatorios e instrumentos de políticas aplicados en la actualidad. Además, de acuerdo con un documento de CEPAL presentado en Brasilia⁷⁰ en diciembre último, se pretende mejorar y profundizar el análisis sobre la naturaleza de las barreras existentes a la penetración de las fuentes renovables en los países de la Región. Finalmente, deberán ser presentadas y discutidas propuestas de políticas públicas capaces de promover, en el ámbito de objetivos previamente delineados, el desarrollo sostenido del uso de las energías renovables.

3. Temario para discusión

Con el objeto de orientar la cooperación entre los representantes de las entidades energéticas contactadas y el consultor, se sugieren los siguientes temas:

- ¿Cómo ha sido la participación de las fuentes renovables en la matriz energética de su país? ¿Cómo podría ser?

⁷⁰ Energías Renovables en AL y C : Restricciones y Perspectivas , Altomonte, Coviello, Lutz, CEPAL, Santiago, 2003.

- ¿Hay interés (público/gubernamental/privado) en el desarrollo de las fuentes renovables de energía? ¿Por qué?
- ¿Cuáles son los entes importantes (y/o actores) en el contexto de las nuevas fuentes (incluyendo Gobiernos nacional y locales, Ministerios, Universidades, ONG, organismos de cooperación, empresas privadas locales y de otros países, organismos multilaterales)?
- ¿Cuáles podrían ser los objetivos de fomentar las energías renovables en su país?
- ¿Cuáles podrían ser las perspectivas de evolución frente a escenarios favorables y desfavorables?
- En los proyectos relevantes involucrando fuentes energéticas renovables desarrollados o propuestos desde los años noventa, comentar:
 - Logros y problemas (o fracasos)
 - Barreras y puntos fuertes
 - Perspectivas actuales
- ¿Cuáles podrían ser los lineamientos básicos para una política gubernamental hacia las fuentes renovables?
- De manera sucinta y preliminar, ¿qué recursos se hacen más necesarios y cuáles son las demandas más apremiantes para desarrollar las energías renovables?

Sería muy útil reunir los datos de balances, estudios e informes que puedan ayudar a comprender la situación actual y prospectiva de las energías renovables en cada país.

Anexo B: Personas y instituciones contactadas

Bolivia (29/feb-02/mar)	
Rudy Peredo, Director General de Electricidad y Energías Alternativas	rperedo@oopp.gov.bo
Julio Patiño, Coordinador General Prog. PNUD de Electrificación Rural con Energías Alternas	consult97@yahoo.com
César Sevilla, Director Proyecto Infraestructura Descentralizada para la Transformación Rural	csevilla@alamo.entelnet.bo
Juan Mendoza, Director de Desarrollo Energético	jmendoza@oopp.gov.bo
Enrique Birhuett	ebirhuett@oopp.gov.bo
José Eduardo Ustariz, consultor IDTR	jeustariz@oopp.gov.br
Ivan Rodríguez Ortiz, consultor KfW Ministerio de Servicio y Obras Públicas	ivanenrique@hotmail.com
Roberto Ayala, gerente Aplicaciones Tecnológicas (sist. fotovoltaicos)	aplica@web-bolivia.com
Yolanda Dips, gerente general	sercoin@seibo.entelnet.bo
Mario Iturri SERCOIN (sistemas fotovoltaicos)	mario_jxs@accelerate.com
Andres Calizaya, Co-Director Proyecto Ecotecnológico (PCH's)	andrecal@caoba.entelnet.bo
Antonio Ruiz Michel, consultor Centro de Promoción de Tecnologías Sostenibles, Cámara Nacional de Industria	eecpts@adslmail.entelnet.bo
Colombia (19-21/feb)	
María Piedad Mier, Asesora para Eficiencia Energética y Fuentes Renovables de Energía Ministerio de Minas y Energía	Maria.Mier@minminas.gov.co
Beatriz Herrera	
Henry Josué Zapata	henry.zapata@upme.gov.co
Ismael Concha	ismael.concha@upme.gov.co
Luis Carlos Romero Unidad de Planeación Minero Energética/MME	luiscarlos.romero@upme.gov.co
Luis Ferney Moreno Castillo, Director	
Gissed Cristina Echeverria	gissedecheve@hotmail.com
Centro de Estudios de Derecho de Regulación de Mercados Energéticos	

Ecuador (19-21/feb)	
Remigio Maldonado, Subsecretario de Electrificación	maldonado@memenergia.gov.ec
Oswaldo Tapias, Subsecretario de Hidrocarburos	otapia@memenergia.gov.ec
Jorge Alava, Director de Energías Renovables y Eficiencia Energética	jalava@memenergia.gov.ec
Marlene Palacios	mapalacios@memenergia.gov.ec
Álvaro Morales	amorales@memenergia.gov.ec
Roberto Zambrano, Proyecto PROMEC	rzambrano@memenergia.gov.ec
Paul Hattle, consultor Proyecto PROMEC	prehac@yahoo.com
Santiago Sánchez, Gerente del Proyecto Energia Renevables GALAPAGOS	ssanchez@memenergia.gov.ec
Ministerio de Minas y Energía	
José E. Dulce	jdulce@conam.gov.ec
CONAM, Consejo Nacional de Modernización	
Eduardo Aguilera, profesor	eaguillera@espec.edu.ec
ESPE, Escuela Politécnica del Ejército	
José Vicente Aguirre, Director de Energías Renovables	eolica@hcpl.gov.ec
Consejo Provincial de Loja (participó por fax)	
Herna Verdugo, Secretario Ejecutivo	hverdugo@etapaonline.net.ec
CLER, Comisión Latinoamericana de Electrificación Rural	
Byron Chilingua, Coordinador de Fuentes Renovables y Medio Ambiente	bchiliq@olade.org.ec
OLADE, Organización Latinoamericana de Energia	
Perú (25-28/feb)	
Juan Miguel Cayo Mata, Vice Ministro de Energía	jcayo@minem.gob.pe
Carlos Garaycochea, Asesor del Despacho Ministerial	cgaraycochea@minem.gob.pe
Gustavo Navarro Valdivia, Director General de Hidrocarburos	gnavarro@minem.gob.pe
Iris Cárdenas Pino, Secretaria Oficina Técnica de Energía	icardenas@minem.gob.pe
José Eslava, Director Ejecutivo de Proyectos	jeslava@minem.gob.pe
Luis Zavaleta Vargas, Asesor	lzavalet@minem.gob.pe
Fernando Rodrigo, Peru Regulatory Assistance Project	frodrigo@minem.gob.pe
Ministerio de Energía y Minas	

República Bolivariana de Venezuela (16 a 18/feb)

Ana Elisa Osorio Granado, Ministra	
Alejandro Hitcher, Vice Ministro de Ambiente y Recursos Naturales	ahitcher@marnr.gov.br
Adriana Rodríguez, asesora	arodriguez@marnr.gov.br
Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales	
Edith La Cruz, Directora	elacruz@mem.gov.ve
Alejandro A. Rodríguez Peraza	alrodriguez@mem.gov.ve
Yolanda Zerpo	yzerpo@mem.gov.ve
Ely Vasques Cordero	elycordero@cantv.net
Dirección de Planificación y Economía de Energía	
División de Alternativas Energéticas	
Ministerio de Energía y Minas	
Humberto Fuenmayor	hfuenmayor@mct.gov.ve
Yhajaira Anasagasti	yanasagasti@mct.gov.ve
Dirección General de Coordinación de Programas	
Coord. Del Programa Petróleo, Gas y Energías Alternas	
Ministerio de Ciencia y Tecnología	



NACIONES UNIDAS

Serie

CEPAL

recursos naturales e infraestructura

Números publicados

1. Panorama minero de América Latina a fines de los años noventa, Fernando Sánchez Albavera, Georgina Ortiz y Nicole Moussa (LC/L.1253-P), N° de venta S.99.II.G.33 (US\$ 10,00), agosto/septiembre de 1999. **www**
2. Servicios públicos y regulación. Consecuencias legales de las fallas de mercado, Miguel Solanes (LC/L.1252-P), N° de venta S.99.II.G.35 (US\$ 10,00), septiembre de 1999. **www**
3. El código de aguas de Chile: entre la ideología y la realidad, Axel Dourojeanni y Andrei Jouravlev (LC/L.1263-P), N° de venta S.99.II.G.43 (US\$ 10,00), octubre de 1999. **www**
4. El desarrollo de la minería del cobre en la segunda mitad del siglo XX, Nicole Moussa (LC/L.1282-P), N° de venta S.99.II.G.54 (US\$ 10,00), noviembre de 1999. **www**
5. La crisis eléctrica en Chile: antecedentes para una evaluación de la institucionalidad regulatoria, Patricio Rozas Balbontín (LC/L.1284-P), N° de venta S.99.II.G.55 (US\$ 10,00), diciembre de 1999. **www**
6. La Autoridad Internacional de los Fondos Marinos: un nuevo espacio para el aporte del Grupo de Países Latinoamericanos y Caribeños (GRULAC), Carmen Artigas (LC/L.1318-P), N° de venta S.00.II.G.10 (US\$ 10,00), enero de 2000. **www**
7. Análisis y propuestas para el perfeccionamiento del marco regulatorio sobre el uso eficiente de la energía en Costa Rica, Rogelio Sotela (LC/L.1365-P), N° de venta S.00.II.G.34 (US\$ 10,00), marzo de 2000. **www**
8. Privatización y conflictos regulatorios: el caso de los mercados de electricidad y combustibles en el Perú, Humberto Campodónico (LC/L.1362-P), N° de venta S.00.II.G.35 (US\$ 10,00), marzo de 2000. **www**
9. La llamada pequeña minería: un renovado enfoque empresarial, Eduardo Chaparro (LC/L.1384-P), N° de venta S.00.II.G.76 (US\$ 10,00), julio/agosto de 2000. **www**
10. Sistema eléctrico argentino: los principales problemas regulatorios y el desempeño posterior a la reforma, Héctor Pistonesi (LC/L.1402-P), N° de venta S.00.II.G.77 (US\$10,00), julio de 2000. **www**
11. Primer diálogo Europa-América Latina para la promoción del uso eficiente de la energía, Humberto Campodónico (LC/L.1410-P), N° de venta S.00.II.G.79 (US\$ 10,00), octubre de 2000. **www**
12. Proyecto de reforma a la Ley N°7447 “Regulación del Uso Racional de la Energía” en Costa Rica, Rogelio Sotela y Lidette Figueroa (LC/L.1427-P), N° de venta S.00.II.G.101 (US\$10,00), octubre de 2000. **www**
13. Análisis y propuesta para el proyecto de ley de “Uso eficiente de la energía en Argentina”, Marina Perla Abruzzini (LC/L.1428-P, N° de venta S.00.II.G.102 (US\$ 10,00), octubre de 2000. **www**
14. Resultados de la reestructuración de la industria del gas en la Argentina, Roberto Kozulj (LC/L.1450-P), N° de venta S.00.II.G.124 (US\$10,00), noviembre de 2000. **www**
15. El Fondo de Estabilización de Precios del Petróleo (FEPP) y el mercado de los derivados en Chile, Miguel Márquez D. (LC/L.1452-P), N° de venta S.00.II.G.132 (US\$10,00), diciembre de 2000. **www**
16. Estudio sobre el papel de los órganos reguladores y de la defensoría del pueblo en la atención de los reclamos de los usuarios de servicios públicos, Juan Carlos Buezo de Manzanedo R. (LC/L.1495-P), N° de venta S.01.II.G.34 (US\$ 10,00), febrero de 2001. **www**
17. El desarrollo institucional del transporte en América Latina durante los últimos veinticinco años del siglo veinte, Ian Thomson (LC/L.1504-P), N° de venta S.01.II.G.49 (US\$ 10,00), marzo de 2001. **www**
18. Perfil de la cooperación para la investigación científica marina en América Latina y el Caribe, Carmen Artigas y Jairo Escobar (LC/L.1499-P), N° de venta S.01.II.G.41 (US\$ 10,00), marzo de 2001. **www**
19. Trade and Maritime Transport between Africa and South America, Jan Hoffmann, Patricia Isa, Gabriel Pérez (LC/L.1515-P), Sales No. E.00.II.G.57 (US\$ 10,00), marzo de 2001. **www**
20. La evaluación socioeconómica de concesiones de infraestructura de transporte: caso Túnel El Melón – Chile, Francisco Ghisolfo (LC/L.1505-P), N° de venta S.01.II.G.50 (US\$ 10,00), marzo de 2001. **www**
21. El papel de la OPEP en el comportamiento del mercado petrolero internacional, Ariela Ruiz-Caro (LC/L.1514-P), N° de venta S.01.II.G.56 (US\$ 10,00), abril de 2001. **www**
22. El principio precautorio en el derecho y la política internacional, Carmen Artigas (LC/L.1535-P), N° de venta S.01.II.G.80 (US\$ 10,00), mayo de 2001. **www**

23. Los beneficios privados y sociales de inversiones en infraestructura: una evaluación de un ferrocarril del siglo XIX y una comparación entre ésta y un caso del presente, Ian Thomson (LC/L.1538-P), N° de venta S.01.II.G.82 (US\$ 10,00), mayo de 2001. **www**
24. Consecuencias del “*shock*” petrolero en el mercado internacional a fines de los noventa, Humberto Campodónico (LC/L.1542-P), N° de venta S.00.II.G.86 (US\$ 10,00), junio de 2001. **www**
25. La congestión del tránsito urbano: causas y consecuencias económicas y sociales, Ian Thomson y Alberto Bull (LC/L.1560-P), N° de venta S.01.II.G.105 (US\$10,00), junio de 2001. **www**
26. Reformas del sector energético, desafíos regulatorios y desarrollo sustentable en Europa y América Latina, Wolfgang Lutz (LC/L.1563-P), N° de venta S.01.II.G.106 (US\$10,00), junio de 2001. **www**
27. Administración del agua en América Latina y el Caribe en el umbral del siglo XXI, Andrei Jouravlev (LC/L.1564-P), N° de venta S.01.II.G.109 (US\$10,00), julio de 2001. **www**
28. Tercer Diálogo Parlamentario Europa-América Latina para la promoción del uso eficiente de la energía, Humberto Campodónico (LC/L.1568-P), N° de venta S.01.II.G.111 (US\$10,00), julio de 2001. **www**
29. Water management at the river basin level: challenges in Latin America, Axel Dourojeanni (LC/L.1583-P), Sales No. E.II.G.126 (US\$ 10,00), agosto de 2001. **www**
30. Telemática: Un nuevo escenario para el transporte automotor, Gabriel Pérez (LC/L.1593-P), N° de venta S.01.II.G.134 (US\$ 10,00), agosto de 2001. **www**
31. Fundamento y anteproyecto de ley para promover la eficiencia energética en Venezuela, Vicente García Dodero y Fernando Sánchez Albavera (LC/L.1594-P), N° de venta S.01.II.G.135 (US\$ 10,00), agosto de 2001. **www**
32. Transporte marítimo regional y de cabotaje en América Latina y el Caribe: El caso de Chile, Jan Hoffmann (LC/L.1598-P), N° de venta S.01.II.G.139 (US\$ 10,00), septiembre de 2001. **www**
33. Mejores prácticas de transporte internacional en las Américas: estudio de casos de exportaciones del Mercosur al Nafta, José María Rubiato (LC/L.1615-P), N° de venta S.01.II.G.154 (US\$ 10,00), octubre de 2001. **www**
34. La evaluación socioeconómica de concesiones de infraestructura de transporte: Caso acceso norte a la ciudad de Buenos Aires, Argentina, Francisco Ghisolfo (LC/L.1625-P), N° de venta S.01.II.G.162 (US\$ 10,00), octubre de 2001. **www**
35. Crisis de gobernabilidad en la gestión del agua (desafíos que enfrenta la implementación de las recomendaciones contenidas en el capítulo 18 del programa 21), Axel Dourojeanni y Andrei Jouravlev (LC/L.1660-P), N° de venta S.01.II.G.202 (US\$ 10,00), diciembre de 2001. **www**
36. Regulación de la industria de agua potable, Andrei Jouravlev, vol. I: Necesidades de información y regulación estructural (LC/L.1671-P), N° de venta S.01.II.G.206, y vol. II: Regulación de las conductas (LC/L.1671/Add.1-P), N° de venta S.01.II.G.210, (US\$ 10,00), diciembre de 2001. **www**
37. Minería en la zona internacional de los fondos marinos. Situación actual de una compleja negociación, Carmen Artigas (LC/L.1672-P), N° de venta S.01.II.G.207 (US\$ 10,00), diciembre de 2001. **www**
38. Derecho al agua de los pueblos indígenas de América Latina, Ingo Gentes (LC/L.1673-P), N° de venta S.01.II.G.213 (US\$ 10,00), diciembre de 2001. **www**
39. El aporte del enfoque ecosistémico a la sostenibilidad pesquera, Jairo Escobar (LC/L.1669-P), N° de venta S.01.II.G.208 (US\$ 10,00), diciembre 2001. **www**
40. Estudio de suministro de gas natural desde Venezuela y Colombia a Costa Rica y Panamá, Victor Rodríguez (LC/L.1675-P; LC/MEX/L.515), N° de venta S.02.II.G.44 (US\$ 10,00), junio de 2002. **www**
41. Impacto de las tendencias sociales, económicas y tecnológicas sobre el Transporte Público: Investigación preliminar en ciudades de América Latina, Ian Thomson (LC/L.1717-P), N° de venta S.02.II.G.28 (US\$ 10,00), marzo de 2002. **www**
42. Resultados de la reestructuración energética en Bolivia, Miguel Fernández y Enrique Birhuet (LC/L.1728-P), N° de venta S.02.II.G.38 (US\$ 10,00), mayo 2002. **www**
43. Actualización de la compilación de leyes mineras de catorce países de América Latina y el Caribe, compilador Eduardo Chaparro, vol. I (LC/L.1739-P), N° de venta S.02.II.G.52, y vol. II (LC/L.1739/Add.1-P), N° de venta S.02.II.G.53, (US\$ 10,00), junio de 2002. **www**
44. Competencia y complementación de los modos carretero y ferroviario en el transporte de cargas. Síntesis de un seminario, Myriam Echeverría (LC/L.1750-P), N° de venta S.02.II.G.62 (US\$ 10,00), junio de 2002. **www**
45. Sistema de cobro electrónico de pasajes en el transporte público, Gabriel Pérez (LC/L.1752-P), N° de venta S.02.II.G.63 (US\$ 10,00), junio de 2002. **www**
46. Balance de la privatización de la industria petrolera en Argentina y su impacto sobre las inversiones y la competencia en los mercados minoristas de combustibles, Roberto Kozulj (LC/L.1761-P), N° de venta S.02.II.G.76 (US\$10,00), julio de 2002. **www**
47. Gestión del agua a nivel de cuencas: teoría y práctica, Axel Dourojeanni, Andrei Jouravlev y Guillermo Chávez (LC/L.1777-P), N° de venta S.02.II.G.92 (US\$ 10,00), septiembre de 2002. **www**
48. Evaluación del impacto socioeconómico del transporte urbano en la ciudad de Bogotá. El caso del sistema de transporte masivo transmilenio, Irma Chaparro (LC/L.1786-P), N° de venta S.02.II.G.100 (US\$ 10,00), septiembre de 2002. **www**

49. Características de la inversión y del mercado mundial de la minería a principios de la década de 2000, Humberto Campodónico y Georgina Ortiz (LC/L.1798-P), N° de venta S.02.II.G.111 (US\$ 10,00), octubre de 2002. **www**
50. La contaminación de los ríos y sus efectos en las áreas costeras y el mar, Jairo Escobar (LC/L.1799-P), N° de venta S.02.II.G.112 (US\$ 10,00), diciembre de 2002. **www**
51. Evolución de las políticas hídricas en América Latina y el Caribe, Axel Dourojeanni y Andrei Jouravlev (LC/L.1826-P), N° de venta S.02.II.G.133 (US\$ 10,00), diciembre de 2002. **www**
52. Trade between Caribbean Community (CARICOM) and Central American Common Market (CACM) countries: The role to play for ports and shipping services, Alan Harding y Jan Hoffmann (LC/L.1899-P), Sales No.: E.03.II.G.58 (US\$ 10,00), mayo de 2003. **www**
53. La función de las autoridades en las localidades mineras, Patricio Ruiz (LC/L.1911-P), N° de venta S.03.II.G.69 (US\$ 10,00), junio de 2003. **www**
54. Identificación de obstáculos al transporte terrestre internacional de cargas en el Mercosur, Ricardo J. Sánchez y Georgina Cipoletta Tomasian (LC/L.1912-P), N° de venta S.03.II.G.70 (US\$ 10,00), mayo 2003. **www**
55. Energía y desarrollo sostenible: Posibilidades de financiamiento de las tecnologías limpias y eficiencia energética en el Mercosur, Roberto Gomelsky (LC/L.1923-P), N° de venta S.03.II.G.78 (US\$ 10,00), junio de 2003. **www**
56. Mejoramiento de la gestión vial con aportes específicos del sector privado, Alberto Bull (LC/L. 1924-P), N° de venta S.03.II.G.81 (US\$ 10,00), junio de 2003. **www**
57. Guías prácticas para situaciones específicas, manejo de riesgos y preparación para respuesta a emergencias mineras, Zoila Martínez Castilla (LC/L.1936-P), N° de venta S.03.II.G.95 (US\$ 10,00), junio de 2003. **www**
58. Evaluación de la función y el potencial de las fundaciones mineras y su interacción con las comunidades locales, Germán del Corral (LC/L.1946-P), N° de venta S.03.II.G.104 (US\$ 10,00), julio de 2003. **www**
59. Acceso a la información: una tarea pendiente para la regulación latinoamericana, Andrei Jouravlev (LC/L.1954-P), N° de venta S.03.II.G.109 (US\$ 10,00), agosto de 2003. **www**
60. Energía e pobreza: problemas de desenvolvimiento energético e grupos sociais marginais em áreas rurais e urbanas do Brasil, Roberto Schaeffer, Claude Cohen, Mauro Araújo Almeida, Carla Costa Achão, Fernando Monteiro Cima (LC/L.1956-P), N° de venta P.03.II.G.112 (US\$ 10,00), septiembre de 2003. **www**
61. Planeamiento del desarrollo local, Hernán Blanco (LC/L.1959-P), N° de venta S.03.II.G.117 (US\$ 10,00), septiembre de 2003. **www**
62. Coherencia de las políticas públicas y su traducción en esquemas regulatorios consistentes. Caso del *diesel oil* en Chile, Pedro Maldonado G. (LC/L.1960-P), N° de venta S.03.II.G.116 (US\$ 10,00), agosto de 2003. **www**
63. Entorno internacional y oportunidades para el desarrollo de las fuentes renovables de energía en los países de América Latina y el Caribe, Manlio Coviello (LC/L.1976-P), N° de venta S.03.II.G.134 (US\$ 10,00), octubre de 2003. **www**
64. Estudios sobre los convenios y acuerdos de cooperación entre países de América Latina y el Caribe, en relación con sistemas hídricos y cuerpos de agua transfronterizos, María Querol (LC/L.2002-P), N° de venta S.03.II.G.163 (US\$ 10,00), noviembre de 2003. **www**
65. Energías renovables y eficiencia energética en América Latina y el Caribe. Restricciones y perspectivas, Hugo Altomonte, Manlio Coviello, Wolfgang Lutz (LC/L.1977-P), N° de venta S.03.II.G.135 (US\$ 10,00), octubre de 2003. **www**
66. Los municipios y la gestión de los recursos hídricos, Andrei Jouravlev (LC/L.2003-P), N° de venta S.03.II.G.164 (US\$10,00), octubre de 2003. **www**
67. El pago por el uso de la infraestructura de transporte vial, ferroviario y portuario, concesionada al sector privado, Ricardo J. Sánchez (LC/L.2010-P), N° de venta S.03.II.G.172 (US\$10,00), noviembre de 2003. **www**
68. Comercio entre los países de América del Sur y los países de la Comunidad del Caribe (CARICOM): el papel que desempeñan los servicios de transporte, Ricardo J. Sánchez y Myriam Echeverría (LC/L.2011-P), N° de venta S.03.II.G.173 (US\$10,00), noviembre de 2003. **www**
69. Tendencias recientes del mercado internacional del petróleo, Ariela Ruiz-Caro (LC/L.2021-P), N° de venta S.03.II.G.183 (US\$10,00), diciembre de 2003. **www**
70. La pequeña minería y los nuevos desafíos de la gestión pública, Eduardo Chaparro Ávila (LC/L.2087-P), N° de venta S.04.II.G.26 (US\$ 10,00), abril de 2004. **www**
71. Situación y perspectivas de la minería aurífera y del mercado internacional del oro, Ariela Ruiz-Caro (LC/L.2135-P), N° de venta S.04.II.G.64 (US\$ 10,00), julio de 2004. **www**
72. Seguridad y calidad del abastecimiento eléctrico a más de 10 años de la reforma de la industria eléctrica en países de América del Sur, Pedro Maldonado y Rodrigo Palma (LC/L.2158-P), N° de venta S.04.II.G.86 (US\$ 10,00), julio de 2004. **www**
73. Fundamentos para la constitución de un mercado común de electricidad, Pedro Maldonado (LC/L.2159-P), N° de venta S.04.II.G.87 (US\$ 10,00), julio de 2004. **www**
74. Los servicios de agua potable y saneamiento en el umbral el siglo XXI, Andrei Jouravlev (LC/L.2169-P), N° de venta S.04.II.G.98 (US\$10,00), julio de 2004. **www**

75. Desarrollo de infraestructura y crecimiento económico: revisión conceptual, Patricio Rozas y Ricardo J. Sánchez (LC/L.2182-P), N° de venta S.04.II.G.109 (US\$ 10,00), agosto de 2004. [www](#)
76. Industria minera de los materiales de construcción. Su sustentabilidad en Sudamérica, Marcela Cárdenas y Eduardo Chaparro (LC/L.2186-P), N° de venta S.04.II.G.114 (US\$ 10,00), octubre de 2004. [www](#)
77. La industria del gas natural en América del Sur: situación y posibilidades de integración de mercados, Roberto Kozulj (LC/L.2195-P), N° de venta S.04.II.G.122 (US\$ 10,00), septiembre de 2004. [www](#)
78. Reformas e inversión en la industria de hidrocarburos de países seleccionados de América Latina, Humberto Campodónico (LC/L.2200-P), N° de venta S.04.II.G.130 (US\$ 10,00), octubre de 2004. [www](#)
79. Concesiones viales en América Latina: situación actual y perspectivas, Alberto Bull (LC/L.2207-P), N° de venta S.04.II.G.131 (US\$10,00), septiembre de 2004. [www](#)
80. Mercados (de derechos) de agua: experiencias y propuestas en América del Sur, Andrei Jouravlev (LC/L.2224-P), N° de venta S.04.II.G.142 (US\$10,00), noviembre de 2004. [www](#)
81. Protección marítima y portuaria en América del Sur, Ricardo J. Sánchez, Rodrigo García, María Teresa Manosalva, Sydney Rezende, Martín Sgut (LC/L.2226-P), N° de venta S.04.II.G.145 (US\$ 10.00), noviembre de 2004. [www](#)
82. Puertos y transporte marítimo en América Latina y el Caribe: un análisis de su desempeño reciente, Ricardo J. Sánchez (LC/L.2227-P), N° de venta S.04.II.G.146 (US\$ 10.00), noviembre de 2004. [www](#)
83. Perspectivas de sostenibilidad energética en los países de la Comunidad Andina, Luiz Augusto Horta (LC/L.2240-P), N° de venta S.04.II.G.160 (US\$ 10,00), marzo del 2005. [www](#)

Otros títulos elaborados por la actual División de Recursos Naturales e Infraestructura y publicados bajo la Serie Medio Ambiente y Desarrollo

1. Las reformas energéticas en América Latina, Fernando Sánchez Albavera y Hugo Altomonte (LC/L.1020), abril de 1997. [www](#)
2. Private participation in the provision of water services. Alternative means for private participation in the provision of water services, Terence Lee y Andrei Jouravlev (LC/L.1024), mayo de 1997 (inglés y español). [www](#)
3. Procedimientos de gestión para un desarrollo sustentable (aplicables a municipios, microrregiones y cuentas), Axel Dourojeanni (LC/L.1053), septiembre de 1997 (español e inglés). [www](#)
4. El Acuerdo de las Naciones Unidas sobre pesca en alta mar: una perspectiva regional a dos años de su firma, Carmen Artigas y Jairo Escobar (LC/L.1069), septiembre de 1997 (español e inglés). [www](#)
5. Litigios pesqueros en América Latina, Roberto de Andrade (LC/L.1094), febrero de 1998 (español e inglés). [www](#)
6. Prices, property and markets in water allocation, Terence Lee y Andrei Jouravlev (LC/L.1097), febrero de 1998 (inglés y español). [www](#)
8. Hacia un cambio en los patrones de producción: Segunda Reunión Regional para la Aplicación del Convenio de Basilea en América Latina y el Caribe (LC/L.1116 y LC/L.1116 Add/1), vol. I y II, septiembre de 1998. [www](#)
9. Proyecto CEPAL/Comisión Europea “Promoción del uso eficiente de la energía en América Latina”. La industria del gas natural y las modalidades de regulación en América Latina, Humberto Campodónico (LC/L.1121), abril de 1998. [www](#)
10. Proyecto CEPAL/Comisión Europea “Promoción del uso eficiente de la energía en América Latina”. Guía para la formulación de los marcos regulatorios, Pedro Maldonado, Miguel Márquez e Iván Jaques (LC/L.1142), septiembre de 1998. [www](#)
11. Proyecto CEPAL/Comisión Europea “Promoción del uso eficiente de la energía en América Latina”. Panorama minero de América Latina: la inversión en la década de los noventa, Fernando Sánchez Albavera, Georgina Ortiz y Nicole Moussa (LC/L.1148), octubre de 1998. [www](#)
12. Proyecto CEPAL/Comisión Europea “Promoción del uso eficiente de la energía en América Latina”. Las reformas energéticas y el uso eficiente de la energía en el Perú, Humberto Campodónico (LC/L.1159), noviembre de 1998. [www](#)
13. Financiamiento y regulación de las fuentes de energía nuevas y renovables: el caso de la geotermia, Manlio Coviello (LC/L.1162), diciembre de 1998. [www](#)
14. Proyecto CEPAL/Comisión Europea “Promoción del uso eficiente de la energía en América Latina”. Las debilidades del marco regulatorio eléctrico en materia de los derechos del consumidor. Identificación de problemas y recomendaciones de política, Patricio Rozas (LC/L.1164), enero de 1999. [www](#)
15. Proyecto CEPAL/Comisión Europea “Promoción del uso eficiente de la energía en América Latina”. Primer Diálogo Europa-América Latina para la Promoción del Uso Eficiente de la Energía (LC/L.1187), marzo de 1999. [www](#)
16. Proyecto CEPAL/Comisión Europea “Promoción del uso eficiente de la energía en América Latina”. Lineamientos para la regulación del uso eficiente de la energía en Argentina, Daniel Bouille (LC/L.1189), marzo de 1999. [www](#)

- 17** Proyecto CEPAL/Comisión Europea “Promoción del uso eficiente de la Energía en América Latina”. Marco Legal e Institucional para promover el uso eficiente de la energía en Venezuela, Antonio Ametrano (LC/L.1202), abril de 1999. [www](#)

-
- El lector interesado en adquirir números anteriores de esta serie puede solicitarlos dirigiendo su correspondencia a la Unidad de Distribución, CEPAL, Casilla 179-D, Santiago, Chile, Fax (562) 210 2069, correo electrónico: publications@eclac.cl.
 - Disponible también en Internet: <http://www.cepal.org/> o <http://www.eclac.org>

Nombre:

Actividad:

Dirección:

Código postal, ciudad, país:

Tel.: Fax: E.mail: