

---

## recursos naturales e infraestructura

# **P**erspectivas de sostenibilidad energética en los países de la Comunidad Andina

Luiz A. Horta Nogueira



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

---

<b>Resumen</b> .....	5
<b>Introducción</b> .....	7
A. Sustentabilidad y renovabilidad .....	8
B. Metodología para determinación de la renovabilidad .....	11
<b>I. Un breve panorama de la Comunidad Andina de Naciones</b> .....	13
<b>II. Cuadro de las energías renovables en la Comunidad Andina</b> .....	17
A. Bolivia .....	17
B. Colombia .....	24
C. Ecuador.....	30
D. Perú .....	35
E. Venezuela .....	43
<b>III. Síntesis regional</b> .....	49
A. Perspectivas de sostenibilidad energética.....	51
<b>Bibliografía</b> .....	57
<b>Anexos</b> .....	61
A. Documento de presentación de la misión a las instituciones locales .....	63
B. Personas y instituciones contactadas.....	65
<b>Serie recursos naturales e infraestructura: números publicados</b> .....	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,<sup>1</sup> 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

预览已结束，完整报告链接和二维码如下：

[https://www.yunbaogao.cn/report/index/report?reportId=5\\_2592](https://www.yunbaogao.cn/report/index/report?reportId=5_2592)

