



# La Ruta hacia el Futuro para la Energía Renovable en Centroamérica



Evaluación de la situación actual | Mejores prácticas | Análisis de brechas

Adam Dolezal, Ana María Majano, Alexander Ochs, y Ramón Palencia



Agosto de 2013





# La Ruta hacia el Futuro para la Energía Renovable en Centroamérica

Evaluación de la situación actual | Mejores Prácticas | Análisis de brechas

Adam Dolezal, Ana María Majano,  
Alexander Ochs y Ramón Palencia

Agosto de 2013



Worldwatch Institute, 2013  
Washington, D.C.

"The Way Forward for Renewable Energy in Central America" was originally written in English and published in June 2013. The report presented here is the translation by Luis Diego Marin Mora, from TRAYSER S.A., Alajuela, Costa Rica.

"The Way Forward for Renewable Energy in Central America" fue originalmente escrito en inglés y publicado en junio de 2013. El reporte presentado aquí es la traducción hecha por Luis Diego Marin Mora, de TRAYSER S.A., Alajuela, Costa Rica.

Impreso en papel 50% reciclado y 30% desecho post-consumo, procesado sin cloro.

Las opiniones expresadas aquí son las de los autores y no necesariamente representan las del Worldwatch Institute, sus directores, sus funcionarios o personal, ni las de las instituciones patrocinadoras del estudio.

Fotos de portada: arriba, turbinas eólicas en Panamá, foto por janie.hernandez55 via Flickr; centro, planta geotérmica en El Salvador, foto por Amber & Brian via Flickr, abajo: planta solar Miravalles en Costa Rica, foto cortesía del Programa 4E: Energías Renovables y Eficiencia Energética en Centroamérica.

La información de reimpresión y derechos de autor para uso académico de solo una vez de este material se puede obtener contactando al Servicio al Cliente, Copyright Clearance Center, al teléfono +1978-750-8400 o al fax +1 978-750-4744 o bien escribiendo a CCC, 222 Rosewood Drive, Danvers, MA 01923, USA.

Los usuarios comerciales y no académicos deben comunicarse con el Departamento de Desarrollo Comercial del Worldwatch Institute al fax +1202-296-7365 o por correo electrónico a la dirección

[wwpub@worldwatch.org](mailto:wwpub@worldwatch.org).

Este reporte también está disponible en [www.worldwatch.org](http://www.worldwatch.org)

# Contenido

---

|                             |   |
|-----------------------------|---|
| Prólogo: Alexander Ochs     | 6 |
| Prefacio: Sam Bickersteth   | 7 |
| Prefacio: Salvador E. Rivas | 8 |
| Resumen Ejecutivo           | 9 |

## **1. Desarrollo de Una Hoja de Ruta de Energía Renovable a Nivel Regional . . . . . 15**

## **2. Energía Convencional vs. Energía Renovable en Centroamérica: Estado Actual y Potencial . . . . . 19**

|                                                                                       |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 2.1 Dependencia Creciente de los Combustibles Fósiles                                 | 20 |
| 2.1.1 <i>Rápido Aumento en el Petróleo y los Derivados de Petróleo</i>                | 21 |
| 2.1.2 <i>Futuro Incierto Para el Carbón y el Gas Natural</i>                          | 23 |
| 2.2 Energía Renovable: Un Líder en la Encrucijada                                     | 24 |
| 2.2.1 <i>Predominio de la Energía Hidroeléctrica en la Generación de Electricidad</i> | 25 |
| 2.2.2 <i>Líderes Mundiales en Energía Geotérmica</i>                                  | 27 |
| 2.2.3 <i>Aumento de la Energía Eólica</i>                                             | 27 |
| 2.2.4 <i>Energía Solar Subutilizada</i>                                               | 29 |
| 2.2.5 <i>Uso Continuo de Residuos Agrícolas</i>                                       | 31 |
| 2.2.6 <i>Alto Consumo de Biomasa Tradicional</i>                                      | 32 |
| 2.2.7 <i>Producción Creciente de Biocombustible</i>                                   | 33 |
| 2.3 El Problema de las Pérdidas Eléctricas y las Redes Obsoletas                      | 35 |
| 2.4 Evaluación del Potencial de los Recursos Renovables                               | 35 |
| 2.5 Áreas de Alto Impacto para el Uso de Energía Renovable                            | 37 |

## **3. Oportunidades Socioeconómicas a través de Fuentes de Energía Renovable . 38**

|                                                                                             |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 3.1 La Carga de la Dependencia Petrolera y la Volatilidad de los Precios del Petróleo       | 39 |
| 3.2 Beneficios Sociales y Económicos de la Energía Renovable y la Eficiencia Energética     | 41 |
| 3.2.1 <i>Competitividad en Cuanto a Costos de las Fuentes de Energía Renovable</i>          | 41 |
| 3.2.2 <i>Los Costos Ocultos de los Combustibles Fósiles</i>                                 | 42 |
| 3.2.3 <i>Cambio Climático y Beneficios para la Salud Humana</i>                             | 43 |
| 3.2.4 <i>Creación de Empleos</i>                                                            | 44 |
| 3.2.5 <i>Acceso a la Energía</i>                                                            | 45 |
| 3.2.6 <i>Empoderamiento de las Mujeres a través de la Energía Limpia</i>                    | 47 |
| 3.3 La Necesidad de Desarrollar Evaluaciones Socioeconómicas Completas de Rutas Energéticas | 48 |

## **4. Inversiones en Energía Renovable y Necesidades Futuras de Financiamiento . . 50**

- 4.1 Clima de Inversión 50
- 4.2 Fuentes de Financiamiento 54
  - 4.2.1 Fondos de Inversión Privada 54
  - 4.2.2 Cooperación Internacional 55
  - 4.2.3 Financiamiento Internacional para Desarrollo Bajo en Carbono y Mitigación del Cambio Climático 56
  - 4.2.4 Microfinanzas 57
- 4.3 Cómo Abordar las Barreras a la Inversión 58

## **5. Evaluación de los Mecanismos Existentes de Apoyo a la Energía Renovable . . . 59**

- 5.1 Visión, Metas y Objetivos 60
- 5.2 Políticas y Medidas Concretas 60
  - 5.2.1 Medidas de Regulación 62
  - 5.2.2 Incentivos Fiscales 66
  - 5.2.3 Financiamiento Público 67
- 5.3 Eficiencia Administrativa y Gobernabilidad 68
- 5.4 Cooperación Regional e Internacional 69

## **6. Perspectiva: Recomendaciones para Avanzar la Energía Renovable en Centroamérica . . . 72**

- 6.1 Recomendaciones para Abordar Brechas de Conocimiento, Información y Comunicación 72
- 6.2 Recomendaciones para Fortalecer las Políticas y Permitir las Inversiones 75
- 6.3 Conclusión 78

Notas Finales 80

Sobre los Autores 89

Reconocimientos 91

## **Figuras, Tablas, y Casos**

Figura 1. Metodología de Hoja de ruta de Energía Sostenible 16

Figura 2. Combustible Fósil vs. Porción Renovable de la Generación Total de Electricidad en Centroamérica, 1990-2011 21

Figura 3. Combustible Fósil vs. Porción Renovable de Capacidad Instalada de Generación en Centroamérica, 2007-2011 21

Figura 4. Porción de la Generación de Electricidad en Centroamérica por Fuente, 2011 22

Figura 5. Porción de Energía Renovable de la capacidad Instalada de Electricidad en Centroamérica, 2011 24

Figura 6. Capacidad Instalada de Energía Eólica en Centroamérica, 2000-2011 28

Figura 7. Producción de Etanol en Centroamérica por País, 2011 33

Figura 8. Pérdidas de Electricidad Como Participación de la Generación Total, Países Centroamericanos Selectos, 2010 36

Figura 9. Nivel de las Emisiones de Dióxido de Carbono en Centroamérica por Fuente, 2008 43

Figura 10. Nivel de las Emisiones de Dióxido de Carbono en Centroamérica por País, 2008 44

Figura 11. Trabajos Directos en la Cadena de Valor de Energía Fotovoltaica Solar 45

Figura 12. Capacidad Instalada de Energía Renovable vs. No Renovable, Países Centroamericanos selectos 2007 y 2011 51

Figura 13. Ahorros Internos Brutos como Participación del PIB, Países Centroamericanos Selectos, 2007-2011 52

Figura 14. Inversión Extranjera Directa como Participación del PIB, Países Centroamericanos Selectos, 2007-2011 52

Figura 15. Proyectos de Mecanismos de Desarrollo Limpio en Centroamérica Por País, 2012 57

Tabla 1. Estadísticas Clave de Energía para los Países Centroamericanos 20

Tabla 2. Capacidad Instalada Geotérmica y Potencial Estimado en Centroamérica 26

Tabla 3. Dependencia de la Biomasa Tradicional en Centroamérica por País 2011 33

Tabla 4. Potencial Efectivo Restante de Recursos Renovables en Centroamérica a partir del 2009 36

Tabla 5. Calificaciones del Índice de Desarrollo Humano (IDH) para Centroamérica, 2012 39

Tabla 6. Gastos de Importación de Petróleo y Porción del PIB en Centroamérica, Total y por País, 2007-2011 40

Tabla 7. Subsidios de Energía en Centroamérica, Países Selectos, 2008 41

Tabla 8. Acceso a la Electricidad en Centroamérica, 2012 47

Tabla 9. Calificaciones del Índice de Competitividad Global (GCI) para Centroamérica, 2012-2013 53

Tabla 10. Calificaciones de 'Hacer Negocios' para Centroamérica, 2013 53

Tabla 11. Reseña de Microfinanzas y Micropréstamos Verdes, Países Centroamericanos Selectos, 2012 58

Tabla 12. Recursos Renovables en los Planes de Energía Nacional en los Países Centroamericanos 61- 62

Tabla 13. Políticas Reguladoras para la Energía Renovable en Centroamérica 63

Tabla 14. Reseña de Políticas de Apoyo a los Biocombustibles en Centroamérica 66

Tabla 15. Incentivos Fiscales para la Energía Renovable en Centroamérica 67

Tabla 16. Instituciones Clave y Características del Sector de Energía en los Países Centroamericanos 69

Caso 1. Promoción de la Microenergía Hidroeléctrica en Guatemala a través de Participación Comunal 26

Caso 2. Viento en las Montañas de Costa Rica 29

Caso 3. Proyecto de Importancia Nacional: Planta de Energía de Bagazo de Belice 32

Caso 4. Desarrollo de Mercados para Energía Renovable en el Área Rural de Honduras 46

Caso 5. Las Mujeres Solares de Totogalpa, Nicaragua 48

Caso 6. Diversificación Energética en Panamá 62

Caso 7. Programa Piloto de Medición Neta en Costa Rica 64

## Prólogo

---

Hace tres años el Worldwatch Institute desarrolló una metodología holística para aconsejar a los gobiernos sobre el diseño de estrategias nacionales de energía que se basan en los potenciales técnicos específicos de un país, que consideran su clima particular de inversión y sus barreras financieras y que benefician económica y socialmente a su pueblo. Al diseñar estas Hojas de Ruta de Energía Sostenible para muchos lugares del mundo, hemos descubierto que las soluciones de energía limpia —energía renovable, eficiencia energética y distribución inteligente de energía— son los enfoques más apropiados para crear el desarrollo sostenido y económicamente confiable que se necesita urgentemente para satisfacer las necesidades y aspiraciones de la humanidad.

“La Ruta hacia el Futuro para la Energía Renovable en Centroamérica” se concentra en el estatus de las tecnologías de energía renovable en Centroamérica y analiza las condiciones para su desarrollo en el futuro. Identifica importantes brechas de conocimiento e información y evalúa barreras clave tanto de finanzas como de políticas, además de hacer sugerencias sobre cómo superarlas. De este modo, este estudio es la “hoja de ruta de la hoja de ruta” que cubre las mejoras que deben ocurrir con respecto a componentes clave del sistema de energía sostenible y establece la metodología y el fundamento necesario para estrategias integrales de energía a nivel nacional.

Este reporte es la culminación de la primera fase de la Iniciativa de Energía Sostenible en Centroamérica del Worldwatch Institute, lanzada en conjunto con el Centro Latinoamericano para la Competitividad y el Desarrollo Sostenible (CLACDS) de INCAE Business School. Las etapas siguientes del proyecto cubrirán las brechas de conocimiento e información que se identifican aquí y harán sugerencias concretas para reformas financieras y políticas a nivel regional y nacional.

La meta final de esta iniciativa es integrar y sincronizar la pericia técnica, socioeconómica, financiera y política disponible en una sola herramienta completa para el planeamiento energético. La Hoja de Ruta para la Energía Sostenible en Centroamérica, que será el resultado de este esfuerzo, delineará el curso para una ruta de desarrollo energético compatible con el clima, que permita un futuro sostenible a nivel social, económico y ambiental para la región. Los conocimientos y resultados de nuestro trabajo actual y nuestro trabajo futuro se distribuirán ampliamente —entre gobiernos, tomadores de decisiones no gubernamentales, expertos académicos y de la industria, líderes comunales y locales, los medios y el público en general— para garantizar que todos los centroamericanos entiendan las múltiples rutas potenciales que hay hacia el futuro.

Alexander Ochs  
Director del Proyecto y Autor Corresponsal  
Mayo de 2013



# Prefacio

---

Superar la pobreza del mundo y manejar el cambio climático son los dos desafíos más grandes de nuestros tiempos. En 2006, Lord Nicholas Stern estableció los vínculos económicos que demuestran que si fallamos en uno de estos asuntos, fracasaremos también en el otro. Hoy es obvio que las crisis relacionadas con el clima y los cambios a largo plazo están llegando más pronto de lo esperado y que los países y personas más pobres son las que sufren el mayor golpe de los impactos. La necesidad de acción para abordar el desafío del cambio climático es más evidente que nunca.

La Alianza Clima y Desarrollo (Climate and Development Knowledge Network, CDKN) combina investigación, servicios de asesoría y gestión del conocimiento para apoyar los procesos de políticas de propiedad y gestión local. Nos complace tener la oportunidad de apoyar, en conjunto con la Alianza en Energía y Ambiente con Centroamérica (AEA), este trabajo hecho por el Worldwatch Institute e INCAE. Esperamos que este reporte, “La Ruta hacia el Futuro para la Energía Renovable en Centroamérica”, y el proceso de compromiso que lo precedió durante la fase de investigación ayuden a los tomadores de decisiones de Centroamérica en el diseño y la ejecución del desarrollo compatible con el clima.

La seguridad energética es un impulsor común para la creación de estrategias de desarrollo compatibles con el clima en todo el mundo y el reciente Documento de Trabajo de la CDKN, *Drivers and Challenges for Climate Compatible Development*, lo ha mostrado así. La mayoría de los países en desarrollo son importadores netos de petróleo y los aumentos en el precio de petróleo pueden poner en peligro su crecimiento, dejándolos incómodamente expuestos en su dependencia de las naciones productoras de combustibles fósiles. Por esa razón, los países están tratando ahora de desarrollar fuentes de energía renovable más baratas (a largo plazo), manejadas nacionalmente a través de sus estrategias de desarrollo compatible con el clima.

Sin embargo, el Documento de Trabajo de la CDKN también pone de relieve, vez tras vez, cómo persiste una falta de conciencia o información confiable sobre las incertidumbres, riesgos, oportunidades e intercambios. Se necesita una fuerte base de evidencias y resultados que se comuniquen de un modo que los tomadores de decisiones puedan utilizar. El presente informe trata de abordar esos desafíos.

Este reporte presenta varios casos interesantes —tales como “Las Mujeres Solares de Totogalpa”— sobre cómo los beneficios económicos de la energía renovable y la eficiencia energética están mejorando las vidas de la gente más pobre y vulnerable. La pregunta que queda es cómo aumentar iniciativas similares, no solo en Centroamérica sino en todo el mundo. Esperamos que el lanzamiento de este reporte ayude a lidiar con este problema y contribuya a lograr que el desarrollo compatible con el clima sea una realidad.

Sam Bickersteth  
Director Ejecutivo, Climate and Development Knowledge Network (CDKN)

## Prefacio

---

Desde sus inicios en la Cumbre Mundial de Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible (Rio+10) celebrada en Johannesburgo en 2002, la Alianza en Energía y Ambiente con Centroamérica (AEA) ha apoyado a los países centroamericanos contribuyendo a su desarrollo sostenible, alivio de la pobreza y mitigación del cambio climático.

La AEA fue lanzada con el apoyo del Ministerio de Asuntos Exteriores de Finlandia y en coordinación con la Secretaría General del Sistema de Integración Centroamericana (SICA) y la Comisión Centroamericana sobre Ambiente y Desarrollo (CCAD). La incorporación de la Cooperación Austríaca para el Desarrollo en 2007 y la Unión Europea en 2010 han fortalecido este esfuerzo. Los países participantes de Centroamérica incluyen a Belice, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua, Panamá, y República Dominicana.

Los esfuerzos de la AEA se orientan hacia el objetivo de promover el desarrollo sostenible en la región mediante un mejor acceso a servicios modernos, confiables y asequibles de energía, mayor seguridad energética y la reducción de impactos ambientales negativos, contribuyendo así a reducir la pobreza y disminuir los efectos del cambio climático en el sector energético.

El actual reporte, “La Ruta hacia el Futuro para la Energía Renovable en Centroamérica”, contribuye a uno de los principales resultados que espera la AEA: una “mejor base de conocimiento y herramientas para apoyar el desarrollo de proyectos y políticas de energía renovable y el desarrollo de un marco legislativo”. Al apoyar este estudio la AEA espera desempeñar un papel preventivo en contribuir con el trabajo de los formuladores de políticas y otros interesados que desean garantizar la seguridad energética.

El esfuerzo conjunto entre la AEA y la Alianza Clima y Desarrollo (CDKN) para apoyar el trabajo realizado por el Worldwatch Institute y por INCAE Business School ha sido una importante experiencia de acción coordinada y unida. Esperamos que este tipo de sociedad pueda aumentarse en el futuro.

Salvador E. Rivas  
Coordinador Regional  
Alianza en Energía y Ambiente con Centroamérica (AEA)

# Resumen Ejecutivo

---

Centroamérica se encuentra en una encrucijada. Conforme las economías de Belice, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua y Panamá se expanden, el uso regional de combustibles fósiles para el transporte y la electricidad va en aumento, mientras que el uso de leña, principalmente para cocinar, continúa siendo insosteniblemente alto. El precio de esto es el aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero, el empeoramiento de la contaminación del aire y el agua, así como significativos costos sociales y de salud.

Los países centroamericanos se han comprometido en diferentes grados con el desarrollo de energía sostenible. Costa Rica, por ejemplo, va a la cabeza del mundo en su ambición de ser “carbono neutral” para 2021, con la energía como un elemento importante. La región, que por mucho tiempo ha sido un precursor en energía hidroeléctrica y energía geotérmica, está explorando su potencial para expandir estas tecnologías de una forma más sostenible, mientras también desarrolla otros recursos de energía renovable tales como la energía eólica, la energía solar, los biocombustibles y los desechos agrícolas.

## Brechas Clave en la Creación de un Futuro de Energía Sostenible

A pesar de sus ambiciones de energía sostenible y sus declaraciones de políticas, los siete países de Centroamérica no han podido diseñar, sincronizar e implementar ampliamente el programa de trabajo necesario para promover estas soluciones a su máximo potencial. Los gobiernos, los planificadores de energía, las agencias de cooperación internacional, los servicios públicos y otros han emprendido importantes evaluaciones del potencial técnico de la región para el uso de energía renovable con resultados positivos, pero muchos de estos estudios carecen del detalle necesario respecto a tecnologías específicas y áreas geográficas. Algunas evaluaciones ya son obsoletas y muchas no están a disposición del público, no reflejan los cambios meteorológicos probables en el futuro o, lo más importante, no están integradas con el resto del sistema de energía y con las actuales y futuras demandas energéticas.

Las evaluaciones socioeconómicas de diferentes rutas energéticas en Centroamérica enfrentan desafíos similares. Aunque se cuenta con considerables datos y se ha hecho un importante trabajo en evaluar escenarios alternativos, los costos y beneficios plenos para la sociedad resultantes de opciones específicas de desarrollo energético siguen siendo confusos. Sin embargo, lo que es evidente es que la región paga un enorme precio socioeconómico por su dependencia de la leña y los combustibles fósiles importados. Al integrar a los costos de las diversas tecnologías energéticas algunas externalidades clave, tales como costos de salud y de contaminación así como oportunidades económicas perdidas tales como creación de empleos, la competitividad de las soluciones de energía limpia se vuelve mucho más clara.

Pese a las actuales brechas de información, la mayoría de países centroamericanos ha podido mejorar

en gran medida su clima de inversiones para energía sostenible. Aun así, persisten barreras financieras muy significativas que van desde la falta de disponibilidad de capital y la falta de pericia humana hasta la inseguridad de la inversión y los costosos procesos administrativos. Del lado de las políticas, si bien muchos países han establecido ambiciosas metas para el desarrollo de energía sostenible, a menudo estas visiones carecen de detalles, obligaciones y medidas concretas para la implementación. En los casos en que existen políticas y medidas concretas, con frecuencia no funcionan de manera apropiada, no se implementan en forma total y/o compiten con instrumentos contraproducentes que estimulan prácticas convencionales de energía sucia.

### Potencial Significativo de Energía Renovable

Centroamérica ha visto prometedoras inversiones nuevas en energía renovable, tanto en tecnologías a gran escala como tecnologías vinculadas a la red, por ejemplo, energía geotérmica, de biomasa, eólica y solar, así como en tecnologías a nivel del hogar y fuera de la red. Pero la mayoría de los países de la región tiene planes para incrementar sus importaciones de petróleo y algunos están explorando un mayor uso de carbón y gas natural en su matriz energética.

Centroamérica tiene el potencial de satisfacer el 100% de sus necesidades de electricidad con energía renovable, siempre que se cuente con las políticas, incentivos y apoyo político apropiados. El potencial estimado de energía geotérmica de la región es más de 20 veces su capacidad instalada actual y la energía geotérmica por sí sola podría satisfacer casi el doble de la demanda de electricidad prevista para la región hasta el año 2020. Las instalaciones existentes de energía eólica a nivel de la región utilizan en la actualidad menos del 1% del potencial del recurso disponible, incluso según estimaciones conservadoras, y la mayoría de los países centroamericanos cuenta con 2-3 veces más de radiación solar anual que con la que cuentan los líderes mundiales de energía solar, tales como Alemania e Italia. También existe un considerable potencial regional para la energía hidroeléctrica en pequeña escala, la conversión de desechos a energía y la bioenergía.

Aunque cierta investigación existente ha evaluado el papel de las fuentes individuales de energía renovable en el sector de electricidad de la región, los datos detallados sobre recursos no están a disposición del público en la mayoría de los países. Además, la exploración y comunicación para abordar las necesidades significativas de información ha sido limitada, incluyendo cómo se pueden integrar de manera óptima las fuentes de energía renovable, la eficiencia energética y las soluciones de red inteligente a la planificación amplia de energía, cómo usar de manera ideal las fuentes de energía renovable para brindar acceso a la energía en áreas geográficas que están lejos de la red, qué alternativas existen a la práctica actual de uso insostenible de leña en los hogares y cómo limitar y/o sustituir el uso rápidamente creciente de petróleo en el sector de transportes.

### Importancia de las Fuentes Renovables en el Desarrollo Sostenible Futuro

Este reporte indica que la energía renovable tendrá que desempeñar un papel clave en sostener el desarrollo económico y humano en Centroamérica y enfrentar desafíos clave, que incluyen:

- En toda la región, una cifra estimada de 7 millones de personas tiene acceso limitado o no tiene acceso a los servicios de electricidad. *Las fuentes renovables son la única solución convincente y asequible*

*para proporcionar a las comunidades sub-atendidas que están lejos de las redes existentes un acceso a los servicios modernos de energía.*

- Conforme las economías se desarrollan y las poblaciones crecen, la demanda regional de energía sigue aumentando, incrementándose 4,2% solo en 2011. *Aunque la eficiencia energética y las medidas de ahorro de energía son fundamentales para mantener a raya la creciente demanda de energía de la región y posponer algunas inversiones adicionales, la energía renovable está óptimamente posicionada para satisfacer las necesidades significativas regionales de energía que persisten.*
- Los países de Centroamérica dependen cada vez más de combustibles fósiles importados que ahora representan el 45% del uso de energía primaria y el 70% del uso de energía secundaria en la región. Esto tiene un alto precio económico, social y ambiental, incluyendo el clima global. *Las fuentes renovables pueden reducir esta creciente tendencia de los combustibles fósiles, fomentar la seguridad energética nacional y regional y desempeñar un importante papel en reducir las emisiones de gases de efecto invernadero a nivel regional.*

El actual sistema energético de Centroamérica y el escenario sin cambios de desarrollo con base en el uso insostenible de biomasa tradicional y el crecimiento de la energía basada en petróleo tienen muchas desventajas sociales y económicas. Sin embargo, no ha habido evaluaciones específicas para ningún país de los costos totales que tienen para la sociedad las fuentes convencionales de energía en comparación con las tecnologías alternativas y limpias. Las evaluaciones completas de los costos nivelados de la energía (Levelized Costs of Energy plus, LCOE+), que incluyen costos de salud, ambientales y de cambio climático, fortalecerían la aceptación y priorización de las fuentes de energía sostenibles entre los tomadores clave de decisiones y el público en general. En la mayoría de los casos, se puede suponer que los verdaderos costos que tiene para la sociedad el consumo de combustibles fósiles son al menos 8% a 10% más altos que el actual costo de mercado de los combustibles.

Además, se deben determinar las evaluaciones de impacto de diferentes escenarios energéticos sobre sectores económicos clave, así como sobre los mercados laborales de los países de Centroamérica, para determinar las oportunidades completas de cadena de suministros y de empleo derivadas del desarrollo de tecnologías renovables en la región. Esas evaluaciones también ayudarían a fijar prioridades para los esfuerzos de creación de capacidad. Los beneficios socioeconómicos de las fuentes renovables son enormes, pero deben medirse y comunicarse mejor.

## Fortalecimiento del Clima de Inversión Renovable

Se necesitarán decenas de miles de millones de dólares en nuevas inversiones de energía renovable durante las décadas futuras para aprovechar todo el potencial de recursos renovables de Centroamérica. Aunque existen en toda la región importantes mecanismos financieros para apoyar las fuentes renovables de energía, muchos de estos enfrentan grandes barreras a la inversión. El clima de inversión para fuentes renovables de energía varía ampliamente en toda el área, y algunos países tienen más éxito que otros en atraer financiamiento.

La inversión en energía renovable está fuertemente influenciada por el clima global de inversión de un país. Sin embargo, Nicaragua ha superado su baja calificación global de inversión facilitando un marco

emergente de políticas para apoyar la energía renovable y mejorar la seguridad legal para los inversionistas en el sector. La existencia de una dinámica y experimentada industria de microfinanzas ha ayudado al desarrollo de negocios locales que ofrecen soluciones en pequeña escala a los hogares y a los usuarios comerciales.

A pesar de los desafíos en el clima regional de inversión, los inversionistas y las instituciones de préstamos han mostrado un sostenido interés en proporcionar préstamos y capital a los proyectos de energía renovable en toda Centroamérica. El principal desafío es fomentar un ambiente que permita a los inversionistas evaluar y manejar el riesgo. Importantes factores de capacitación incluyen esfuerzos por aumentar las capacidades de información y los recursos humanos de los bancos, a fin de ayudarlos a entender mejor la propuesta de valor de las tecnologías de energía renovable y mejorar la comprensión entre los desarrolladores de energía renovable de lo que los bancos requieren para aprobar un préstamo.

Se requiere inversión adicional para poner en relieve los modelos exitosos de negocios que existen en la región o en condiciones similares en otros lugares del mundo y cómo se pueden crear, sostener, copiar y aumentar estos modelos. El papel de las organizaciones internacionales y los bancos en reducir los riesgos del financiamiento privado (por ejemplo, a través de garantías de préstamo) también debe evaluarse mejor y se requieren sugerencias concretas para facilitar una mejor cooperación entre las instituciones, el gobierno y el sector privado.

## Objetivos, Políticas y Estructuras del Gobierno para la Energía Renovable

Aunque Centroamérica ha avanzado mucho en su apoyo a las fuentes de energía renovable y está comprometida con facilitar una transición adicional a estas tecnologías, las políticas y estructuras de gobierno existentes no bastan para llevar a la región a su máximo potencial de energía sostenible.

Con el fin de desarrollar exitosamente sus recursos de energía renovable, los países necesitan políticas y medidas que sean “fuertes, duraderas y legales”, incluyendo objetivos eficaces, políticas concretas y procesos que funcionen bien, tanto administrativos como de gobernabilidad. Todos los países de Centroamérica tienen objetivos relacionados con las fuentes de energía renovable en diferentes grados. Algunos, particularmente Costa Rica y Nicaragua, están entre los primeros lugares en su ambición por hacer la transición a fuentes de energía renovables. Sin embargo, muchos objetivos de la región carecen de claridad y son voluntarios, más bien que obligatorios.

La mayoría de los países de la región tienen mecanismos concretos de políticas para fomentar las fuentes de energía renovable. Los incentivos fiscales son los más generalizados pero la región también tiene experiencia positiva con licitación de proyectos de energía renovable, y estas dos medidas se están utilizando ahora en todos los siete países excepto en Belice. Los mecanismos más nuevos, tales como medición neta, tarifas de alimentación y leyes de producción de energía renovable apenas están empezando a despegar en Costa Rica, Guatemala y Panamá. En cinco de los siete países de Centroamérica también existen mandatos para la producción y mezcla de biocombustibles.

Sin embargo, estas políticas y medidas no siempre bastan para nivelar el campo de juego con los combustibles fósiles, que son subsidiados (directa y/o indirectamente) en todos los países centroamericanos. Muchas políticas no son eficaces en cuanto a costos y no son lo suficientemente fuertes para llevar a la región a su

máximo potencial de energía renovable. Se requieren mecanismos adicionales en países como Belice, El Salvador y Honduras, donde las tecnologías renovables más recientes tales como la energía solar y eólica todavía no han despegado. Estos y otros países pueden extraer lecciones de la experiencia regional e internacional así como del gran número de herramientas de mecanismos existentes en todo el mundo. Se deben evaluar las políticas y medidas a nivel de país y los países deben adoptar solo aquellas herramientas que funcionen mejor dentro de su ambiente técnico, regulador, normativo y financiero.

La eficiencia administrativa y la gobernabilidad pueden mejorarse en toda la región. En la mayoría de los países ha sido solo en los últimos cinco años que han surgido oficinas gubernamentales dedicadas específicamente a las nuevas tecnologías de energía renovable. Muchas de estas instituciones han enfrentado una curva de aprendizaje empinada y todavía carecen de los recursos necesarios para desempeñarse en forma más eficaz. Los excesivos trámites burocráticos que los desarrolladores privados deben seguir para hacer avanzar los proyectos de energía renovable, así como la falta de transparencia, confiabilidad y rendición de cuentas del proceso, son grandes barreras que ponen tensión sobre los escasos recursos financieros y de tiempo. Establecer una “ventanilla única” para los permisos relacionados con la energía renovable ayudaría enormemente, ya que crearía un foro donde las partes interesadas privadas claves pueden comunicar sus recursos y sus necesidades a los gobiernos y viceversa.

## La Ruta hacia el Futuro para la Energía Renovable en Centroamérica

Este reporte identifica cuatro áreas de mejora en el conocimiento y la comunicación para promover más eficazmente el uso de la energía renovable en Centroamérica:

1. Producir evaluaciones adicionales y detalladas de los potenciales de recursos renovables en la región y ponerlas a disposición del público.
2. Evaluar los potenciales técnicos de recursos renovables contra las curvas actuales y futuras de carga de electricidad y aprovechar los recursos renovables junto con soluciones de eficiencia energética y red inteligente a través de un enfoque integrado de planificación energética.
3. Evaluar y comunicar ampliamente los impactos socioeconómicos completos de diferentes escenarios energéticos incluyendo impactos sobre las economías locales y la creación de empleos y
4. Aumentar los esfuerzos para apoyar la investigación de energía renovable a nivel nacional y regional, fomentar la conciencia pública de la energía renovable y fortalecer el conocimiento y las capacidades de recursos humanos relacionadas del gobierno, la banca y la industria privada.

El reporte también identifica cuatro áreas de mejora en finanzas y políticas para permitir a los países obtener en forma más rápida y eficaz sistemas de energía sostenibles basados en recursos renovables:

1. Incorporar las políticas y metas de energía renovable entre las diversas agencias gubernamentales.
2. Evaluar los instrumentos existentes de políticas relacionadas con la energía renovable y, cuando sea necesario, perfeccionar la mezcla de políticas.



3. Incorporar los procesos administrativos para desarrollar nuevos proyectos de energía renovable y hacerlos menos costosos e intensivos en cuanto a tiempo y
4. Establecer indicadores claros para medir, evaluar y reportar el progreso sobre las políticas de energía renovable y los ambientes de inversión.

Centroamérica tiene un enorme potencial para convertirse en un líder mundial en energía renovable a pesar de que el diseño concreto de un sistema de energía sostenible con base en tecnologías renovables, eficiencia energética y opciones inteligentes de transmisión, distribución y almacenamiento solo se está haciendo visible poco a poco. Los beneficios sociales, económicos y ambientales de una transición regional a la energía sostenible son obvios, pero aún no se han evaluado plenamente ni se han comunicado en forma amplia. Las inversiones en energía renovable están creciendo en la región pero los actuales mecanismos de apoyo político y financiero siguen siendo insuficientes para desarrollar el potencial completo de todos los países.

Centroamérica puede potenciar sus economías en gran parte con fuentes de energía renovable ayudando a la región a hacer frente a algunos de sus más urgentes desafíos de desarrollo. Lo que se necesita ahora es un esfuerzo continuo y cooperativo de investigadores, gobiernos y el sector privado para ayudar a alcanzar esta meta.



# 1 | Desarrollo de una Hoja de Ruta de Energía Renovable a Nivel Regional

---

Los gobiernos de Centroamérica están cada vez más conscientes de la importancia de la energía renovable como un medio crítico para lograr metas clave de desarrollo, incluyendo mejorar el acceso a la energía en comunidades sub-atendidas, satisfacer la creciente demanda de energía y reducir la dependencia cada vez mayor de combustibles fósiles importados. Sin embargo, aunque muchos países han emitido ambiciosas declaraciones de políticas para promover las fuentes renovables de energía, la falta de estrategias coherentes, de una política concreta y de mecanismos financieros, así como de una administración eficaz, impiden una implementación total.

En todo el mundo, la energía renovable ha demostrado un notable crecimiento en años recientes. Dicha energía, que no incluye el uso de biomasa tradicional\* actualmente constituye el 8,2% del consumo global de energía final<sup>†</sup>. En el sector de electricidad, aproximadamente el 20% de la energía del mundo es suministrada por fuentes renovables de energía<sup>2</sup>.

Entre el año 2000 y el 2010, la capacidad global instalada de electricidad renovable (excluyendo la energía hidroeléctrica) se ha cuadruplicado con creces en todo el mundo<sup>3</sup>. En 2011, casi la mitad de la capacidad recién agregada de electricidad del mundo fue renovable, y la energía eólica y la energía solar fotovoltaica (PV) representaban, cada una de ellas, el 30% de las nuevas adiciones<sup>4</sup>. Ochenta y tres países tienen ahora energía eólica a escala comercial y más de 100 países producen electricidad a partir de energía solar fotovoltaica. Más de la mitad de la energía solar fotovoltaica en funcionamiento se agregó en los últimos dos años<sup>6</sup>.

Centroamérica es parte de esta transición global a la energía renovable. La región es líder mundial en energía hidroeléctrica y energía geotérmica, y la mayoría de los países centroamericanos están implementando y desarrollando proyectos de energía eólica. Los primeros proyectos solares a gran escala de la región se crearon en 2012 en Costa Rica y Nicaragua, y existen ya sistemas solares que producen electricidad o calientan agua a nivel del hogar o a nivel comercial, incluyendo áreas remotas que carecen de acceso a la red. Los países están utilizando biomasa agrícola y biogás para generar electricidad y para cocinar y biocombustibles para el transporte. Las alternativas al uso ineficiente hogareño de la leña también están ganando popularidad. Sin embargo, la región está lejos de desarrollar estas tecnologías y prácticas de energía sostenible a su máximo potencial.

Los gobiernos de Centroamérica están conscientes de la importancia de la energía renovable como medio para reducir la dependencia tradicional de la insostenible energía hidroeléctrica a gran escala y

---

\* Biomasa tradicional se define como el uso de leña, carbón, estiércol, o residuos orgánicos.

† Las Notas finales están agrupadas por sección y comienzan en la página 80.

la creciente dependencia de combustibles fósiles importados para satisfacer la demanda energética cada vez mayor de la región y para proporcionar acceso a la energía a las comunidades que están actualmente sub-atendidas. Los países del área han emitido ambiciosas declaraciones de políticas que expresan una voluntad política para fomentar aún más las fuentes de energía renovables. Sin embargo, en muchos casos, carecen de metas a largo plazo de energía renovable, estrategias coherentes de desarrollo bajo en emisiones y mecanismos concretos para aplicar estas políticas, y la ineficacia administrativa impide una implementación completa.

Este reporte sigue el modelo de la metodología ‘Hojas de Ruta (Roadmaps) de Energía Sostenible de Worldwatch Institute, un enfoque que actualmente se está implementando en países y regiones de todo el mundo (véase la figura 1.) Aunque el periodo de investigación no permitió un ejercicio exhaustivo de la hoja de ruta, la meta de este estudio fue preparar “una hoja de ruta de una hoja de ruta” para promover la energía renovable en Centroamérica con un énfasis en el sector de electricidad. Se requiere investigación futura para abordar soluciones de eficiencia energética y de red para un análisis más integrado del sector de electricidad, a fin de explorar soluciones para el sector de transporte y para explorar aún más las áreas de política, finanzas y socioeconomía que se discuten aquí.



**Figura 1.**

Metodología de hoja de ruta de energía sostenible

Con miras hacia el futuro, Centroamérica tendrá que abordar cuatro áreas críticas de gran impacto al lanzarse a la transición energética:

**1. Expandir el acceso a la energía sostenible en las comunidades sub-atendidas a través de energía renovable distribuida.** En toda Centroamérica, una cifra estimada de 7 millones de personas tiene un acceso limitado o nulo a los servicios eléctricos<sup>7</sup>. Debido a que muchas personas viven en áreas remotas lejos de las redes eléctricas, es improbable que los sistemas centralizados de energía les lleguen a alcanzar jamás. Las tecnologías distribuidas de energía renovable que se emplean a nivel del hogar, así como mini-redes, micro-redes y redes locales, simplemente no son una “alternativa”, de hecho, pueden ser la única opción para electrificación que es viable desde una perspectiva técnica, económica, social y ambiental.

**2. Sustituir el uso rápidamente creciente de combustibles fósiles de la región con fuentes de energía renovable.** Pese a nuevas inversiones en fuentes renovables de energía a gran escala conectadas a la red —

tales como energía geotérmica, solar, eólica y de biomasa— muchos países tienen planes para una mayor importación de petróleo, carbón y gas natural. Las decisiones energéticas de hoy fijarán las tecnologías que se han de usar durante las próximas décadas y las ventajas económicas, sociales y ambientales de escoger fuentes renovables de energía en vez de combustibles fósiles son enormes, aunque rara vez se exploran en detalle y se comunican a los tomadores de decisiones, los medios de comunicación social y el público en general.

Los estudios indican que si los precios de la electricidad en Centroamérica reflejaran todos los costos de cambio climático y de salud de la generación basada en combustible fósil, el costo de consumir estos combustibles aumentaría de un 8% a un 10% hasta 2020, fomentando el atractivo de las opciones de energía renovable<sup>8</sup>. Las tecnologías renovables resilientes también ayudarán a la región a adaptarse al cambio climático futuro que no es previsible y reducir los costos de la adaptación al clima.

**3. Frenar el uso insostenible de leña para cocina y calefacción.** Este es un desafío en las áreas sub-electrificadas y en las áreas que actualmente no tienen acceso a la electricidad. Las fuentes alternativas de biomasa, así como mejores prácticas de cosecha y consumo son un paso que hay que dar. Las tecnologías de energía renovable son otro.

**4. Desaceleración del uso rápidamente creciente de energía para transporte en la región.** En algunos países, el sector de transporte contribuye a la mayor parte de las emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). Aunque los gobiernos de Centroamérica están tomando medidas para desacelerar el consumo de energía y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, así como para diversificar los combustibles en el sector de transporte, estos esfuerzos deben aumentarse enormemente para alcanzar las metas de clima y desarrollo.

Este reporte se basa en los últimos datos disponibles para ofrecer el estudio más amplio de energía renovable en Centroamérica hasta la fecha, brindando recomendaciones clave para progresar y poniendo de relieve importantes brechas de conocimiento y medidas de acción en las áreas de tecnología, economía, finanzas y políticas.

El capítulo 2 destaca el estado actual de energía renovable y no renovable en los siete países de Centroamérica, incluyendo Belice, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua y Panamá, así como el vasto potencial de recursos renovables que sigue sin usarse. También identifica importantes datos y brechas de conocimiento.

El capítulo 3 recalca las desventajas sociales y económicas del sistema actual de energía y de un escenario de desarrollo habitual, que aumenta aún más el insostenible uso de biomasa y la generación de electricidad con base en el petróleo. Aunque aún no se cuenta con evaluaciones específicas a cada país de los costos completos que tienen para la sociedad las fuentes de energía alternativa —una importante área de investigación futura— el análisis revela la clara promesa socioeconómica de las fuentes renovables de energía.

El capítulo 4 describe los mecanismos financieros actualmente disponibles para el desarrollo de energía renovable y su uso en Centroamérica, así como el ambiente de inversión que los rodea. También identifica importantes barreras a la inversión.

El capítulo 5 examina si el marco de políticas existente en los países de Centroamérica incluye los componentes clave necesarios para el progreso exitoso de la política renovable. Entre estos están una visión “fuerte, duradera y legal” que incluya objetivos concretos, políticas y medidas eficaces para alcanzar la visión y procedimientos y administración en funcionamiento para supervisar la implementación de estas políticas y medidas.

El capítulo 6 se basa en las conclusiones de los capítulos anteriores para identificar cuatro áreas de mejora en conocimiento y comunicación, así como cuatro áreas de mejora en finanzas y políticas, que se necesitan para que los países implementen un sistema de energía sostenible basado en recursos renovables.

## 2 | Energía Convencional vs Energía Renovable en Centroamérica: Estado Actual y Potencial

---

Actualmente el 62% de la electricidad que se alimenta las redes de Centroamérica proviene de fuentes renovables, principalmente de energía hidroeléctrica. Sin embargo, al disminuir el interés por la energía hidroeléctrica a gran escala, el uso de combustibles fósiles para generar energía ha aumentado rápidamente y todos los países planean aumentar sus importaciones. La región apenas ha comenzado a aprovechar otras fuentes de energía renovable a gran escala vinculadas a la red, tales como biomasa, eólica y solar. Aunque existen importantes estudios del potencial técnico para las fuentes renovables de energía para algunas partes de la región, muchas evaluaciones no están disponibles al público o están limitadas en cuanto a las tecnologías específicas de las comunidades estudiadas. La investigación y la comunicación de la mejor forma de abordar los desafíos clave de energía regional, tales como la falta de acceso a la energía en áreas remotas y el uso insostenible de leña y derivados del petróleo, ha sido insuficiente. Es necesario un enfoque holístico e integral que abarque los componentes clave de un sistema sostenible de energía que reciba información de una amplia gama de interesados.

La mezcla de energía en Centroamérica está dominada por derivados de petróleo que son importados, los cuales se usan para transporte y otros fines y por biomasa tradicional (principalmente leña) que se usa para cocinar. Esto representa el 45% y el 38% del consumo final de energía, respectivamente<sup>1</sup>. La electricidad representa cerca del 12% del consumo final de energía, una porción relativamente pequeña si se compara a nivel internacional y una consecuencia del enfoque regional en los sectores de agricultura, comercio y turismo por encima de la industria intensiva en energía y manufactura<sup>2</sup>. Aun así, la generación de electricidad es cada vez más preocupante ya que la demanda de energía y el volumen de combustibles fósiles que la suministran están creciendo rápidamente.

Centroamérica ha sido un líder global en generar energía a partir de fuentes renovables. En la actualidad el 62% de la electricidad que entra en la región proviene de fuentes renovables de energía y la energía hidroeléctrica a gran escala desempeña un papel dominante<sup>3</sup>. No obstante, la situación está cambiando con rapidez y la generación de combustibles fósiles ha ido en aumento desde finales de los 90. Sin embargo, también hay buenas noticias. En términos de capacidad instalada, las fuentes renovables de energía han crecido con más rapidez que los combustibles fósiles en la mezcla de electricidad de la región en los últimos tres años.<sup>4</sup>

Los siete países de Centroamérica cooperan a nivel político y económico pero sus circunstancias geográficas, culturales, sociales, económicas y políticas varían significativamente. Las oportunidades, las barreras y las prioridades del sector de energía a veces se alinean pero con frecuencia difieren.

**Tabla 1. Estadísticas Clave de Energía para los Países de Centroamérica**

|             | Uso total de energía (2010)                   | Generación total de energía (2011) | Aumento en el uso de electricidad (2000–11) | Uso de petróleo (2011)       | Aumento en el uso de petróleo (2000–11) | Porción de las fuentes renovables de energía en el sector eléctrico (2011) |
|-------------|-----------------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------------------|------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
|             | millones de barriles equivalentes de petróleo | gigavatios-hora                    | porcentaje                                  | millones de barriles por año | porcentaje                              | porcentaje                                                                 |
| Belice      | 1.9                                           | 483                                | —                                           | 1.2                          | -28                                     | 60                                                                         |
| Costa Rica  | 27.2                                          | 9,760                              | 42                                          | 18.3                         | 42                                      | 91                                                                         |
| El Salvador | 20.1                                          | 5,813                              | 72                                          | 15.4                         | 10                                      | 63                                                                         |
| Guatemala   | 64.7                                          | 8,147                              | 35                                          | 25.3                         | 17                                      | 64                                                                         |
| Honduras    | 27.4                                          | 7,127                              | 91                                          | 18.2                         | 77                                      | 44                                                                         |
| Nicaragua   | 15.8                                          | 3,567                              | 70                                          | 10.4                         | 25                                      | 33                                                                         |
| Panamá      | 24.8                                          | 7,703                              | 61                                          | 22.5                         | 104                                     | 53                                                                         |

*Nota: Para Belice, los datos sobre la generación total de electricidad y la participación de las fuentes renovables de energía en el sector eléctrico son de 2010; no se dispone de datos sobre el aumento en el uso de electricidad.*

*Fuente: Véase la nota final 5 para esta sección*

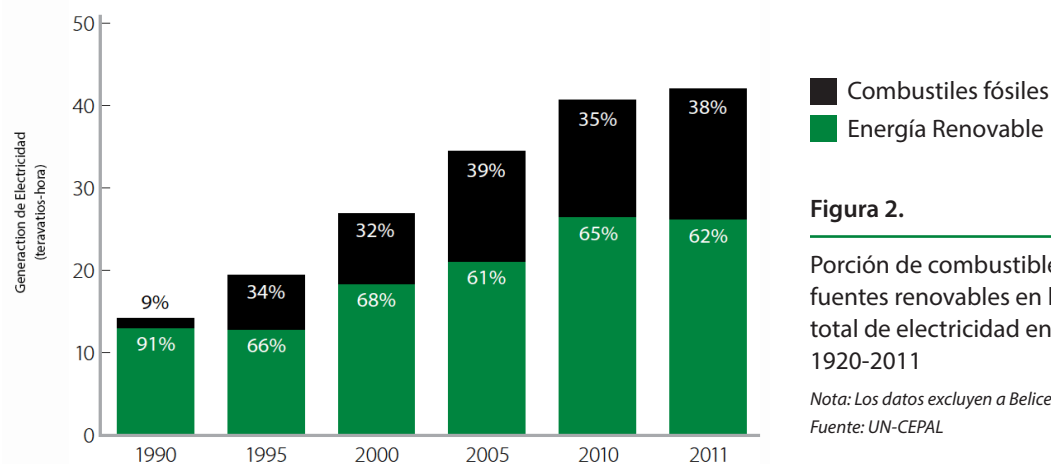
Si se incluye la biomasa tradicional, Guatemala, el país más poblado de la región, utiliza el máximo de energía en general, con casi 65 millones de barriles equivalentes de petróleo al año. Si se incluye transporte, Guatemala también consume más petróleo<sup>5</sup>. (Véase la tabla 1.) Costa Rica genera el máximo de electricidad y aunque el consumo de combustibles fósiles del país va en aumento rápidamente, el país también produce la mayor porción de electricidad a partir de fuentes renovables: un 91%, gran parte del cual proviene de plantas de energía hidroeléctrica grandes y a veces controversiales<sup>6</sup>. El uso de electricidad ha aumentado drásticamente en Honduras, El Salvador, Nicaragua y Panamá en la última década, conforme estas economías se desarrollan y aumentan su demanda de energía.

Al surgir la economía de Panamá, su uso local de petróleo ha aumentado más rápidamente que el uso de cualquier otro país de Centroamérica. Sin embargo, Panamá también alberga el más ambicioso desarrollo de energía eólica de la región. En El Salvador, el desarrollo geotérmico ha mantenido a raya el uso del petróleo. Esta y muchas otras diferencias representan una diversidad de desafíos energéticos en la región.

## 2.1 Dependencia Creciente de los Combustibles Fósiles

Antes de 1990, la generación de energía térmica a partir de combustibles fósiles era casi inexistente en Centroamérica. Durante las dos décadas transcurridas entre 1990 y 2010, no obstante, el sector de electricidad de la región pasó de depender casi exclusivamente de la energía hidroeléctrica a producir una significativa cantidad de electricidad a partir de combustibles fósiles, tales como el diésel, el aceite combustible pesado y el carbón de coque. La generación de combustible fósil alcanzó el máximo a mediados de 2000 con casi un 40% de la mezcla de electricidad regional y desde entonces ha bajado levemente a un 38%<sup>7</sup>. (Véase la figura 2.)

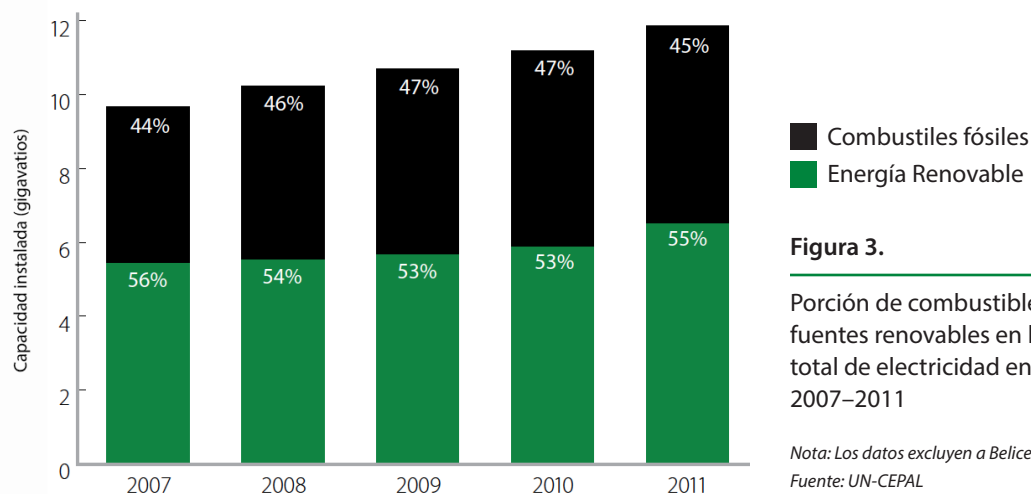
En cifras de capacidad absoluta, la energía renovable sigue creciendo en la región. La porción de

**Figura 2.**

Porción de combustibles fósiles vs. fuentes renovables en la generación total de electricidad en Centroamérica, 1920-2011

*Nota: Los datos excluyen a Belice*

*Fuente: UN-CEPAL*

**Figura 3.**

Porción de combustibles fósiles vs. fuentes renovables en la generación total de electricidad en Centroamérica, 2007-2011

*Nota: Los datos excluyen a Belice*

*Fuente: UN-CEPAL*

fuentes renovables de energía en la capacidad total instalada actualmente es de 55%<sup>8</sup>. (Véase la figura 3.) La capacidad de combustibles fósiles está aumentando también, no obstante, y la generación real de electricidad a partir de combustibles fósiles está creciendo con más rapidez que la generación de electricidad a partir de fuentes renovables. La consecuencia es que hay aumento en la dependencia de las importaciones de combustibles fósiles.

### 2.1.1 Rápido Aumento en las Importaciones de Petróleo

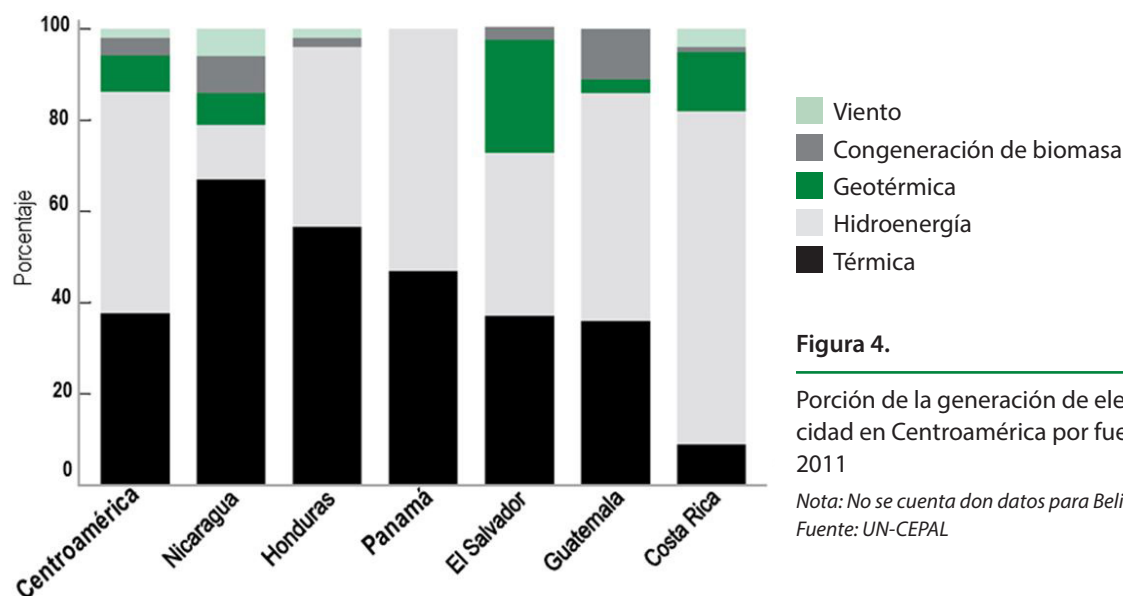
Como parte de su creciente dependencia de los combustibles fósiles, Centroamérica está importando cantidades cada vez mayores de petróleo, tanto para uso en el transporte como para generar electricidad en las plantas de energía. El sector de transporte en la región depende casi exclusivamente del petróleo y consumió un 54% de las importaciones totales de petróleo en 2011<sup>9</sup>.

El petróleo y algunos de sus derivados representan ahora la mayor fuente de consumo de energía final en Centroamérica, y contando con cerca del 45% del consumo primario de energía y el 70% del consumo secundario de energía<sup>\*10</sup>. Algunos países dependen mucho más fuertemente del petróleo que otros: en Panamá, el petróleo representa hasta el 69% del consumo total de energía mientras que en Guatemala la porción es de solo un 35%, como consecuencia del desarrollo económico y de la sociedad<sup>11</sup>.

Casi todo el petróleo usado en Centroamérica es importado. Guatemala y Belice producen pequeñas cantidades de petróleo, en 2011 esto representaba solo 3,9 millones de barriles y 1,7 millones de barriles, respectivamente<sup>12</sup>. Debido a que ninguno de los dos países tiene capacidad de refinado, todo el petróleo se exporta como crudo. Aunque Belice produce más petróleo que el que consume, en Guatemala, la producción local de petróleo representó aproximadamente el 15% del consumo en 2011.<sup>13</sup>

En 2010, las importaciones de petróleo en Centroamérica alcanzaron un total de \$13.300 millones, o apenas menos del 8% del Producto Interno Bruto (PIB) de la región, y las participaciones locales oscilaron entre 5,3% en Costa Rica y 16,7% en Nicaragua<sup>14</sup>. Solo tres países de la región —Nicaragua, El Salvador y Costa Rica— tienen la capacidad de refinar petróleo. Como resultado, se calcula que 10% del petróleo importado en 2011 fue crudo. Esto significa que los países están pagando un sobreprecio por importar principalmente petróleo refinado, cubriendo el costo de procesamiento y de transporte.

Siguiendo la tendencia global, los países de Centroamérica están tomando medidas iniciales para reducir su dependencia del petróleo para el transporte<sup>16</sup>. Panamá ha empezado a electrificar su sistema de transporte público, desplegando un puñado de buses eléctricos, y está desarrollando planes a largo



\* La energía primaria es energía contenida en fuentes que implican extracción o captura humana a fin de hacer posible su uso. La energía secundaria es energía que proviene de transformación inducida por seres humanos.

† Todas las cifras están en Dólares Estadounidenses a menos que se indique lo contrario.



plazo para trenes eléctricos<sup>17</sup>. También existe un creciente interés regional en los autos eléctricos y otros vehículos. Entre 2006 y 2011, Costa Rica agregó casi 3.000 vehículos de tecnología limpia, incluyendo motocicletas y carros eléctricos e híbridos<sup>18</sup>. El país también está explorando el uso de gas natural comprimido en el transporte y está implementando medidas que ahorran energía, tales como ajustar el tiempo de los semáforos para aumentar la eficiencia energética y prohibir conducir en días designados basados en números pares o impares en los números de placa<sup>19</sup>.

Fuera del transporte, la mayor parte del petróleo importado en la región se usa en el sector eléctrico. De los siete países, Nicaragua depende más fuertemente del petróleo para generar electricidad y casi el 67% de energía en 2011 provino de quemar principalmente diésel y bunker en generadores ineficientes y sumamente contaminantes<sup>20</sup>. (Véase la figura 4.) Sin embargo, el país está invirtiendo mucho en fuentes de energía renovable y se espera que para finales de 2013 la dependencia que tiene el sector de electricidad respecto al petróleo disminuya a un 53%<sup>21</sup>.

Al aumentar la conciencia de los riesgos de depender de la importación del petróleo, Centroamérica ha empezado a desarrollar estrategias alternativas en los sectores de transporte y electricidad. Sin embargo, estos esfuerzos son dispersos y las medidas que actualmente se están implementando probablemente no tendrán como resultado un cambio significativo respecto a la tendencia actual.

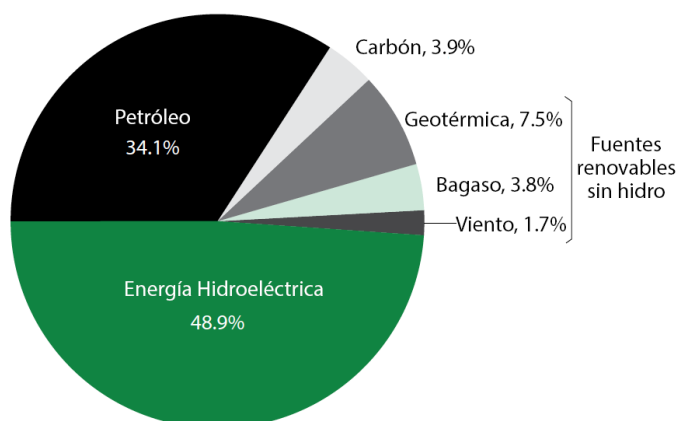
### *2.1.2 Futuro Incierto para el Carbón y el Gas Natural*

Con un 3,9%, el carbón representa solo una pequeña fracción de la generación de electricidad en Centroamérica<sup>22</sup>. Todo el carbón en la región se importa. Aunque Costa Rica y Panamá tienen pequeñas cantidades de reservas demostradas de carbón, ninguno de los dos países está extrayendo actualmente este recurso<sup>23</sup>.

Guatemala, Honduras y Panamá son los únicos países de la región que operan plantas alimentadas con carbón con una capacidad combinada de 388 megavatios (MW)<sup>24</sup>. Algunos países han mostrado interés en desarrollar nuevas plantas de carbón como forma de diversificar su mezcla de energía. Guatemala, el mayor consumidor de carbón de la región, espera comisionar tres nuevas plantas —con una capacidad total de 435 megavatios o cerca del 17% de la capacidad total de hoy —en 2013 o 2014<sup>25</sup>.

El uso de gas natural en la región es también bajo pero podría crecer en el futuro cercano. En la actualidad, solo Belice depende del gas natural y produce una cifra estimada de 7 millones de metros cúbicos. En 2011, consumió una cifra estimada de 5 millones de metros cúbicos<sup>26</sup>. Sin embargo, en la última década, varios países han empezado a explorar el uso de gas natural como opción para abordar las necesidades futuras de electricidad. De acuerdo con los planes nacionales de expansión de electricidad, tanto El Salvador como Costa Rica buscan construir terminales de gas natural líquido (GNL) y plantas alimentadas con gas natural<sup>27</sup>.

En El Salvador, la compañía estadounidense Cutuco Energy está en la etapa inicial de factibilidad y financiamiento para desarrollar una planta de gas natural líquido que incluiría una terminal, una planta de regasificación, una planta de energía de ciclo combinado, una planta de desalinización de agua y un sistema de pozos y líneas de transmisión<sup>28</sup>. Entre tanto, Costa Rica planea introducir el gas natural líquido a su sector de transporte y Panamá está convirtiendo parte de sus plantas de energía térmica —

**Figura 5.**

Participación de la energía renovable de la capacidad instalada de electricidad en Centroamérica, 2011

*Nota: No se cuenta con datos para Belice*

*Fuente: UN-CEPAL*

tradicionalmente alimentadas por diésel o bunker— a gas natural<sup>29</sup>.

Generar electricidad a partir de gas natural puede ser más flexible que a partir de carbón o energía nuclear, haciendo del gas una ayuda potencial de las tecnologías renovables, debido a que puede ayudar a abordar los desafíos de variabilidad e intermitencia relacionados con las fuentes de energía renovable<sup>30</sup>. El gas natural también produce emisiones más bajas de carbono que la electricidad generada a partir de carbón y petróleo<sup>31</sup>.

Pese a estas ventajas, invertir en gas natural en Centroamérica significaría una continua dependencia de los combustibles fósiles importados, de lo que muchos países en la región esperan apartarse. Además, el grado de inversión financiera y la infraestructura necesaria para generar energía a partir de gas natural puede desplazar significativamente los esfuerzos y la inversión que de otra manera podrían dedicarse a crear una mezcla de energía inteligente que se base en fuentes más sostenibles.

Los envíos de gas natural líquido siguen siendo la opción más probable para las importaciones de gas natural en Latinoamérica, aunque los analistas han estudiado la posibilidad de crear gasoductos naturales desde México hasta Colombia, lo que conduciría a un acceso más confiable y —a largo plazo— más barato al gas para los países de Centroamérica.

## 2.2 Energía Renovable: un Líder en la Encrucijada

La energía renovable representa una cifra estimada de 62% de la capacidad instalada para generación de electricidad de Centroamérica<sup>32</sup>. (Véase la figura 5.) La mayor parte de esto proviene de grandes plantas de energía hidroeléctrica, con un 49% de la capacidad total en 2011<sup>33</sup>. Aun así, la generación restante renovable que no es de energía hidroeléctrica representa una notable cifra del 13%, principalmente a partir de energía geotérmica, de biomasa agrícola y energía eólica<sup>34</sup>.

El año 2011 fue especialmente bueno para la energía renovable debido a que la capacidad recién construida en la región (660 megavatios) provino de fuentes renovables, principalmente energía hidroeléctrica (469 megavatios), eólica (115 megavatios) y geotérmica (35 megavatios)<sup>35</sup>. Las adiciones de capacidad renovable a la red incluyeron siete nuevas plantas de energía hidroeléctrica en Panamá (una con una capacidad de 222 megavatios y las otras entre 5 megavatios y 57 megavatios), una de

energía hidroeléctrica de 140 megavatios y un parque eólico de 12,8 megavatios en Costa Rica, así como una planta de energía hidroeléctrica de 1,5 megavatios en Nicaragua, una planta de energía eólica de 102 megavatios en Honduras y cuatro plantas de energía hidroeléctrica con capacidades que oscilaban entre 1,5 megavatios y 16 megavatios, además de una cogeneración combinada de bagazo de caña de azúcar de 12 megavatios en Guatemala<sup>36</sup>. En El Salvador, la nueva capacidad incluyó una adición de 20 megavatios a una planta de cogeneración con bagazo y una pequeña planta de generación a base de metano en un vertedero en San Salvador<sup>37</sup>.

### *2.2.1 Predominio de la Energía Hidroeléctrica en la Generación de Electricidad*

La energía hidroeléctrica es la fuente de electricidad más grande del mundo y representó cerca de una quinta parte de la generación total en todo el mundo en 2011, o una cifra estimada de 3.400 teravatios-hora (TWh)<sup>38</sup>. En Centroamérica la energía hidroeléctrica es la forma más antigua de generación de energía con las primeras plantas hidroeléctricas apareciendo a finales de los 1800. Sin embargo, su dominio en la mezcla de energía en la región está disminuyendo gradualmente conforme la región hace la transición a otros recursos renovables así como a los combustibles fósiles.

Hasta la fecha, Centroamérica ha instalado apenas menos de 5.000 megavatios de energía hidroeléctrica, lo que representa un 42% de la capacidad instalada de electricidad<sup>39</sup>. La región genera una cifra estimada en 20.000 gigavatios-hora de energía hidroeléctrica al año, lo que representa menos de 49% de la generación total de electricidad<sup>40</sup>. De los 660 megavatios de nueva capacidad de generación de la región en 2011, la mayoría provino de tres grandes plantas de energía hidroeléctrica —las plantas de Changuinola y Bajo de Minas en Panamá (222 megavatios y 57 megavatios, respectivamente) y la planta de Pirrís en Costa Rica (140 megavatios), pero también de varias pequeñas plantas de energía hidroeléctrica<sup>41</sup>. La región tiene un potencial estimado de energía de 22.000 megavatios, lo que significa que quedan por explotar unos 17.000 megavatios<sup>42</sup>.

La energía hidroeléctrica a gran escala es atractiva porque puede ser una de las fuentes menos costosas de electricidad cuando se considera durante todo su ciclo de vida<sup>43</sup>. Después de costos iniciales relativamente altos (principalmente para construcción de presas y embalses), la energía hidroeléctrica tiene menores gastos recurrentes tales como los crecientes costos del combustible de la energía basada en combustibles fósiles<sup>44</sup>. Debido que ha sido una fuente confiable (al menos históricamente) de energía de carga de base que se puede aumentar o disminuir según la demanda, puede complementar las fuentes de energía renovable tales como la eólica y la solar<sup>45</sup>.

Todas las fuentes de energía representan intercambios entre prioridades contrapuestas y las grandes fuentes de energía hidroeléctrica no son la excepción. La energía hidroeléctrica es “renovable” en el sentido de que los recursos hídricos se regeneran pero la creación de presas en gran escala en los ríos puede tener impactos ambientales y sociales significativos incluyendo grandes desplazamientos de la población, pérdida de sitios culturales, pérdida de biodiversidad a través de la inundación de ecosistemas de tierra y perturbación de ecosistemas acuáticos, así como emisiones de gases de efecto invernadero resultantes del cambio en el uso de la tierra<sup>46</sup>. Los expertos sugieren que para ser viable, los “nuevos programas de energía hidroeléctrica tendrían que satisfacer estrictos criterios de sostenibilidad ambiental y de derechos humanos y minimizar los impactos negativos sobre los flujos de los ríos y los hábitats de agua dulce”<sup>47</sup>. Otros comentaristas advierten contra considerar las plantas de energía hidroeléctrica a gran escala como una fuente de energía sostenible enteramente<sup>48</sup>.

### Caso 1. Promoción de la Microenergía en Guatemala a través de Participación Comunal

La Guerra Civil de Guatemala, que duró décadas y que terminó a finales de los 90, devastó los pueblecitos remotos de las tierras altas de Chel, Las Flores y Xesai, dejándolos sin acceso a electricidad confiable o a agua limpia. Hasta hace poco, la única forma de electricidad disponible en estas comunidades que son comunidades mayas, provenía en gran medida de la generación de diesel. Sin embargo, en 2007, se terminó un proyecto de 165 kilovatios de microelectricidad en Chel para brindar energía.

Lo notable respecto a este proyecto de microelectricidad es el grado de participación comunal que generó. Cada familia proporcionó 80 días de mano de obra entre 2003 y 2007 a cambio de la conexión al sistema. El pueblo construyó un camino de barro de 8 kilómetros de largo para transportar el equipo. Con la ayuda de la Fundación Solar, una organización guatemalteca sin fines de lucro, la comunidad formó una asociación para operar y administrar la pequeña planta de energía.

La nueva fuente de energía ayudó a transformar a Chel en un centro local de negocios y ayudó a la rehabilitación post-guerra. A través del proyecto, 440 hogares participantes lograron obtener un acceso a energía confiable y la iniciativa aumentó la capacidad institucional y organizativa de las comunidades locales. Aunque el proyecto fue apoyado por la Fundación Solar y varias organizaciones nacionales e internacionales, la fuerte participación comunal es lo que hizo a este proyecto diferente.

*Fuente: Véase la nota final 49 para esta sección*

No todas las formas de energía hidroeléctrica son tan controversiales como las grandes presas convencionales. Muchos países, incluyendo los de Centroamérica, están adoptando crecientemente las estaciones de energía hidroeléctrica a pequeña escala, que por lo general consisten de una capacidad en el rango de kilovatios<sup>49</sup>. (Véase el Caso 1.) Estas instalaciones a menudo procuran un brazo ininterrumpido del río a fin de que evite la represa y permita que peces y otras especies emigren. Los impactos de las presas pueden también reducirse apagando las turbinas durante la migración de peces con el objeto de imitar las variaciones estacionales de flujo que estimulan el desove de peces y de apoyar otros procesos naturales, y liberando la misma composición de limo y minerales que liberaría un río fluyendo saludablemente. Dependiendo de los ecosistemas individuales, las necesidades de electricidad y la necesidad de rendimientos sobre la inversión, estos esfuerzos pueden resultar difíciles<sup>50</sup>.

Los gobiernos en todo Centroamérica han encontrado gran resistencia local e internacional a los grandes proyectos de energía hidroeléctrica, en gran medida por razones sociales y ambientales, y están buscando activamente alternativas para la generación de energía. En muchos casos, el activismo comunal (a menudo con respaldo legal) así como la atención internacional han conducido a los tomadores de decisiones a abandonar grandes proyectos de energía

**Tabla 2. Capacidad Geotérmica Instalada y Potencial Estimado en Centroamérica**

|              | Capacidad instalada | Potencial estimado  | Número de sitios |
|--------------|---------------------|---------------------|------------------|
|              | megavatios          |                     |                  |
| Costa Rica   | 217.5               | 750–2,900           | 10               |
| El Salvador  | 204.4               | 362–2,210           | 4–13             |
| Nicaragua    | 87.5                | 992–3,340           | 10               |
| Guatemala    | 49.2                | 480–3,320           | 8–13             |
| Honduras     | 0.0                 | 100–990             | 6–7              |
| Panamá       | 0.0                 | 42–450              | 5                |
| <b>Total</b> | <b>558.6</b>        | <b>2,726–13,210</b> | <b>~50</b>       |

*Nota: Los datos de capacidad representan años recientes para los cuales se disponía de datos. No se cuenta con datos para Belice.*

*Fuente: Véase la nota final 55 para esta sección.*

hidroeléctrica.

### 2.2.2 Líderes Mundiales en Energía Geotérmica

En todo el mundo, más de 27 países producen electricidad a partir de energía geotérmica y la capacidad instalada global de energía geotérmica alcanzó 10.700 megavatios en 2010<sup>51</sup>. En Centroamérica, el uso de la energía geotérmica data al menos de la década de los 70. Costa Rica, El Salvador, Guatemala y Nicaragua tienen plantas de energía geotérmica, con una capacidad combinada de 558,6 megavatios, o un 7,6% de la capacidad total de electricidad de la región<sup>52</sup>. En El Salvador, la energía geotérmica representa casi una cuarta parte de la generación de electricidad y ocupa el segundo lugar entre los países del mundo (después de Islandia) en participación de la energía geotérmica de la capacidad global de electricidad<sup>53</sup>. Costa Rica y Nicaragua ocupan el sexto y el octavo lugar del mundo, con un 12,4% y un 9%, respectivamente<sup>54</sup>.

Aun así, la mayoría del potencial geotérmico de Centroamérica no se ha explotado. Los estudios varían ampliamente en cuanto a estimaciones de los recursos geotérmicos regionales y oscilan entre 2.700 y 13.000 megavatios en unos 50 sitios distintos<sup>55</sup>. (Véase la tabla 2.) Las discrepancias pueden ser explicadas por las diferentes metodologías de evaluación y debido a que solo se ha hecho perforación de prueba en una fracción de los sitios potenciales. El alto costo inicial de las evaluaciones de recursos y de la perforación de prueba es una barrera clave para el desarrollo geotérmico de Centroamérica.

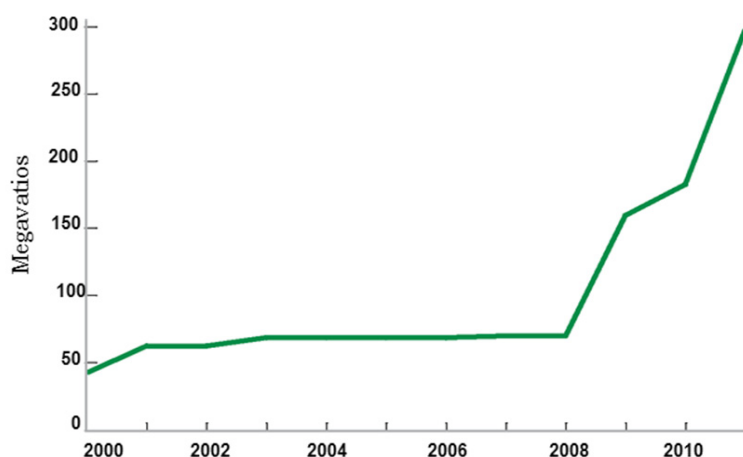
La energía geotérmica ofrece ventajas ambientales y sociales por encima de los combustibles fósiles y muchas otras tecnologías renovables. Puede ser la fuente más limpia de carga de base de energía renovable debido a sus muy bajas emisiones de gases de efecto invernadero, su huella relativamente pequeña sobre la base de la tierra y su bajo impacto global, siempre que los procedimientos de perforación y reinyección y la gestión de fluidos residuales se hagan responsablemente. Sin embargo, al igual que con cualquier tecnología energética, los impactos ambientales y sociales relacionados con los proyectos geotérmicos deben estudiarse y manejarse durante la vida completa del proyecto para reducir posibles efectos adversos, incluyendo efectos sobre las comunidades y los ecosistemas.

### 2.2.3 Aumento de la Energía Eólica

En 2011, la capacidad global de energía eólica aumentó aproximadamente un 20%, a 238 gigavatios (GW) y se puso en operación más energía eólica que cualquier otra tecnología de energía renovable<sup>56</sup>. Un total de 68 países reportaron más de 10 megavatios de capacidad eólica y 22 países tenían capacidades por encima de 1 gigavatio<sup>57</sup>.

En Centroamérica, el viento se ha aprovechado para producir la energía a escala de servicios públicos desde la década de los 90. La capacidad total instalada de energía eólica de la región alcanzó 298 megavatios en 2011 y tan solo un poco más del 38% de la capacidad eólica se instaló en 2010<sup>58</sup>. (Véase la figura 6.) En 2011, Centroamérica produjo 738 gigavatios-hora de electricidad a base de viento, lo que representa un 1,7% de la generación en toda la región.<sup>59</sup>

Sin embargo, estas tendencias no reflejan toda la región. Solo tres países de Centroamérica —Costa Rica, Honduras y Nicaragua— tienen actualmente parques eólicos a gran escala. En Costa Rica, el mayor proyecto eólico es La Gloria (49,5 megavatios de capacidad), seguido por Pantas Eólicas Sociedad de Responsabilidad Limitada (PESRL) y proyectos en Tilarán (23 megavatios cada uno), Eólico Valle Central

**Figura 6.**

Capacidad instalada de energía eólica en Centroamérica, 2000–2011

Fuente: UN-CEPAL

y Valle Central (15,3 megavatios cada uno), Tejona (19,8 megavatios) y Coopesantos (13 megavatios)<sup>60</sup>. (Véase el Caso 2.) Las principales instalaciones de Nicaragua son Amayo (63 megavatios), San Martín (39,6 megavatios) y Eolo (40 megavatios). El mayor parque eólico de la región es el Cerro de Hula de Honduras de 102 megavatios.

El interés regional en la energía eólica está expandiéndose rápidamente. Los tres países que producen actualmente están preparando nuevas instalaciones. Panamá, un ambicioso recién llegado, ha dado licencia a más de 850 megavatios de capacidad eólica —que equivalen a una asombrosa cifra del 37% de la capacidad instalada de generación en 2011— y está construyendo el primer parque eólico en la provincia de Coclé<sup>61</sup>. El primer proyecto eólico de Guatemala, San Antonio El Sitio, también está en construcción y tiene una capacidad instalada de 48 megavatios<sup>62</sup>.

Los datos existentes sobre recursos eólicos de Centroamérica (tanto la cantidad de viento como su velocidad) son en gran medida genéricos y dan pocos detalles sobre sitios específicos. Una de las fuentes más ampliamente citadas de potenciales de energía renovable en la región es la Evaluación de Recursos Solares y Eólicos (Solar and Wind Energy Resource Assessment, SWERA), que proporciona mapas de recursos para 13 lugares, incluyendo Centroamérica en general y evaluaciones para países completos en el caso de El Salvador, Honduras, Guatemala y Nicaragua<sup>63</sup>. Estos conjuntos de datos, así como los mapas y las herramientas de análisis, son usados por formuladores de políticas, desarrolladores, inversionistas, educadores, empresas de servicios públicos y consumidores.

De acuerdo con la SWERA, la región mapeada de Centroamérica (Belice, El Salvador, Guatemala, Honduras y Nicaragua) contiene unos 12.969 kilómetros cuadrados con un potencial de recursos eólicos entre bueno y excelente, que representan un 3,3% de la superficie total<sup>64</sup>. Utilizando una suposición conservadora de 5 megavatios por kilómetro cuadrado, estas áreas apoyarían casi 65.000 megavatios de posible capacidad instalada de energía eólica<sup>65</sup>. De esta área, se considera que unos 5.713 kilómetros cuadrados o 1,5% de la región mapeada tienen excelentes recursos eólicos que podrían apoyar más de 28.500 megavatios de capacidad<sup>66</sup>. Aunque estas evaluaciones a lo largo y ancho de los países ofrecen un amplio punto de partida, se necesitan las características específicas del terreno, las exclusiones de uso del suelo y la accesibilidad a la red existente de transmisión para determinar la factibilidad de desarrollar



## Caso 2. Viento en las Montañas de Costa Rica

---

A lo largo de la carretera Panamericana del sur de San José, en las montañas de los bosques nubosos de Costa Rica en la provincia de Cartago hay 14 turbinas de viento, cada una de 44 metros de alto, que en conjunto comprenden el parque eólico Los Santos. Este proyecto de energía eólica, de 13 megavatios, fue desarrollado como una iniciativa comunal por Coopesantos, una cooperativa de energía en Costa Rica. En el 2000, Coopesantos inició un estudio de factibilidad de energía eólica instalando instrumentos meteorológicos en un área ventosa conocida como La Ventolera. Un innovador grupo de miembros de la cooperativa pudo ejecutar el estudio de factibilidad, hacer la evaluación de impacto ambiental, desarrollar el diseño del proyecto, obtener el financiamiento y terminar la construcción en el año 2009.

La cooperativa pudo obtener financiamiento para el proyecto de Los Santos a través del Banco Internacional de Costa Rica, un banco comercial de propiedad estatal, con base en el valor de los costos proyectados que se evitarían como resultado de la producción local de energía a través del parque eólico. El banco le prestó a Coopesantos el 75% de los \$36,5 millones que costaba el proyecto y la cooperativa, una entidad con fines de lucro con su propio flujo de caja, pudo cubrir el 25% restante. El préstamo se pagará enteramente en 12 años y el parque eólico generará energía hasta por 30 años.

Coopesantos está ahora trazando los terrenos y haciendo pruebas de factibilidad para una extensión del parque eólico en el mismo lugar.

*Fuente: Véase la nota final 60 para esta sección*

---

energía eólica en sitios individuales.

En general, existe una necesidad de más evaluaciones de recursos eólicos precisas, amplias y disponibles para el público en toda Centroamérica. Los mapas a escala de país o los mapas regionales pueden ser útiles en las primeras etapas de la planeación energética, pero para decisiones integrales amplias es importante realizar evaluaciones más detalladas para zonas específicas que incluyan datos sobre la variabilidad temporal y diaria. Al tener acceso a una serie de zonas (un nivel por encima de los sitios individuales, que entonces pueden ser evaluados por los desarrolladores de proyecto) con condiciones óptimas de viento en la región, los formuladores de políticas quedarían equipados para diseñar estrategias de energía que integrarían los perfiles de viento con datos de otras tecnologías, curvas de demanda y oportunidades y barreras de transmisión. El potencial y los desafíos de los recursos durante todo el día y todo el año serían completamente visibles, lo que permitiría tomar las medidas apropiadas en políticas e inversión.

Aparte de información insuficiente de recursos, los desafíos locales para desarrollar energía eólica en Centroamérica incluyen caminos inadecuados para llevar las grandes aspas, las torres y los generadores a lugares remotos donde abunda el viento, la necesidad de construir costosas líneas de transmisión para llevar esta energía a los consumidores y la falta de leyes de zonificación y derechos claros sobre la tierra que a menudo frenan los proyectos eólicos a nivel local.

### 2.2.4 Energía Solar Subutilizada

En 2011, la capacidad global de electricidad resultante de tecnologías fotovoltaicas solares (PV) aumentó en un asombroso 74% hasta alcanzar 70 GW<sup>68</sup>. A finales de ese año, Alemania conectó su millonésimo sistema de energía fotovoltaica a la red; en China, el mercado de energía solar fotovoltaica casi se cuadruplicó después de la introducción de una tarifa de alimentación (FIT); y en California, como resultado de la caída de los precios de módulos, el costo de proyectos de energía solar fotovoltaica a gran escala fue menor al costo en el que hubiera resultado la generación de la misma cantidad de energía

utilizando gas natural<sup>69</sup>. Otros mercados solares también están madurando. La capacidad instalada de la energía térmica solar (CSP) alcanzó 1.760 megavatios en 2011, un 35% más que el año anterior<sup>70</sup>. La energía térmica solar a pequeña escala, usada principalmente para calentar agua, también está teniendo un impacto significativo en todo el mundo con un total global estimado de 232 gigavatios-termales ( $\text{GW}_{\text{th}}$ )<sup>71</sup>.

En Centroamérica, la energía solar está en las etapas iniciales de desarrollo de mercado. Las primeras plantas de energía fotovoltaica a escala de toda la región se hallan en el proyecto Parque Solar Miravalles de Costa Rica, que tiene un 1 megavatio y que se inauguró en noviembre de 2012, y en la planta de La Trinidad de 1,2 megavatios en Nicaragua, inaugurada en febrero de 2013<sup>72</sup>. Cada instalación producirá energía para dotar de electricidad a más de 1.000 hogares<sup>73</sup>.

La Agencia Japonesa de Cooperación Internacional (JICA) ayudó a financiar ambos proyectos y el de Costa Rica alcanzó un total de \$11,5 millones (\$10 millones de JICA y \$1,5 millones de ICE, la institución nacional de energía eléctrica). El de Nicaragua alcanzó un total de \$12 millones (\$11,4 millones de JICA y \$530.000 invertidos por ENATREL, la empresa nacional de transmisión)<sup>74</sup>. Los críticos han argumentado que estos costos son exorbitantes y que las plantas podían haberse construido con mucho menos. Sin embargo, la experiencia internacional ha demostrado que la adopción temprana de energías renovables en nuevos mercados de países menos industrializados a menudo tienen como resultado costos de proyectos que están significativamente por encima del promedio global<sup>75</sup>.

En otros lugares de la región los proyectos de energía fotovoltaica con escala de servicios públicos están en diversas etapas de planeamiento o de desarrollo. El principal productor de energía de El Salvador, CEL (Comisión Ejecutiva Hidroeléctrica del Río Lempa), está desarrollando una planta de energía fotovoltaica de 14,2 megavatios adyacente a la represa hidroeléctrica “15 de Septiembre” de la empresa<sup>76</sup>. CEL ha diseñado la planta solar, ha adquirido financiamiento del Banco Alemán de Desarrollo (KfW) y está buscando un contratista para la instalación<sup>77</sup>. Tal como en el caso de Costa Rica y Nicaragua, el proyecto no habría procedido sin fondos de cooperación internacional y se proyecta que sea rentable solamente a nivel marginal durante su vida. CEL ya ha instalado un “proyecto de investigación” de energía fotovoltaica solar de 24,5 kilovatios en el techo de sus oficinas centrales en San Salvador, evaluando los costos en comparación con la producción de energía para tres tipos de tecnología de energía fotovoltaica: policristalina, monocristalina y amorfa de película delgada<sup>78</sup>.

En el futuro cercano, se espera que Panamá albergue dos plantas de energía fotovoltaica a gran escala (de 2,4 megavatios y aproximadamente 2 megavatios de capacidad) y Honduras ha dado los primeros pasos en el acuerdo con inversionistas extranjeros para desarrollar 50-150 megavatios de energía fotovoltaica<sup>79</sup>.

Además de las dos plantas regionales de energía fotovoltaica con escala de servicio público que ya están en operación y un puñado de instalaciones de escala comercial, la energía fotovoltaica solar ha sido ampliamente adoptada en pequeñas aplicaciones distribuidas. Miles de hogares de bajo ingreso, sobre todo rurales, tienen pequeños sistemas de energía fotovoltaica solar (con capacidades en el rango de vatios) para alimentar aparatos eléctricos y para iluminación. Mientras tanto, hogares con ingresos medio-altos y empresas —que a menudo enfrentan mayores tarifas de electricidad—



están instalando cada vez más energía fotovoltaica vinculada con la red y fuera de la red, motivados por un deseo de reducir sus costos y su dependencia de la red y, en algunos casos, por aspiraciones ambientales.

La energía solar térmica (o solar pasiva) está creciendo en Centroamérica y se usa principalmente para calentar agua así como para aplicaciones comerciales tales como secar fruta o productos de madera. Sin embargo, no es tan común en la región como lo es en sitios tales como China, Europa o partes del Caribe.

La iniciativa de SWERA ha compilado datos de recursos solares para Centroamérica de diferentes organizaciones internacionales incluyendo el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, el Laboratorio Nacional de Energía Renovable de Estados Unidos (NREL), el Centro Aeroespacial Alemán y el Laboratorio Nacional Risø para la Energía Sostenible, así como de grupos locales. Además de proporcionar mapas de insolación para cada uno de los siete países, SWERA brinda datos sobre variaciones estacionales incluyendo desgloses para la estación seca, la transición de la estación seca a lluviosa, la estación lluviosa y la transición de la estación lluviosa a la estación seca.

La versión internacional de la herramienta de producción de energía fotovoltaica en línea de NREL, “Pvwatts” presenta a cinco países de Centroamérica: Belice, Guatemala, Honduras, Nicaragua y El Salvador<sup>80</sup>. Ofrece datos para sitios específicos y permite calcular la producción prevista para sistemas de energía fotovoltaica, haciéndola un recurso sumamente útil. En general, estas evaluaciones de recursos solares proporcionan una buena reseña de los potenciales solares para la mayoría de la región. Sin embargo, hacen falta estudios de factibilidad técnica para áreas geográficas individuales.

### 2.2.5 *Uso Continuo de Residuos Agrícolas*

Los países de Centroamérica han quemado biomasa para generar electricidad por más de dos décadas, principalmente en el sector agrícola. Desde la década de los 90, los ingenios privados en El Salvador, Guatemala, Costa Rica y Nicaragua han usado residuos agrícolas —sobre todo bagazo o tallos de caña— para generar electricidad y, en 2009, Belice terminó de construir su célebre planta de cogeneración de energía de Belcogen de 31,5 megavatios<sup>81</sup>. (Véase el Caso 3.) En total, la cogeneración en ingenios representó un 3,8% de la generación de electricidad en Centroamérica en 2011<sup>82</sup>.

Algunos cafetaleros en Centroamérica están utilizando sus residuos de biomasa para producir calor y electricidad, principalmente para consumo propio, y varios países están estudiando el potencial de quemar productos de madera (biomasa nueva o moderna en la forma de bloqueitos o gránulos, pellets en inglés) en la generación de energía. Además, una variedad de proyectos nacionales y regionales están dirigidos a producir biogás a partir de desechos agrícolas (incluyendo residuos de la producción de piña y banano), desechos animales y aguas residuales, y están resultando muy atractivos para los agricultores y las comunidades. Aunque no se cuenta con estadísticas agregadas sobre uso actual y potencial para algunas áreas, tales como Costa Rica, se puede suponer a partir de los datos disponibles que el potencial de la región para la generación de energía sostenible con biomasa es mucho mayor que la producción actual.

### Caso 3. Un Proyecto Nacional de Importancia: Planta de Energía de Bagazo en Belice

---

En 2009, una subsidiaria de Belize Sugar Industries Limited (BSI) terminó la construcción de la planta de cogeneración de energía de 31,5 megavatios de Belcogen (también conocida como una planta de 'energía y calor combinados' o CHP). La planta quema bagazo, el material fibroso que queda después de que se extrae el jugo de la caña de azúcar, y el calor resultante se usa para producir vapor de alta presión que alimenta las turbinas generadoras de la planta.

Una planta atípica de energía procedente de bagazo emite gases de efecto invernadero y materia particulada, sin embargo, la instalación de Belcogen, que utiliza un proceso completo de combustión, limpiadores electrostáticos de aire y estándares elevados de operación, emite relativamente pocos contaminantes. Además de reducir las emisiones, la planta reduce la dependencia de Belice de los combustibles fósiles, lo que da al país un respiro respecto a las fluctuaciones de los precios internacionales del petróleo. La planta también ha beneficiado la economía local, pues ha creado nuevos trabajos de construcción y operaciones y ha proporcionado un catalizador para el sector agrícola. La expansión futura de la capacidad de generación de la planta aumentaría estos beneficios.

La capacidad de la planta de Belcogen para convertir los desechos agrícolas en energía limpia es solo parte de esta historia de éxito. Quizás lo más notable fue la capacidad de los interesados en cooperar eficazmente para hacer que el proyecto resultara un éxito. BSI, una empresa privada, proporcionó \$27,8 millones como inversión inicial para el proyecto. Además, la compañía obtuvo préstamos internacionales por un total de \$35,3 millones de diversas fuentes, incluyendo el Caribbean Development Bank. En ese momento el proyecto representó la inversión privada más grande jamás hecha en Belice. El gobierno de Belice también proporcionó exoneraciones de impuestos y BEL, el distribuidor nacional de electricidad, brindó una estación de interconexión y línea de transmisión con un valor combinado de \$6 millones.

*Fuente: Véase la nota final 81 para esta sección.*

---

#### 2.2.6 Alto Consumo de Biomasa Tradicional

Fuera del sector de electricidad, la biomasa es la fuente dominante de energía renovable en Centroamérica. La biomasa tradicional, especialmente la leña para cocinar, sigue representando más de un tercio del consumo de energía en la región<sup>83</sup>. Varios países del área buscan establecer y expandir la producción de biocombustibles para el transporte.

Las fuentes tradicionales de biomasa tales como leña, carbón vegetal y residuos agrícolas representan el 38% del uso total de energía final en Centroamérica<sup>84</sup>. La biomasa tradicional se usa principalmente para cocinar en el hogar y representa un alto porcentaje, un 82%, del consumo de energía primaria residencial en comparación con solo un 37% para Latinoamérica en general<sup>85</sup>. En Guatemala, que tiene el máximo consumo de biomasa tradicional de la región, casi tres cuartas partes de los hogares dependen de leña para cocinar<sup>86</sup>. (Véase la tabla 3.)

Aún los países con altos niveles de acceso a la electricidad utilizan leña en altos niveles. En Costa Rica, donde la tasa de electrificación se estima en un 99,25% y la gente tiene un acceso relativamente fácil al gas propano líquido (LPG), los residentes usan biomasa tradicional para cocinar en casi uno de cada 10 hogares<sup>87</sup>.

Las formas de reducir estos altos niveles de consumo de leña —que contribuyen a la deforestación y a serios riesgos para la salud asociados con la contaminación del aire dentro del hogar— incluyen adoptar cocinas alternativas que quemen la madera en forma más eficiente y generen menos emisiones, así

**Tabla 3. Dependencia de la Biomasa Tradicional en Centroamérica por País, 2011**

|             | Biomasa tradicional como porción de energía total | Porción de los hogares que usan leña para cocinar |
|-------------|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
|             | porcentaje                                        |                                                   |
| Guatemala   | 48                                                | 73                                                |
| Honduras    | 47                                                | 69                                                |
| Nicaragua   | 38                                                | 67                                                |
| El Salvador | 31                                                | 27                                                |
| Costa Rica  | 16                                                | 9                                                 |
| Panamá      | 13                                                | 16                                                |

*Nota: No se encuentran datos para Belice.*

*Fuente: Véase la nota final 86 para esta sección.*

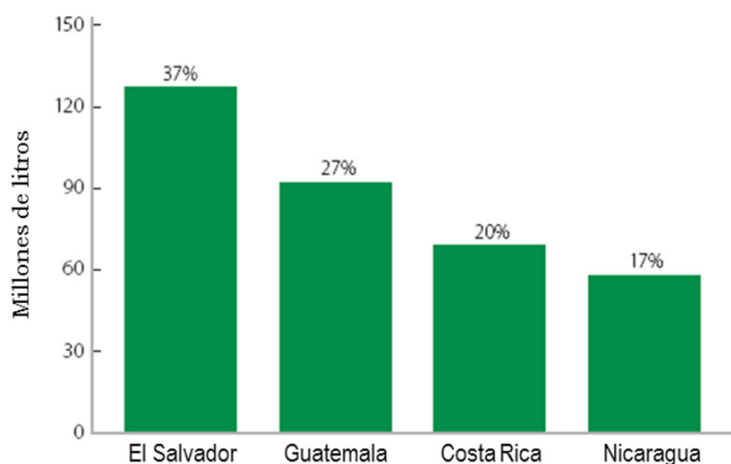
como desarrollar métodos más sostenibles de cultivar, cosechar y utilizar biomasa tradicional. Entre las energías alternativas para cocinar están la electricidad y el uso del gas metano derivado de los digestores de biogás.

En general, los estudios de uso de energía en Centroamérica no abordan suficientemente el tema del uso de leña<sup>88</sup>. Principalmente porque la biomasa tradicional es parte de la economía informal, lo que hace extremadamente difícil reunir datos confiables. Es esencial investigar más sobre el uso de la leña y otros usos de la biomasa insostenible para permitir una evaluación más detallada de la situación actual para encontrar y apoyar alternativas.

### 2.2.7 Producción Creciente de Biocombustible

A nivel global, los biocombustibles líquidos (predominantemente el etanol y el biodiesel) proporcionaron cerca del 3% de los combustibles para transporte en carretera en 2011, en comparación con un 2% en 2009<sup>89</sup>. Dentro de Latinoamérica, Brasil, Argentina y Colombia son los principales productores de biocombustible y Brasil por sí solo produce casi 24.000 millones de litros de etanol al año, compitiendo globalmente solo con Estados Unidos y dejando atrás a todos los otros productores de Centro y Sudamérica<sup>90</sup>.

Centroamérica no estuvo en el mapa global de combustibles sino hasta hace muy poco. Aun así, la producción no es insignificante a nivel regional y está aumentando rápidamente. El etanol domina la industria de biocombustibles en la región, debido al alto grado de producción de caña de azúcar. El Salvador es el productor más grande seguido por Guatemala. Curiosamente, ninguno de los dos países usa etanol a nivel local debido a que el valor de ese combustible en el mercado internacional excede su valor en el país<sup>91</sup>.

**Figura 7.**

Producción de etanol en Centroamérica por país, 2011

*Fuente: CIFOR*

El único consumidor regional de etanol es Costa Rica, que todavía produce unos 40 millones de litros más al año de lo que consume<sup>92</sup>. Nicaragua también produce una pequeña cantidad de etanol, lo que lleva el total de la región a unos 346 millones de litros al año<sup>93</sup>. (Véase la figura 7.)

La producción de biodiesel es muy limitada en Centroamérica. Guatemala y Honduras generan cada uno un millón de litros al año para uso local<sup>94</sup>. La palma africana se cultiva extensamente en toda la región, pero el aceite de palma es más valioso en la producción de alimentos de modo que su uso como materia prima para el biodiesel ha sido limitada<sup>95</sup>.

Entre 2006 y 2011, cinco países de Centroamérica invirtieron en biocombustibles de diferentes tipos. Belice fue el mayor inversionista con \$135 millones, seguido por Guatemala (\$119 millones), Nicaragua (\$66 millones), El Salvador (\$50 millones) y Costa Rica (\$12 millones)<sup>96</sup>. Mucho de este apoyo financiero proviene de fuera de la región: por ejemplo, Colombia, ha ofrecido financiar una planta de biodiesel de \$400 millones en Guatemala<sup>97</sup>. El apoyo extranjero a la industria de biocombustibles de la región también viene en la forma de creación de capacidad. En 2005, Guatemala y Brasil firmaron un Protocolo de Operación Técnica que facilitó la capacitación y la transferencia de tecnología en el sector y posteriormente Guatemala fue incluida en la iniciativa de biocombustibles 2008 de Brasil con Estados Unidos<sup>98</sup>.

En general, la producción de biocombustibles en Centroamérica no ha alcanzado todo su potencial. Costa Rica, Guatemala y El Salvador tienen, individualmente, un potencial estimado para producir 265.000 a 285.000 millones de toneladas de biocombustible, mientras que el potencial de Nicaragua es una quinta parte de eso<sup>99</sup>. Aunque la mayor parte de esta capacidad es para etanol, cerca de un tercio de la capacidad de Costa Rica y una décima parte de la de El Salvador es para biodiesel<sup>100</sup>.

Un desafío importante para la expansión de los biocombustibles es la materia prima. Energías Biodegradables, una empresa de biodiesel en Costa Rica, opera a menos de un décimo de su capacidad por esta razón<sup>101</sup>. La producción también se ve limitada debido a la inadecuada infraestructura de transporte y a la falta de mercados locales para los biocombustibles.

Otra limitación es que los biocombustibles se han visto plagados de controversia, especialmente respecto a su papel en el aumento de los precios de los alimentos, el incremento de la deforestación y el establecimiento incremental de monocultivo, la plantación de un solo cultivo en muchas hectáreas. Algunas preocupaciones reflejan las inquietudes relacionadas con la producción agrícola en gran escala en general, tal como son el uso del agua y la contaminación con plaguicidas, las condiciones de trabajo, la pérdida de biodiversidad y la destrucción de hábitat valioso, además del desplazamiento humano y los derechos a la tierra.<sup>102</sup>

Debido a que los biocombustibles están asociados con metas más amplias de mitigación de cambio climático, las emisiones de gases de efecto invernadero de esa industria son objeto de un escrutinio particular. Los estudios muestran que aunque los biocombustibles liberan menos emisiones de tubo de escape de materia particulada, monóxido de carbono e hidrocarburos, la mayor parte de las emisiones de dióxido de carbono de la industria ocurren durante la producción de materias primas, mucho antes de que el combustible llegue al vehículo<sup>103</sup>. Una significativa fuente de emisiones es la deforestación o el desmonte de terrenos para cultivar productos que sirven como materia prima. Investigadores han descubierto que todos los beneficios del cambio climático resultantes de los biocombustibles solo se

pueden obtener si la materia prima se cultiva en tierra con bajo contenido de carbono, por ejemplo, en pastizales de uso intensivo más bien que un bosque lluvioso denso.<sup>104</sup>

El uso de fertilizantes a base de nitrógeno también contribuye a las emisiones. La investigación muestra que el potencial para mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero varía ampliamente por tipo de materia prima y de biocombustible: por ejemplo, se ha descubierto que cultivar caña de azúcar para etanol tiene como resultado emisiones mucho más bajas que cultivar maíz para etanol o usar aceite de palma para biodiesel<sup>105</sup>. En las grandes áreas forestadas de Centroamérica, la producción de biocombustibles no es una opción sostenible.

## 2.3 El Problema de las Pérdidas Eléctricas y las Redes Obsoletas

El cambio a la generación local y distribuida de energía renovable puede desempeñar un importante papel en reducir la pérdida de electricidad en Centroamérica. Esto incluye las pérdidas técnicas que ocurren durante la transmisión y distribución desde las plantas centralizadas de energía a través de grandes distancias, así como pérdidas no técnicas tales como conexiones ilegales.

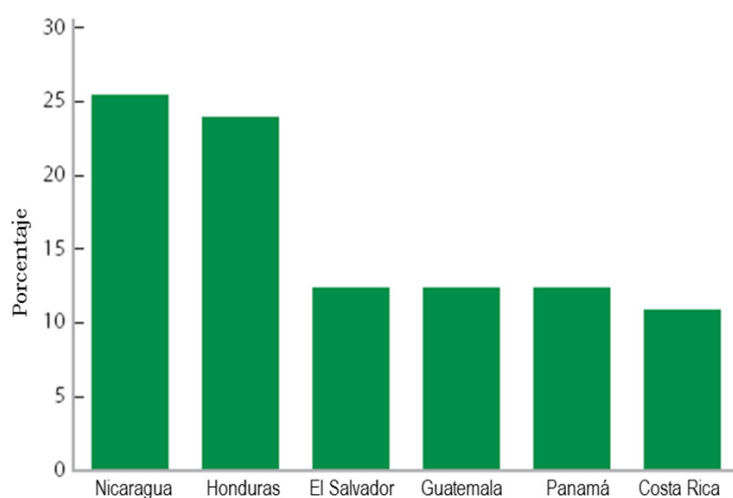
En 2010, la tasa promedio de pérdida de electricidad en toda Centroamérica fue de más o menos el 15%<sup>106</sup>. Nicaragua tenía el nivel más alto de pérdida con más de un 25%, seguido por Honduras con casi 24% y los cinco países restantes con menos de 14% cada uno<sup>107</sup>. (Véase la figura 8.) Para estos últimos cinco países, los niveles de pérdida son comparables a los de los países industrializados, pero para Nicaragua y Honduras las pérdidas son significativas y representan aproximadamente una cuarta parte de la electricidad producida.

El principal impulsor de la pérdida técnica de electricidad en Nicaragua y Honduras es la falta de inversión en el mantenimiento de las redes existentes de transmisión y distribución. Una ventaja de la generación local y distribuida de energía es que los países pueden disminuir las pérdidas de transmisión y distribución al reducir la distancia entre la fuente de generación y el usuario final de la electricidad. Las “mini-redes” de las cooperativas de energía tienen bajos niveles de pérdida porque los usuarios están directamente involucrados en la administración de la red y por tanto tienen interés en que esta funcione de manera eficiente. Mientras tanto, la energía solar fotovoltaica y la energía eólica distribuida para fines residenciales, comerciales o industriales virtualmente no tienen pérdida alguna porque estos sistemas pasan por alto la necesidad de distribuir la electricidad.

Para ayudar a reducir las pérdidas de las instalaciones a gran escala de generación renovable que se vinculan con la red de electricidad, idealmente estas instalaciones deben estar cerca de redes fácilmente accesibles de transmisión y distribución.

## 2.4 Evaluación del Potencial de los Recursos Renovables

Para la energía eólica, la evaluación de SWERA cubre una región que incluye a Belice, El Salvador, Guatemala, Honduras y Nicaragua. Para la energía solar, SWERA proporciona evaluaciones de recursos específicos para todos los países de Centroamérica excepto Costa Rica y Panamá. Otra fuente clave de estimaciones del potencial de recursos renovables en la región es el análisis del Banco Mundial “Potencial Efectivo Restante” que evalúa el potencial de mercado a largo plazo de implementar proyectos y busca

**Figura 8.**

Pérdidas de electricidad como porción de la generación total, 2010

Nota: No se cuenta con datos para Belice.

Fuente: UN-CEPAL

dar una idea del potencial de los recursos que probablemente se pueda desarrollar<sup>108</sup>. (Véase la tabla 4.)

Las evaluaciones de recursos nuevos y existentes son análisis importantes sobre los cuales se puede basar futura investigación, la planificación de energética y la formulación de políticas de energía renovable. Las tecnologías de biomasa, energía hidroeléctrica y energía geotérmica se han probado en Centroamérica durante décadas. Los estudios de estas tecnologías deben concentrarse en su impacto local sobre las comunidades, los ecosistemas y el cambio climático. Respecto a la energía solar fotovoltaica en pequeña escala y el calentamiento de agua con energía solar, los estudios se pueden concentrar en dónde y cómo pueden extenderse y comercializarse estas tecnologías.

**Tabla 4. Potencial Efectivo Restante de Recursos Renovables en Centroamérica a partir del 2009**

|                      | Energía hidroeléctrica | Geotérmica    | Viento        | Bagazo       | Geotérmica, viento y bagazo en total |
|----------------------|------------------------|---------------|---------------|--------------|--------------------------------------|
|                      | gigavatios-hora        |               |               |              |                                      |
| Belice               | —                      | —             | —             | 80           | 80                                   |
| Costa Rica           | 20,386                 | 1,621         | 1,127         | 293          | 3,041                                |
| El Salvador          | 6,544                  | 2,605         | 2,798         | 273          | 5,676                                |
| Guatemala            | 15,010                 | 3,630         | 2,124         | 1,075        | 6,830                                |
| Honduras             | 15,302                 | 545           | 2,883         | 320          | 3,747                                |
| Nicaragua            | 7,187                  | 5,377         | 6,014         | 147          | 11,538                               |
| Panamá               | 9,329                  | 206           | 2,139         | 128          | 2,474                                |
| <b>Centroamérica</b> | <b>73,758</b>          | <b>13,984</b> | <b>17,085</b> | <b>2,316</b> | <b>33,386</b>                        |

Nota: El "potencial efectivo" se refiere al potencial del mercado a largo plazo de proyectos implementables de energía renovable. Cuando no hay datos se debe a que la fuente no los proporcionó.

Fuente: Véase nota final 108 para esta sección.

Existe menos experiencia con la energía solar fotovoltaica en escala de servicio público y con la generación eólica pequeña y grande. Será importante estudiar y comunicar las experiencias con las tecnologías recién instaladas a fin de mejorar las prácticas en el futuro. Nuevos estudios de factibilidad serían particularmente útiles para la energía eólica en pequeña escala, diferentes tipos de biomasa y tecnologías oceánicas (undimotriz y mareomotriz).

Más importante aún es que existe una falta de análisis exhaustivo de sistema. A los potenciales de energía renovable se deben superponer perfiles de carga en una región dada para permitir una planificación integrada. También deben integrarse con otras fuentes de electricidad —existentes y planeadas, renovables y convencionales— así como con medidas de eficiencia y soluciones disponibles tanto dentro como fuera de la red. Los datos extensos que ilustran cómo la variabilidad de los diferentes recursos renovables se armoniza con los patrones de demanda de electricidad diaria y de temporada pueden ayudar a los planificadores de energía a aprovechar estas fuentes de energía de manera eficiente. Integrar una variedad de recursos de energía renovable a lo largo de un área geográfica amplia en la misma red de electricidad podría también ayudar a reducir los efectos de la intermitencia localizada.

## 2.5 Áreas de Alto Impacto para el Uso de Energía Renovable

Se ha dado mucha atención a la investigación de fuentes renovables en el sector de electricidad en Centroamérica. Sin embargo, la investigación y comunicación para abordar importantes necesidades adicionales tales como el acceso a la energía en áreas geográficas remotas, el uso de leña por parte de los hogares y el uso de petróleo en el sector de transportes, ha sido limitada. Entre las áreas de gran impacto donde se necesita más investigación y acción coordinada con respecto a los potenciales de recursos y las tecnologías de energía renovable en la región se encuentran:

1. Expandir el acceso a la energía renovable en las comunidades sub-atendidas a través de energía renovable distribuida;
2. Prevenir la generación a gran escala alimentada por combustibles fósiles mediante la integración de fuentes de energía renovable, eficiencia energética y soluciones de redes pequeñas;
3. Hacer el uso de leña más sostenible a través de las prácticas y el empleo de alternativas a la biomasa tradicional; y
4. Crear opciones de movilidad sostenible con soluciones inteligentes en el sector de transporte.

Centroamérica tiene un vasto potencial para una variedad de tecnologías de energías renovables. Los países de la región están aumentando sus esfuerzos para utilizar estos recursos, pero la mayoría de estas soluciones energéticas sostenibles siguen sin aprovecharse.



### 3 | Oportunidades Socioeconómicas a través de Fuentes de Energía Renovable.

---

Proceder con el desarrollo energético “como si nada” en Centroamérica significará el uso continuo e insostenible de leña y fuentes de energía a base de petróleo. La región también enfrentará las crecientes consecuencias sociales y económicas de esta ruta. Si los precios de la electricidad en Centroamérica reflejaran los costos de quemar combustibles fósiles tanto para la salud humana como para el clima, la generación a base de combustibles fósiles costaría una cifra estimada entre 8 y 10% más hasta el 2020. Aunque las ventajas socioeconómicas de la transición regional a las fuentes renovables se ha documentado esporádicamente, lo que se necesita son evaluaciones LCOE + (‘costo nivelado de energía, +’) para la región y sus países, asimilando los costos completos de los subsidios directos y los costos indirectos para las sociedades, tales como impacto sobre la salud, el ambiente y el clima. Ese ambiente fortalecería aún más la justificación para un uso limitado de combustibles fósiles además de la inversión en tecnologías de energía sostenible y podría ser un verdadero modificador de paradigmas para los que aún no están convencidos de que las fuentes renovables son más baratas y es más inteligente aplicarlas.

La energía es clave para el desarrollo humano. En vez de ser un fin en sí misma, es un medio por el cual las comunidades tienen acceso a agua limpia, cocción de alimentos, alumbrado y control de temperatura. Lograr acceso a formas modernas de energía puede expandir importantes oportunidades sociales y económicas, tales como cuidado de la salud, educación y generación de ingresos.

En toda Centroamérica, las condiciones sociales y económicas han mejorado marcadamente en la última década. Sin embargo, los resultados varían ampliamente entre los países y dentro de ellos. De acuerdo con el Índice de Desarrollo Humano de las Naciones Unidas, que evalúa las naciones en tres dimensiones de salud, educación y estándar de vida, Costa Rica y Panamá ocupan la categoría superior media de desarrollo humano, mientras que sus vecinos al norte —Belice, El Salvador, Guatemala, Honduras y Nicaragua— están en el rango medio inferior<sup>1</sup>. (Véase la tabla 5.)

En promedio, la gente de Centroamérica consume aproximadamente una cuarta parte de la energía primaria usada por Estados Unidos<sup>2</sup>. Sin embargo, el crecimiento de la población y el rápido desarrollo económico están contribuyendo a la elevación de la demanda de energía regional, que incrementó por 4,2% solamente en el 2011<sup>3</sup>. De acuerdo con la Estrategia Energética Sustentable Centroamericana 2020, la región requerirá 6,3-7,3 gigavatios adicionales de capacidad instalada de electricidad para 2020 a fin de mantenerse al día con el crecimiento proyectado<sup>4</sup>. Ante este desafío, los gobiernos deben escoger entre seguir importando enormes cantidades de combustibles fósiles y crear grandes represas insostenibles o bien desarrollar el enorme potencial sostenible de la región e invertir en una mayor eficiencia energética.<sup>5</sup>

Como ocurre en otros lugares, el rápido desarrollo económico y la industrialización han tenido un inmenso impacto sobre la gente y el ambiente de Centroamérica. La quema de petróleo y otros combustibles

**Tabla 5. Calificaciones del Índice de Desarrollo Humano (IDH) para Centroamérica, 2012**

| Calificación de IDH |     | Expectativa de vida al nacer | Años medios de escolaridad | Años esperados de escolaridad | Ingreso nacional bruto per cápita años |
|---------------------|-----|------------------------------|----------------------------|-------------------------------|----------------------------------------|
|                     |     | años                         |                            |                               | 2005 PPP\$ constante                   |
| Panamá              | 59  | 76.3                         | 9.4                        | 13.2                          | 13,519                                 |
| Costa Rica          | 62  | 79.4                         | 8.3                        | 11.7                          | 10,863                                 |
| Belice              | 96  | 76.3                         | 8.0                        | 12.4                          | 5,327                                  |
| El Salvador         | 107 | 72.4                         | 7.5                        | 12.1                          | 5,915                                  |
| Honduras            | 120 | 73.4                         | 6.5                        | 11.4                          | 3,426                                  |
| Guatemala           | 133 | 71.4                         | 4.1                        | 11.5                          | 4,235                                  |
| Nicaragua           | 129 | 74.3                         | 5.8                        | 10.8                          | 2,551                                  |

Nota: La calificación es a partir de 132 países evaluados, donde una calificación cercana a 1 indica un nivel más alto de desarrollo humano.

Fuente: Véase la nota final 1 para esta sección.

fósiles es responsable de la contaminación local del aire, el suelo y el agua, tiene efectos adversos sobre los ecosistemas y la salud humana y es un gran contribuyente en el cambio climático global<sup>6</sup>. En toda la región, la contaminación del agua debido a emisiones de materia particulada resultante de las plantas de energía a base de petróleo y el transporte agravan la contaminación resultante de desechos sólidos y agroquímicos<sup>7</sup>. Además, el rápido crecimiento urbano ha llevado a un aumento en la contaminación local del aire, particularmente en centros urbanos como San Salvador, San José y Tegucigalpa.<sup>8</sup>

Conforme la energía renovable se vuelve más asequible y fácilmente utilizable, Centroamérica tiene una oportunidad sin precedentes de pasar por alto las prácticas intensivas en carbono que impulsaron un curso insostenible de desarrollo en los países industrializados y más bien seguir una ruta de crecimiento baja en carbono. Ya sea a través de energía distribuida a partir de paneles solares sobre techos o conectándose a la red que se alimenta de energía eólica a gran escala, las comunidades pueden buscar mayores oportunidades socioeconómicas con un impacto ambiental y humano relativamente menor.

### 3.1 La Carga de la Dependencia Petrolera y la Volatilidad de los Precios del Petróleo

Al igual que muchas regiones, Centroamérica es extremadamente vulnerable a los precios altos e impredecibles del petróleo. En 2008, durante la crisis mundial del petróleo, el precio global de este producto alcanzó un máximo de \$145 por barril<sup>9</sup>. Ese mismo año, Centroamérica gastó \$11.200 millones en importaciones de petróleo, casi un 50% más que en 2006<sup>10</sup>. Al enfrentar costos más altos, la competitividad de las industrias que son energéticamente intensivas disminuyó en los mercados internacionales.

Las estimaciones preliminares sugieren que en 2012 Centroamérica gastó \$13.400 millones en importaciones de petróleo, un poco más que el año anterior<sup>11</sup>. (Véase la tabla 6.) El mayor gasto en importaciones de petróleo puede perjudicar el déficit comercial de los países. Los altos gastos en petróleo

**Tabla 6. Gastos de Importación de Petróleo y Porción del PIB en Centroamérica, Total y por País, 2007-11**

|              | 2007         |            | 2008          |            | 2009         |            | 2010         |            | 2011          |            |
|--------------|--------------|------------|---------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|---------------|------------|
|              | Mill. de \$  | % PIB      | Mill. de \$   | % PIB      | Mill. de \$  | % PIB      | Mill. de \$  | % PIB      | Mill. de \$   | % PIB      |
| Nicaragua    | 809          | 14.3       | 951           | 14.9       | 649          | 10.4       | 741          | 11.3       | 1,216         | 16.7       |
| Honduras     | 1,392        | 11.3       | 1,937         | 14.0       | 1,215        | 8.6        | 1,684        | 10.9       | 2,267         | 13.4       |
| Panamá       | 1,230        | 6.2        | 1,927         | 8.4        | 1,235        | 5.4        | 1,713        | 6.5        | 2,863         | 9.2        |
| El Salvador  | 1,288        | 6.4        | 1,647         | 7.7        | 1,038        | 5.0        | 1,350        | 6.3        | 1,819         | 7.9        |
| Guatemala    | 2,422        | 7.1        | 2,690         | 6.9        | 2,014        | 5.4        | 2,227        | 5.4        | 2,951         | 6.3        |
| Costa Rica   | 1,440        | 5.5        | 2,089         | 7.0        | 1,232        | 4.2        | 1,604        | 4.4        | 2,150         | 5.2        |
| <b>Total</b> | <b>8,580</b> | <b>7.3</b> | <b>11,243</b> | <b>8.4</b> | <b>7,383</b> | <b>5.7</b> | <b>9,320</b> | <b>6.3</b> | <b>13,265</b> | <b>8.0</b> |

*Nota: No se cuenta con datos para Belice.*

*Fuente: Véase la nota final 11 para esta sección.*

del sector de energía y los crecientes costos resultantes para la generación de electricidad pueden crear efectos secundarios en la economía, lo que hace que los gobiernos implementen intervenciones de mercado —subsidios, por ejemplo— para lidiar con los altos costos de la electricidad. Aunque muchos gobiernos deciden intervenir en el mercado para proteger a los ciudadanos de los costos cada vez mayores de energía y el gasto en el hogar, esa intervención también crea incertidumbre en la inversión. Al continuar los precios de petróleo su ruta ascendente, esta dependencia probablemente empeorará mientras que se necesite del petróleo para satisfacer la creciente demanda energética.

En toda Centroamérica, los gobiernos han utilizado los subsidios a la energía para proteger sus economías contra los altos precios del petróleo, mejorar el acceso de la población a la energía y promover el crecimiento económico. Estos subsidios se han incrementado drásticamente en años recientes<sup>12</sup>. El Salvador por sí solo proporciona \$420 millones al año en subsidios a la electricidad, a la gasolina, el propano y el transporte público, casi el doble del monto de Honduras, y esa cantidad representa casi del 14% del ingreso fiscal<sup>13</sup>. (Véase la tabla 7.)

Cuando se administran eficazmente, los subsidios pueden facilitar el acceso a la energía para los consumidores de bajo ingreso, haciéndola más asequible. Sin embargo, reducir el precio de la electricidad para el consumidor a través de subsidios puede tener también efectos adversos. Con bajos precios de la electricidad, el consumo a menudo aumenta, lo que desestimula a los consumidores a usar energía en una forma más eficiente. Los subsidios pueden tener también el efecto de privilegiar una generación de electricidad convencional que ya se ha establecido. En Centroamérica, el subsidio da una ventaja a las plantas de energía térmica alimentadas con petróleo, lo que socava la oportunidad de mercado para la energía renovable.

A través de sus políticas de subsidio a la energía, los gobiernos de la región están enviando señales mixtas a los desarrolladores de energía renovable. Por una parte, los gobiernos son francos en su apoyo a las fuentes de energía renovable, pero al mismo tiempo continúan subsidiando el uso del combustible fósil y la generación de electricidad basada en ese combustible, impidiendo la adopción acelerada de las fuentes

**Tabla 7. Subsidios a la Energía en Centroamérica, Países Selectos, 2008**

|             | Electricidad        | Gasolina | Propano | Transporte público | Porción del PIB | Porción del ingreso |
|-------------|---------------------|----------|---------|--------------------|-----------------|---------------------|
|             | millones de U.S. \$ |          |         |                    | porcentaje      |                     |
| El Salvador | 223.0               | —        | 140.0   | 57.1               | 1.5             | 13.5                |
| Honduras    | 42.1                | 156.6    | —       | 19.9               | 1.6             | 9.5                 |
| Nicaragua   | 27.9                | —        | —       | 40.0               | 1.2             | 6.3                 |
| Panamá      | 82.0                | —        | 64.0    | 19.0               | 0.7             | 3.5                 |
| Guatemala   | 37.8                | —        | —       | 48.4               | 0.2             | 2.2                 |

*Nota: No se cuenta con datos globales mas recientes para subsidios de la energía. Donde no hay datos se debe a que la fuente no los proporcionó. No hay subsidios directos en Costa Rica y no se dispone de ningún dato conocido para Belice.*

*Fuente: Véase la nota final 13 para esta sección*

de energía renovable en la región. En general, la distorsión de mercado creada por los subsidios a favor de los combustibles fósiles (y por tanto el petróleo importado) termina por estorbar el desarrollo de la energía renovable, restringiendo el acceso a la energía y restando valor a la eficiencia energética.

## 3.2 Beneficios Sociales y Económicos de la Energía Renovable y la Eficiencia Energética

### 3.2.1 Competitividad en Cuanto a Costos de las Fuentes de Energía Renovable

Hacer el cambio a la energía renovable puede tener ventajas significativas de costos sobre los combustibles fósiles. En general, las comparaciones de costos entre diversos tipos de generación de energía pueden ser difíciles debido a que diferentes factores influyen en el precio detallado de la electricidad, incluyendo los costos de producción, transmisión y distribución, subsidios, impuestos y regulaciones. Sin embargo, un método, el Costo Nivelado de Energía (LCOE), permite la comparación entre diferentes tecnologías al proporcionar un costo por kWh de la energía durante el ciclo de vida de una planta de energía. El LCOE estándar toma en cuenta factores relacionados directamente con la producción de energía tales como el costo de equipo, combustible y mano de obra, así como estimaciones de eficiencia de plantas.

Un estudio reciente de LCOE de Centroamérica realizado por el Banco Mundial comparó las tecnologías de energía geotérmica, energía hidroeléctrica y el combustible fósil y concluyó que las fuentes de energía renovable son más competitivas en cuanto a costos que las fuentes de energía basadas en combustible fósil<sup>14</sup>. El reporte estima el costo de la energía geotérmica en 5-8,9 centavos de US\$ por kWh y el costo de la energía hidroeléctrica en 7-8 centavos por kWh<sup>15</sup>. En contraste, para las plantas alimentadas por fuelóleo pesado, la generación puede costar hasta 12-15 centavos por kWh; los costos de la generación basada en carbón son de 10-11 centavos por kWh<sup>16</sup>.

Al hacer una comparación de costos nivelados respecto a las fuentes de energía, es posible estimar los beneficios de costos de las fuentes de energía renovables con respecto a los combustibles fósiles. Sin embargo, las estimaciones estándar de LCOE aún no incluyen el verdadero costo de la energía debido a

externalidades relacionadas con la generación de energía, así como a las distorsiones de mercado causadas por el fuerte uso del subsidio. En Centroamérica, tanto los combustibles fósiles como las fuentes de energía renovable reciben subsidios en la actualidad, pero la balanza se inclina desproporcionadamente a favor de los combustibles fósiles a pesar de sus perjudiciales costos externos.

Al extender el análisis estándar de LCOE para tomar en cuenta estas externalidades —a través de un enfoque conocido como LCOE+— se puede ayudar a lidiar con estos factores faltantes. El LCOE+ es una importante herramienta para analizar los verdaderos costos que tiene para la sociedad la energía basada en combustibles fósiles y para demostrar la verdadera brecha de costos entre producción de electricidad basada en energía renovable y producción de electricidad basada en energía no renovable.

### 3.2.2 *Los Costos Ocultos de los Combustibles Fósiles*

La mayoría de las estimaciones del costo del petróleo y otros combustibles fósiles no toman en cuenta los impactos sociales y ambientales relacionados con estos combustibles, que incluye los impactos de clima relacionados con emisiones de gases de efecto invernadero. Cuando se agregan estos diversos costos externos al precio nominal de la energía, se hace claro que la energía basada en combustibles fósiles en Centroamérica es social y ambientalmente más costosa que muchas alternativas de energías renovables.

En 2009, la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) estimó las externalidades de la generación de electricidad basada en combustibles fósiles en Centroamérica aplicando diversos escenarios<sup>17</sup>. Descubrió que solamente los costos de salud resultantes de la contaminación local aumentarían el costo de la electricidad entre un 1,8% y un 5,4%, o en un promedio de 0,14 centavos por kWh. Cuando se consideraron los impactos sobre el clima resultantes de las emisiones de CO<sub>2</sub>, el “verdadero costo” de la electricidad aumentó en 0,87 centavos hasta alcanzar 2,3 centavos por kWh, utilizando la base de referencia conservadora de \$20 por tonelada de CO<sub>2</sub> emitida<sup>18</sup>. La asimilación de ambos tipos de externalidades elevó los costos de la electricidad a un promedio de 1,57 centavos por kWh<sup>19</sup>.

La CEPAL también analizó las externalidades para la energía en Centroamérica y el Caribe durante el período comprendido entre 2010 y 2023<sup>20</sup>. Descubrió que los costos promedio anuales relacionados con el clima equivalen a \$307 millones y los costos promedio anuales relacionados con la salud son de \$44 millones<sup>21</sup>. Al aplicar estos resultados al escenario de expansión de energía usados en la Estrategia Energética Sustentable Centroamericana 2020, el estudio descubrió que las externalidades relacionadas con salud y cambio climático aumentarían el verdadero costo de las plantas generadoras de energía basadas en combustibles fósiles entre un 8% y 10,6% hasta 2020<sup>22</sup>.

Cuando se comparan con otros análisis de LCOE+ para los países de Latinoamérica y el Caribe, las estimaciones dadas por la CEPAL son conservadoramente bajas. Por ejemplo, los cálculos del Worldwatch Institute para Jamaica estiman que agregar los impactos de salud relacionados con las plantas de generación de combustibles fósiles (construidas después de 1990) equivale a un aumento promedio en el costo de la electricidad de 44,6%, en comparación con un 1,8% a un 5,4% de aumento dado por la CEPAL<sup>23</sup>.

Para los impactos sobre el clima, en contraposición a los \$20 por tonelada de CO<sub>2</sub> utilizados en el estudio de la CEPAL, \$100 por tonelada de CO<sub>2</sub> se considera un valor mediano razonable dado que diferentes estudios utilizan valores que van desde \$20 hasta \$400 por tonelada<sup>24</sup>. Además, \$100 por tonelada de

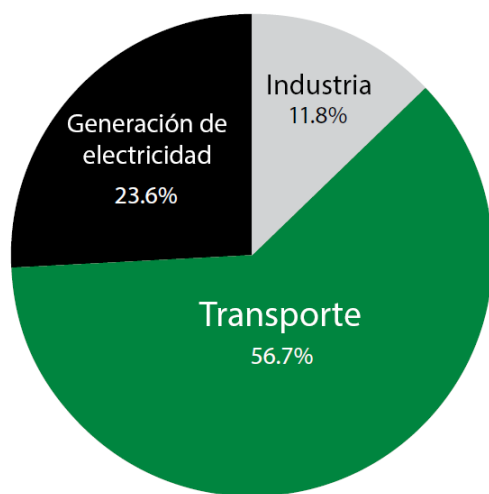
CO<sup>2</sup> es un promedio global, mientras que el impacto del cambio climático será considerablemente más alto para los países de Centroamérica, que están entre los más vulnerables al clima extremo, incluyendo tormentas más frecuentes y cambios en la precipitación por temporada.

Identificar los costos ocultos de la electricidad basada en combustibles fósiles brinda una oportunidad para tomar medidas a fin de reducirlos. Los formuladores de políticas y los planificadores de energía de la región deben tratar de asimilar estas externalidades con el objetivo de reducir los efectos dañinos a través de mayor implementación de energía renovable.

### 3.2.3 Cambio Climático y Beneficios para la Salud Humana

Una de las fuerzas motrices que respaldan el uso de energía renovable es la mitigación del cambio climático a través de la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero. Sin embargo, las fuentes de energía renovables pueden contribuir a otros aspectos de desarrollo sostenible tales como reducir los efectos negativos de los combustibles fósiles sobre la contaminación local del aire y el ambiente, aumentar el acceso a formas más modernas de energía y fomentar la seguridad energética.

Pese al bajo uso per cápita del petróleo en Centroamérica y la contribución relativamente baja de la región a las emisiones totales de gases de efecto invernadero, existe una creciente preocupación respecto a los efectos adversos del cambio climático y la importancia de mitigar las emisiones. En 2008, Centroamérica representó una cifra estimada del 0,16% de las emisiones globales y más de la mitad del total regional provino del transporte<sup>25</sup>. (Véase la figura 9.) Guatemala es el mayor emisor de gases de efecto invernadero de la región debido al tamaño de su población<sup>26</sup>. (Véase la figura 10.)



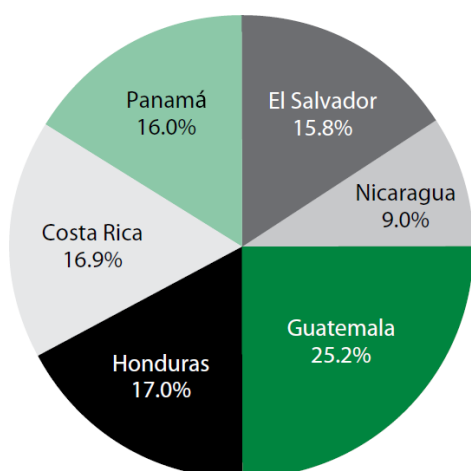
**Figura 9.**

Porción de las emisiones de dióxido de carbono en Centroamérica, por Fuente, 2008

*Nota: Los datos excluyen a Belice.*

*Fuente: UN-CEPAL*

Aunque la contribución de las emisiones es baja en comparación con muchas otras regiones, Centroamérica es desproporcionadamente vulnerable a los efectos del cambio climático debido a su ubicación geográfica y a la incapacidad de las comunidades de bajo ingreso de responder al impacto de las variaciones en el clima y a severos eventos climatológicos. A través de la Estrategia Energética Sustentable Centroamericana 2020, la región se ha comprometido a reducir las emisiones totales de gases de efecto invernadero en un 20% para 2020 (respecto a los niveles de 2007)<sup>27</sup>. La energía renovable desempeña un papel clave

**Figura 10.**

Porción de las emisiones de dióxido de carbono en Centroamérica, por País, 2008

*Nota: Los cálculos de las emisiones regionales no incluyen datos de Belice.*

*Fuente: UN-CEPAL*

en lograr ese objetivo junto con la eficiencia energética y los ahorros de energía. La estrategia busca aumentar las fuentes de energía renovable y reducir la participación de la generación de energía basada en combustibles fósiles.

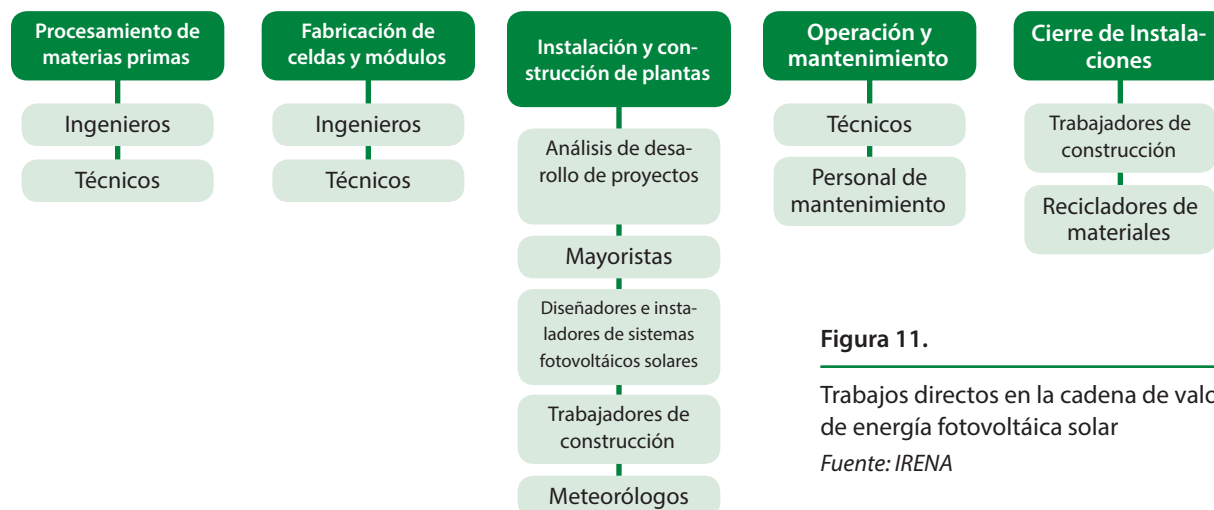
Además de reducir las emisiones que alteran el clima, las fuentes de energía renovable ofrecen beneficios en las áreas de salud, contaminación del aire y ambiente. Las fuentes de energía renovables que no son de combustión tienen el potencial de reducir significativamente la contaminación local del aire reduciendo los impactos sobre la salud relacionados con la generación de energía con base en combustible fósil. La común quema de leña y otras fuentes tradicionales de biomasa tiene como resultado impactos sobre la salud a causa de la materia particulada, el monóxido de carbono y otros contaminantes<sup>28</sup>. En los niños, la exposición a largo plazo a estos contaminantes puede aumentar el riesgo de desarrollar infecciones respiratorias agudas y es una de las principales causas de mortalidad<sup>29</sup>.

### 3.2.4 Creación de Empleos en el País

La mano de obra requerida para implementar medidas de eficiencia energética, agregar una significativa capacidad de energía renovable y mejorar la red eléctrica creará nuevas oportunidades de trabajo en Centroamérica. La creación de puestos de trabajo incluye empleos directos en las actividades principales del sector de energía renovable, empleos indirectos en sectores que abastecen la industria de energía renovable y empleos inducidos creados cuando la riqueza generada por la industria de energía renovable se gasta en otros sectores de la economía<sup>30</sup>.

Los empleos directos de energía renovable por lo general se dividen en dos categorías: empleos de construcción, instalación y manufactura (CIM) y empleos de operación y mantenimiento (O&M)<sup>31</sup>. (Véase la figura 11.) Los empleos de construcción, instalación y manufactura por lo general se concentran en los primeros años del establecimiento de una planta de energía renovable mientras que la mayoría de empleos de operación y mantenimiento existen durante toda la vida de la instalación. En general, las plantas de energía renovable requieren más mano de obra que las plantas de energía alimentadas con petróleo y esto es positivo en términos de creación de puestos de trabajo. El gasto de recursos en mano de obra en lugar de importaciones de combustibles fósiles de otros países genera beneficios para el país resultantes de la inversión en energía.





Un estudio del potencial de creación de trabajos en la industria global de energía solar descubrió que a corto plazo cada nuevo megavatio de capacidad de energía fotovoltaica creará 20 empleos de manufactura, 30 de instalación y uno de mantenimiento<sup>32</sup>. Suponiendo una vida de 25 años para las plantas de energía fotovoltaica, esto tendría como resultado 0,8 empleos de manufactura y 1,2 empleos de instalación al año por Megavatio de capacidad instalada.

Un estudio similar de la industria de energía eólica estima que cada nuevo MW de capacidad eólica creará 16 empleos de manufactura y suministro de componentes\*, 5 empleos en desarrollo de plantas eólicas, instalación y empleo indirecto y 0,33 empleos en operación y mantenimiento<sup>33</sup>. Suponiendo una vida de 25 años para las instalaciones eólicas, esto tiene como resultado 0,64 empleos de manufactura y 0,2 empleos de instalación al año por megavatio generado. Estas estimaciones de creación de trabajos —especialmente para la energía solar— son significativamente más altas que lo que podría esperarse de seguir dependiendo de la generación de combustible fósil<sup>34</sup>.

Aunque algunas de las compañías extranjeras que instalan energía renovable en Centroamérica vendrán con sus propios empleados, muchos de los empleos iniciales de energía renovable ocurrirán en instalación y en operación y mantenimiento, ya que estos puestos se ubican en el país. Hasta que haya una cadena de valor completa para diversas tecnologías en la región, la mayoría de empleos indirectos y de manufactura se concentrará en los países que fabrican el equipo y los materiales para energías renovables. Por tanto, es crítico seguir construyendo capacidad regional en todas las áreas de energía renovable<sup>35</sup>. (Véase el caso 4.)

### 3.2.5 Acceso a la Energía

Aunque la electrificación se ha expandido significativamente en Centroamérica en las últimas dos décadas, se estima que siete millones de personas de la región todavía tienen un acceso limitado a este componente crítico de empoderamiento socioeconómico<sup>36</sup>. (Véase la tabla 8.) Las políticas orientadas únicamente a la producción y distribución centralizada de electricidad son insuficientes para satisfacer las necesidades de los pueblos y las comunidades marginadas y, como consecuencia, cada uno de los

#### Caso 4. Desarrollo de Mercados para la Energía Renovable en el Área Rural de Honduras

---

Fundado hace 70 años como una escuela agrícola, el Zamorano de Honduras es ahora una de las instituciones académicas más prestigiosas de Latinoamérica en el campo de desarrollo rural y cuenta con más de 1.200 estudiantes de toda la región. En 2009, un proyecto del Departamento de Ambiente y Desarrollo del Zamorano llamado “Desarrollo de Mercados Locales de Energía Renovable” se seleccionó entre un conjunto de 1.000 solicitantes como uno de los 26 ganadores del concurso Global Village Energy Partnership’s, IDEAS.

El objetivo del proyecto era reducir la brecha entre la oferta y la demanda de servicios de energía renovable en las comunidades rurales, en particular en el valle de Yeguaré donde está ubicado el Zamorano. El proyecto otorgó becas a 25 residentes de distintas comunidades para un programa de capacitación de negocios de energía renovable y los estimuló a establecer microempresas formales para vender, instalar y mantener paneles fotovoltaicos solares, mejores cocinas de leña y otras tecnologías. Además, el proyecto colaboró con instituciones de microfinanzas para crear líneas de crédito a fin de ayudar a las familias y a los negocios locales a comprar tecnologías de energía renovable, promovió contactos con sus proveedores de equipo y desarrolló campañas de concientización en las comunidades respecto a los beneficios de la energía renovable.

Para octubre de 2011, los microemprendedores de energía capacitados por el Zamorano reportaron ventas de 400 sistemas de energía renovable incluyendo 246 paneles fotovoltaicos solares en hogares locales y 160 cocinas de leña que habían sido mejoradas. Como parte de las actividades de demostración, el Zamorano también instaló cinco sistemas fotovoltaicos de 200 vatios en escuelas rurales y les proporcionó equipo multimedia. Se capacitó a los maestros y padres para mantener los sistemas solares y para reunir fondos a fin de garantizar una sostenibilidad a largo plazo. El Zamorano ha recibido reconocimiento internacional por los logros del proyecto y otras organizaciones de Honduras están copiando su metodología.

A través del Centro Zamorano de Energía Renovable (CZER), creado en 2007 para buscar soluciones a los problemas tales como cambio climático, la institución sigue creando capacidad para usar la energía renovable en el desarrollo rural. Entre otras actividades el Centro ha participado y ha desarrollado proyectos y estudios de investigación, ha experimentado con biocombustibles y ha promovido el uso de fuentes de energía renovable en diferentes sectores. El gobierno alemán, a través de su agencia de cooperación internacional GIZ, financió proyectos sobre “capacitación, investigación y promoción de energía renovable en el sector agrícola y forestal de Centroamérica” que buscan capacitar a estudiantes del Zamorano, agricultores y microempresarios en distintas aplicaciones de la energía renovable en la región.

*Fuente: Véase la nota final 35 para esta sección.*

---

países de Centroamérica ha implementado un programa de acceso a la energía de algún tipo, con diversos grados de éxito e incorporación de energía renovable.

Para muchas comunidades de áreas remotas, es improbable que ocurra la conexión con la red debido a la inaccesibilidad geográfica y a razones desfavorables de costo-rendimiento. Por tanto, la energía distribuida o descentralizada no solo es una alternativa sino que puede ser la única opción para que estas comunidades logren electrificarse.

La Estrategia Energética Sustentable Centroamericana 2020, aprobada por los ministros de energía de la región en 2007, tiene las metas explícitas de reducir el consumo de leña en un 10% a través del uso de estufas eficientes en un millón de hogares centroamericanos y el logro de una electrificación del 90%

---

\* Aunque estos trabajos actualmente están en el extranjero, al desarrollarse una cadena de suministros en la región las economías locales de mano terminarán por beneficiarse.

**Tabla 8. Acceso a la Electricidad en Centroamérica, 2012**

|               | Población sin electricidad | Tasa global de electrificación | Tasa de electrificación urbana | Tasa de electrificación rural |
|---------------|----------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|
|               | Milliones                  |                                | Porcentaje                     |                               |
| Costa Rica    | 0.0                        | 99                             | 100                            | 98                            |
| El Salvador   | 0.5                        | 92                             | 97                             | 82                            |
| Panamá        | 0.4                        | 88                             | 94                             | 71                            |
| Belize        | 0.05                       | 85                             | —                              | —                             |
| Guatemala     | 3.0                        | 80                             | 91                             | 70                            |
| Honduras      | 1.5                        | 80                             | 99                             | 60                            |
| Nicaragua     | 1.6                        | 72                             | 95                             | 41                            |
| Centroamérica | 7.1                        | 85                             | 96                             | 70                            |

*Nota: Donde no hay datos se debe a que la fuente no los proporcionó. Las tasas de electrificación urbana y rural para Centroamérica en general excluyen a Belice.*

*Fuente: Véase la nota final 36 para esta sección..*

en la región para 2020<sup>37</sup>. En una reciente reunión de los países miembros del Sistema de Integración Centroamericana (SICA) en 2012, los directores de energía enfatizaron expandir el acceso a la electricidad como una prioridad importante, reiterando el objetivo de 2020<sup>38</sup>.

En Guatemala, el Ministerio de Energía y Minas ha trabajado arduamente con el Instituto Nacional de Electrificación (INDE) por más de 10 años a fin de administrar el Plan de Electrificación Rural (PER), que requiere que los distribuidores de electricidad desarrollen extensiones de red para electrificación rural en sus respectivas jurisdicciones. El Plan de Electrificación Rural esta apenas empezando la implementación de energía renovable en aplicaciones rurales fuera de la red.

El proyecto de electrificación rural fuera de la red de Nicaragua, PERZA (Programa de Electrificación Rural en Zonas Aisladas) terminó en 2011 tras brindar electricidad a más de 6.000 hogares rurales en el país a través de energía solar residencial en pequeña escala y de la construcción de siete estaciones de carga de energía fotovoltaica solar y cuatro mini centrales hidroeléctricas. Más importante aún, el programa proporcionó un marco para el bienestar financiero a largo plazo de las comunidades y los negocios participantes. Más de 3.000 personas participaron en los talleres y reuniones a través de PERZA, se desarrollaron 43 planes de negocios y 10 instituciones de microfinanzas ofrecen ahora préstamos para la electrificación rural<sup>39</sup>.

La energía renovable distribuida ofrece una ruta de desarrollo de base local, que permite a las personas y a las comunidades participar estrechamente y controlar su propio suministro de energía<sup>40</sup>. Las tecnologías de energía renovable distribuida en pequeña escala constituyen una importante alternativa impulsada por la comunidad a los grandes proyectos centralizados que pueden estar alejados de la participación y los intereses comunales.

### 3.2.6 Empoderamiento de las Mujeres a través de la Energía Limpia

Hay una dinámica de género en juego en casi todos los aspectos de la vida económica y social que incluye cómo se produce y se usa la energía. Por muchos años la discusión sobre género y energía se ha concentrado en gran medida en la “energía en el hogar”, particularmente la quema de biomasa tradicional para cocinar y sus impactos sobre la salud de las mujeres<sup>41</sup>. En Centroamérica, este tema sigue siendo oportuno debido al papel que siguen desempeñando las mujeres en toda la región en esta esfera.

No obstante, en Centroamérica, al igual que en otros lugares, las mujeres están buscando cada vez más empoderarse a sí mismas y a sus comunidades mediante el uso de energía renovable. Las fuentes de energía renovable tienen el potencial de reducir las horas que se pasan recolectando leña y otras fuentes de energía para uso en el hogar y dar así tiempo para otras actividades sociales tales como educación, participación en la toma de decisiones, negocios y generación de ingresos<sup>42</sup>. Las mujeres también están participando cada vez más en proyectos técnicos de energía renovable y están adoptando papeles tradicionalmente desempeñados por los hombres tales como electrificar sus comunidades, negocios y hogares<sup>43</sup>. (Véase el Caso 5.)

### 3.3 La Necesidad de Desarrollar Evaluaciones Socioeconómicas Completas de Rutas Energéticas

Aunque estudios específicos han demostrado las ventajas de costo, salud, ambiente, empleo, desarrollo y equidad de género que tiene la energía renovable, todavía se necesitan evaluaciones completas que

#### Caso 5. Las Mujeres Solares de Totogalpa, Nicaragua

Las mujeres solares de Totogalpa es una singular cooperativa de 19 mujeres y dos hombres que colaboran en Nicaragua para desarrollar sus comunidades mediante la producción y uso de tecnologías de energía renovable. El grupo ha desarrollado hasta ahora proyectos solares en dos comunidades rurales en el noreste del país.

La cooperativa se formó en 1999 como una derivación del Programa de Fuentes de Energía Alternativa de la Universidad Nacional de Ingeniería de Nicaragua. El objetivo inicial del proyecto era capacitar a las víctimas de las minas terrestres en la producción e instalación de paneles solares de energía fotovoltaica. Mediante la exposición al proyecto, las mujeres de Totogalpa se dieron cuenta de que la energía solar también podía usarse para cocinar como sustituto de la leña. Empezaron a organizarse en 2003 y obtuvieron estatus legal como cooperativa en 2010.

Las Mujeres Solares no son las únicas usuarias de la tecnología, pero participan activamente en la investigación y el desarrollo de nuevos productos y aplicaciones. Además de diseñar, construir y vender estufas solares y sistemas térmicos solares (utilizados para secar), diseñan y ensamblan diversos tipos de paneles de energía fotovoltaica utilizando celdas recicladas de energía fotovoltaica. Producen una variedad de bienes procesados utilizando energía renovable tales como galletas, conservas de frutas y café y recientemente han abierto su propio “restaurante solar”. La venta de estos productos crea un financiamiento sostenido y las mujeres están explorando constantemente nuevas oportunidades tales como trabajar con estufas mejoradas de leña, biogás y bombas para agua impulsadas por energía solar.

El grupo está también ayudando a crear conciencia y capacidad en otras comunidades y organizaciones a través de eventos de capacitación para participantes locales e internacionales. Varias de las mujeres han servido como oradoras e instructoras en otras partes del mundo. La cooperativa ha recibido varias veces el premio Nacional de Energía Renovable y ha sido galardonada con el premio SEED de las Naciones Unidas en 2008.

Si desea más información, vea [www.muheressolares.org](http://www.muheressolares.org)

*Fuente: Véase la nota final 43 para esta sección.*

cuantifiquen estos beneficios en el contexto centroamericano. Una evaluación completa de LCOE+ para la región que incluya costos de salud, ambientales y de cambio climático fortalecería la justificación para limitar la generación con base en combustibles fósiles y ayudar a los planificadores de energía a determinar la mejor mezcla de fuentes de energía renovable para la región. Las evaluaciones de las estructuras económicas y los mercados laborales de los países centroamericanos en su relación con la energía renovable también son esenciales para determinar la cadena completa de suministros y las oportunidades de empleo para el desarrollo de la tecnología renovable en la región, así como sectores prioritarios para esfuerzos de creación de capacidad.

## 4 | Inversiones en Energía Renovable y Necesidades Futuras de Financiamiento

---

Para satisfacer su creciente demanda de energía, Centroamérica requerirá decenas de miles de millones de dólares de inversión en nueva capacidad eléctrica durante las décadas venideras y la energía renovable está posicionada en forma óptima para recibir la mayor parte de ésta. Cuando se evalúan a lo largo de todo su ciclo de vida, muchas tecnologías de energía renovable, incluyendo la solar, la eólica, la de biomasa y la energía hidroeléctrica (en pequeña escala) son más eficaces en cuanto a costos en la mayoría de lugares de la región que los combustibles fósiles para la generación de energía. Sin embargo, la inversión en energía renovable se ve fuertemente influida por el clima global de inversión de un país y muchos países de Centroamérica tienen calificaciones comparativamente bajas en los índices de competitividad global. Sin embargo, Nicaragua es un ejemplo que ha superado su baja calificación de inversión poniendo en práctica medidas específicas de apoyo para las inversiones renovables. Las barreras clave en el sector financiero en toda la región incluyen la falta de sensibilización de los bancos para entender la propuesta de valor de las tecnologías renovables y la falta de comprensión entre muchos desarrolladores de energía renovable de lo que los bancos requieren para aprobar un préstamo.

En 2012, la inversión global en nueva capacidad de energía renovable bajó levemente a \$269.000 millones respecto a su máximo de \$302.000 millones en 2011. Sin embargo, el crecimiento global durante la última década no ha tenido precedentes<sup>\*1</sup>. Entre 2004 y 2011, la capacidad instalada de fuentes de energía renovable creció a una tasa anual promedio de 31%<sup>2</sup>. Algo importante es que el crecimiento de la inversión ha ido en aumento en los países en desarrollo (es decir, los países que no son miembros de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, OCDE), que representan el 35% de las inversiones totales en 2011<sup>3</sup>.

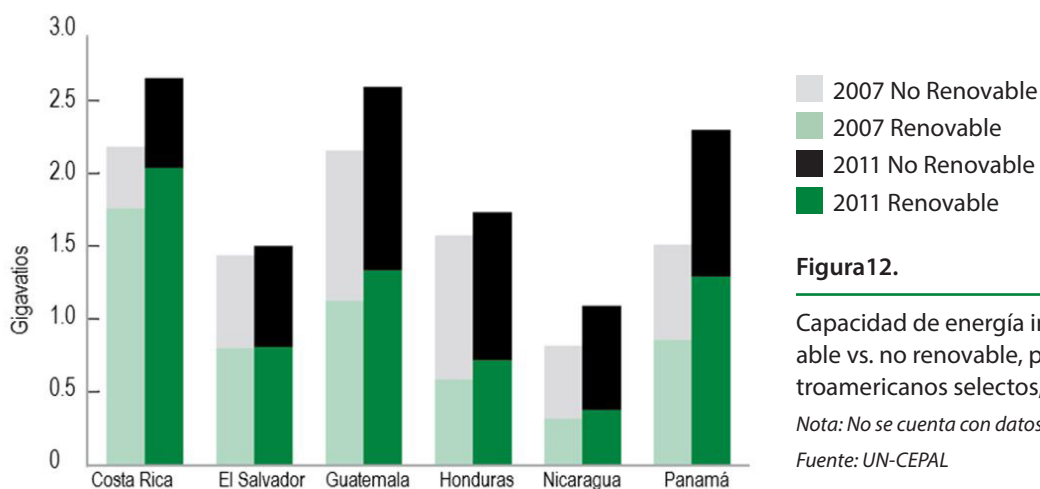
Cumplir con las aspiraciones de los gobiernos centroamericanos respecto a un sector de energía más sostenible requerirá aumentar los esfuerzos de inversión para lograr esta transición y establecer firmemente las tecnologías limpias para el desarrollo compatible con el clima. La Estrategia Energética Sustentable Centroamericana 2020 estima que la región debe instalar entre 6.300 y 7.300 megavatios de nueva capacidad antes de finalizar el año 2020, lo que requiere inversiones de entre \$12.000 y 18.000 millones<sup>4</sup>. Una de las principales metas de la estrategia es incrementar la participación de fuentes de energía renovable en la generación de electricidad regional en un 11% para 2020 (por encima de los niveles de 2007)<sup>5</sup>.

### 4.1 Clima de Inversión

La inversión en energía renovable varía significativamente en toda Centroamérica. En la mitad de los

---

\* La inversión global en nueva capacidad de energía renovable excluye las grandes plantas de energía hidroeléctrica e incluye energía eólica a escala de servicio público, energía solar, geotérmica, biocombustibles, energía solar en pequeña escala y calefacción solar.

**Figura 12.**

Capacidad de energía instalada renovable vs. no renovable, países centroamericanos selectos, 2007 y 2011

*Nota: No se cuenta con datos para Belice.*

*Fuente: UN-CEPAL*

países, la capacidad de generación no renovable creció más que la capacidad renovable durante 2007-2011, el último período de cinco años para el que se han publicado datos oficiales para todos los países<sup>6</sup>. (Véase la figura 12.) Se espera que este equilibrio cambie drásticamente en los años venideros al completarse numerosos proyectos de energía hidroeléctrica, energía geotérmica y energía eólica que actualmente se están construyendo en Nicaragua y Panamá.

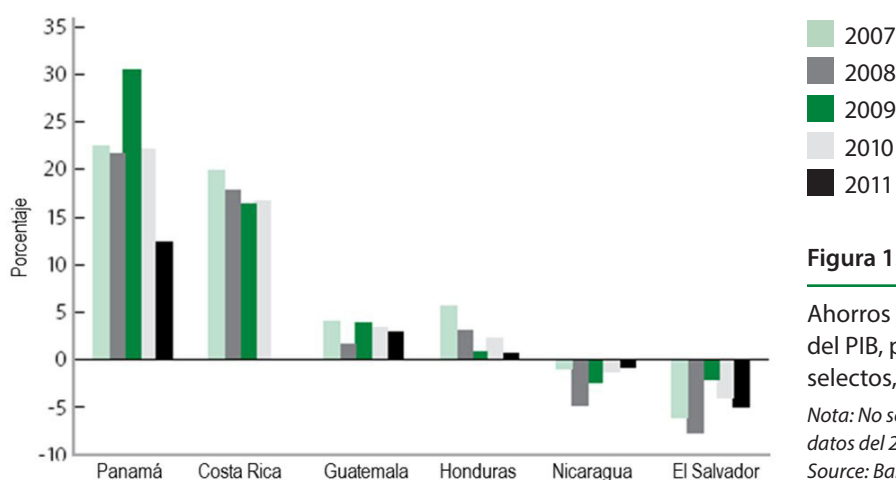
Algunos países han tenido más éxito que otros en atraer las inversiones necesarias. La capacidad instalada total de El Salvador creció solo un 5% durante 2007-2011 y solo una sexta parte de eso era renovable mientras que el crecimiento de Nicaragua fue de un 33% (una quinta parte renovable) y el de Panamá un 52% (más de la mitad se consideró renovable aunque era solo energía hidroeléctrica)<sup>7</sup>.

El clima de inversión para fuentes de energía renovables está influenciado fuertemente por el clima de inversión global de un país. En toda Centroamérica la capacidad de los países para financiar nuevos proyectos con fondos locales e internacionales varía ampliamente. Por ejemplo, Panamá tiene una tasa de ahorro interno muy saludable y un elevado nivel de inversión extranjera directa (IED), mientras que El Salvador tiene el desempeño más bajo en las dos áreas<sup>8</sup>. (Véanse las figuras 13 y 14.) Esto es consecuente con el desempeño de las inversiones en los sectores de energía de estos países. Nicaragua tiene ahorros internos negativos pero una tasa alta de IED, mientras que Guatemala y Honduras tienen tasas modestas pero positivas en ambas áreas.

Los indicadores del clima de inversión en la región confirman que algunos países de Centroamérica tienen marcos macroeconómicos y legales que son más favorables para atraer la inversión privada. Por ejemplo, de acuerdo con el Índice de Competitividad Global (ICG) más reciente del Foro Económico Mundial, que mide los fundamentos macro y microeconómico de la competitividad nacional, Panamá y Costa Rica tienen los más altos niveles en toda la región<sup>9</sup>. (Véase la tabla 9.)

El ambiente de negocios de un país determina no solo el nivel de inversión que se atrae sino también en última instancia el costo del capital, los bienes y los servicios relacionados. Los procedimientos burocráticos costosos y prolongados se mencionan continuamente como uno de los principales obstáculos al desarrollo de la energía renovable en Centroamérica. Obtener permisos ambientales y de construcción puede tomar

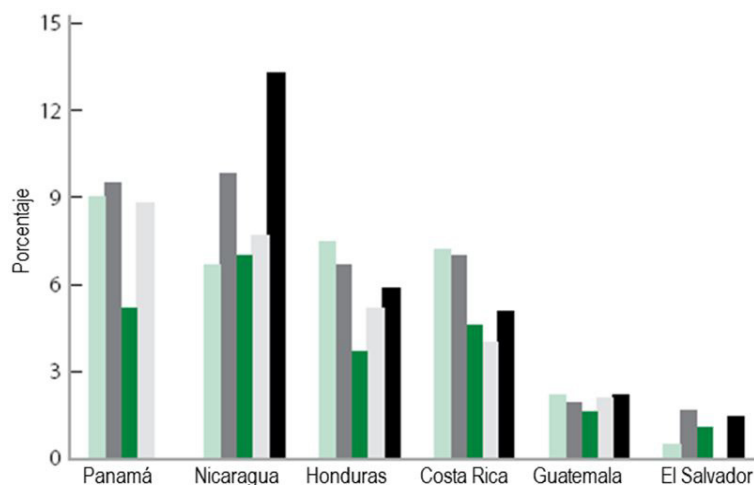


**Figura 13.**

Ahorros internos brutos como porción del PIB, países centroamericanos selectos, 2007–2011

*Nota: No se cuentan con datos para Belice y datos del 2011 para Costa Rica.*

*Source: Banco Mundial*

**Figura 14.**

Inversión extranjera directa como porción del PIB, países centroamericanos selectos, 2007–2011

*Nota: No se cuentan con datos para Belice y datos del 2011 para Panamá.*

*Fuente: Banco Mundial*

varios años en muchos países y la implementación eficaz de políticas y regulaciones ha demostrado ser lenta y difícil de materializar, debido a una falta de capacidad y capacitación entre muchas agencias que participan en estos procesos. Por ejemplo, lograr reembolsos por exenciones tributarias proporcionadas por las leyes de promoción de energía renovable puede ser difícil o imposible en algunos países.

La fuerte carga burocrática de la región y los riesgos para los inversionistas son evidenciados por el reporte Doing Business publicado en 2012 por la Corporación Financiera Internacional, que pone los países de Centroamérica en el tercio inferior en al menos una de las cuatro categorías medidas<sup>10</sup>. (Véase la tabla 10.) La región tiene un desempeño insuficiente en las áreas de iniciar un negocio, procesos complicados de obtención de permisos, la carga tributaria y hacer valer los contratos. En la práctica, estas barreras se traducen en largos retrasos y en procesos burocráticos excesivamente complejos que aumentan los costos de inversión y disminuyen los rendimientos sobre la inversión, lo que desestimula a los inversionistas de participar en el sector energético de la región.

Sin embargo, hay ejemplos donde el clima de inversión en el sector verde difiere significativamente del

de las inversiones globales. Nicaragua, a pesar de recibir la calificación más baja en la región en el Índice de Competitividad Global y ocupar el penúltimo lugar en el reporte de Doing Business, ha recibido reconocimiento por ser capaz de atraer nuevas inversiones en el sector de electricidad, según el “*Climate Scope 2012: Assessing the Climate for Climate Investing in Latin America and the Caribbean*”<sup>11</sup>.

La calificación de segundo lugar en el Climate Scope que ostenta Nicaragua entre 26 países de Latinoamérica y el Caribe se atribuye principalmente a su elevado uso de la energía renovable en relación con el tamaño de su economía, donde un 40% de la capacidad total instalada de energía se deriva de fuentes renovables<sup>12</sup>. Nicaragua también recibió reconocimiento en el estudio debido a que

**Tabla 9. Calificaciones del Índice de Competitividad Global (IGC) para Centroamérica, 2012–13**

|             | Calificación global del IGC | Calificación de ambiente macro-económico | Calificación de desarrollo de mercados financieros |
|-------------|-----------------------------|------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| Panamá      | 40                          | 53                                       | 23                                                 |
| Costa Rica  | 57                          | 65                                       | 101                                                |
| Guatemala   | 83                          | 77                                       | 41                                                 |
| Honduras    | 90                          | 80                                       | 51                                                 |
| El Salvador | 101                         | 103                                      | 81                                                 |
| Nicaragua   | 108                         | 101                                      | 116                                                |

*Nota: Las calificaciones son a partir de 144 países, donde una calificación mas cercana a 1 indica un ambiente económico mas competitivo. ICG no contiene datos para Belice*

*Fuente: Véase la nota final 9 para esta sección.*

**Tabla 10. Calificaciones de “Hacer Negocios” para Centroamérica, 2013**

|             | Facilidad global de hacer negocios | Inicio de una empresa | Lidiar con permisos de construcción | Protección a los inversionistas | Ejecución de contratos |
|-------------|------------------------------------|-----------------------|-------------------------------------|---------------------------------|------------------------|
| Panamá      | 61                                 | 23                    | 73                                  | 82                              | 125                    |
| Guatemala   | 93                                 | 172                   | 94                                  | 158                             | 96                     |
| Belice      | 105                                | 158                   | 21                                  | 128                             | 169                    |
| Costa Rica  | 110                                | 128                   | 128                                 | 169                             | 128                    |
| El Salvador | 113                                | 139                   | 146                                 | 169                             | 71                     |
| Nicaragua   | 119                                | 131                   | 154                                 | 100                             | 55                     |
| Honduras    | 125                                | 155                   | 65                                  | 169                             | 179                    |

*Nota: La calificación es a partir de 185 países, donde una calificación mas cercana a 1 indica que el ambiente regulador es mas favorable para el inicio y operación de una empresa local.*

*Fuente: Véase la nota final 10 para esta sección.*

alberga a 10 organizaciones que han proporcionado a 3.511 prestatarios de bajo ingreso “algún tipo de producto financiero verde”<sup>13</sup>.

Aunque sus calificaciones en los dos índices son bajas en general, los puntajes de Nicaragua son considerablemente más altos que la mayoría de sus vecinos en aplicación de contratos y protección a los inversionistas, dos señales extremadamente importantes para los posibles inversionistas en energía. Además, el gobierno de Nicaragua ha utilizado contratos de Construir-Operar-Transferir (BOT) para brindar seguridad y predictibilidad a los inversionistas privados, lo que puede compensar algunas

preocupaciones sobre el clima global de inversiones.

## 4.2 Fuentes de Financiamiento

Una amplia gama de instituciones financian los proyectos de energía renovable y el número de instituciones, así como la gama de modalidades que se están utilizando —inversión y préstamos estándar para finanzas públicas, de clima y de desarrollo— siguen creciendo.

Hasta principios de los 90 la generación de electricidad en Centroamérica fue financiada casi exclusivamente por instituciones financieras internacionales, en particular el Banco Mundial, el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y el Banco Centroamericano de Integración Económica (BCIE). Sin embargo, a partir de finales de los 90 la privatización y la apertura de los mercados de electricidad en la región produjeron una onda de inversión extranjera directa de instituciones financieras privadas de Estados Unidos, Europa y Sudamérica, principalmente para desarrollar capacidades de generación basadas en combustible fósil. Más recientemente, los inversionistas locales han ayudado a financiar proyectos pequeños y medianos de energía renovable, creando así nuevas oportunidades para instituciones financieras locales.

La experiencia de los bancos locales en financiar proyectos de energía renovable varía entre los países como lo evidencia un estudio hecho por el programa Acelerando las Inversiones en Energía Renovable en Centroamérica (ARECA, por sus siglas en inglés) del BCIE, que entrevistó a representantes de los bancos más grandes de cada país. En Panamá, Costa Rica y Honduras, cada banco entrevistado (cinco, cinco y cuatro, respectivamente) reportó haber participado en el financiamiento de pequeños proyectos de energía renovable, mientras que entre los bancos de Guatemala, cuatro de cada seis bancos entrevistados dijeron que lo habían hecho<sup>14</sup>. Entre El Salvador y Nicaragua, sin embargo, solo un banco local tenía experiencia en financiar un proyecto de energía renovable<sup>15</sup>.

Una importante barrera a los préstamos para energía renovable en Centroamérica es la falta de información y conocimiento. Primero, los faltantes de capacidad impiden que los desarrolladores de pequeños proyectos puedan presentar propuestas “financiables” a las instituciones financieras. Segundo, una falta de comprensión por parte de los funcionarios bancarios respecto a la propuesta de valor ofrecida por los proyectos de energía renovable les impide evaluar las propuestas de manera apropiada. Ciertos programas de cooperación regional, tal como ARECA y el programa 4E de la Agencia Alemana de Cooperación Internacional (GIZ), están tratando de cubrir esta brecha pero se necesitan más y mejores esfuerzos coordinados a nivel nacional en cada país<sup>16</sup>.

### 4.2.1 Fondos de Inversión Privada

En Centroamérica funcionan varios fondos de inversión privada dedicados a la energía renovable. Globeleq Mesoamerica Energy, un vehículo de capital de riesgo para inversionistas regionales, se especializa en el desarrollo de proyectos de energía eólica<sup>17</sup>. El fondo operó exitosamente como Mesoamerica Energy por varios años con inversiones de grandes empresas regionales y, en 2010, cambió su nombre cuando una mayoría de las acciones fue adquirida por la corporación internacional Globeleq<sup>18</sup>.

Otro fondo, apoyado por bancos de desarrollo multilaterales y bilaterales es el Central American Renewable Energy and Cleaner Production Facility (CAREC), desarrollado por E+Co Capital con apoyo del Fondo Multilateral de Inversiones (FOMIN) del Banco Interamericano de Desarrollo, el

Banco Centroamericano de Integración Económica (BCIE), la Agencia Belga de Inversión en Países en Desarrollo (BIO), la Compañía Finlandesa de Finanzas para el Desarrollo (Finnfund) y el Banco Triodos Bank de Holanda. CAREC utilizó mecanismos de financiamiento mezzanine tales como deuda subordinada, deuda convertible, acciones preferenciales y otros instrumentos no tradicionales de financiamiento para proyectos de energía. Entre 2006 y 2011, CAREC invirtió cerca de \$10 millones en ocho proyectos, incluyendo tres pequeñas plantas de energía hidroeléctrica en Honduras y una instalación de producción de biogás en Guatemala<sup>19</sup>. Para 2012, la etapa de asignación de fondos de CAREC había finalizado y la instalación ahora maneja únicamente las inversiones existentes.

Además de las iniciativas concentradas específicamente en el sector de energía, muchos fondos no especializados están abiertos a inversiones en fuentes de energía renovable. El Central American Small Enterprise Investment Fund II (CASEIF II), por ejemplo, es un fondo de capital de riesgo de \$35 millones administrado por el grupo bancario regional Latin American Financial Services (Grupo LAFISE)<sup>20</sup>. Los inversionistas incluyen el Fondo Multilateral de Inversiones del BID, el Fondo Noruego de Inversión para el Desarrollo (Norfund), el Fondo Suizo de Inversión en Mercados Emergentes (SIFEM), Finnfund, la Corporación Andina de Fomento (CAF) y BIO.

CASEIF II se creó para invertir en pequeñas y medianas empresas en la etapa de crecimiento en Centroamérica y República Dominicana. Invierte en acciones y otros instrumentos de capital o cuasi-capital y sigue siendo accionista durante un período de cuatro a siete años. En 2009, el fondo adquirió una participación del 20% en Tecnosol, una empresa nicaragüense especializada en proporcionar soluciones de energía renovable fuera de la red para familias rurales y en apoyar la expansión de energía renovable a otros países de la región<sup>21</sup>.

La experiencia de estos fondos ha mostrado la importancia de tener “capital paciente” e instrumentos flexibles de financiamiento y capital para complementar las opciones comerciales disponibles en la región, en especial a los pequeños y medianos desarrolladores privados. Algunos de estos también han invertido recursos técnicos y financieros para ayudar a los desarrolladores de proyectos en el proceso de preparar planes de negocios, buscar otras fuentes de financiamiento y atravesar los procesos de obtención de permisos. Esto confirma que el desarrollo de más proyectos de energía renovable requiere no solo más fondos sino también un fortalecimiento de las capacidades por parte de financistas y desarrolladores.

#### 4.2.2 Cooperación Internacional

Los programas internacionales de desarrollo y cooperación han brindado apoyo financiero a los proyectos de energía renovable (especialmente en proyectos de pequeña escala) en forma de donaciones y asistencia técnica para estudios e implementación de proyectos. Por ejemplo, la Alianza en Energía y Ambiente (AEA), a nivel regional, usa fondos de los gobiernos de Finlandia y de Austria, así como de la Unión Europea para apoyar iniciativas de energía sostenible. Desde su creación en 2002, la AEA ha invertido casi 14 millones de euros (\$18 millones) en 284 proyectos, la mayoría de ellos a pequeña escala y desarrollados por organizaciones comunales en Centroamérica<sup>22</sup>.

ARECA, que se mencionó anteriormente, es un programa conjunto financiado a través del BCIE, el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (UNDP) y el Fondo Ambiental Global (GEF, por sus siglas en inglés) que apoya la inversión en energía renovable mediante una serie de estudios de mercado, pautas y otras herramientas. ARECA ha establecido un Programa de Garantías Parciales

para Préstamos para proyectos menores de 10 megavatios que refuerza la cobertura de garantía de las instituciones financieras intermediarias del BCIE, los bancos locales que desembolsan los fondos para los desarrolladores de proyectos. A principios de 2013 el programa había apoyado el desarrollo de 10 proyectos, con un total de 38,7 megavatios, y había identificado 30 proyectos potenciales que se debían incluir en su programa de garantía parcial para 2013-2014<sup>23</sup>. Se necesitan más esfuerzos para comunicar cuántas garantías de préstamo se han hecho a través de este programa, con qué montos y sus tasas de éxito.

#### *4.2.3 Financiamiento Internacional para Desarrollo Bajo en Carbono y Mitigación del Cambio Climático*

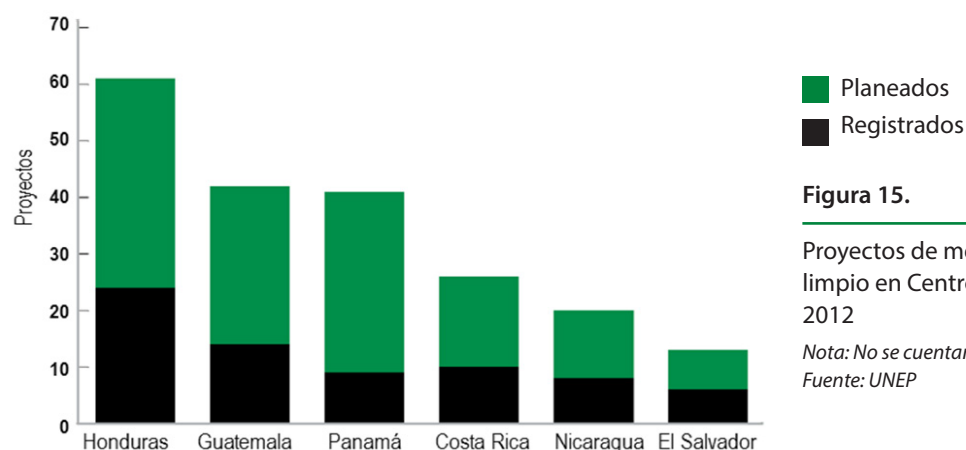
Varios factores financieros internacionales participan en el desarrollo bajo en carbono y en la mitigación del cambio climático en Centroamérica. Estos incluyen a GEF, la Unidad de Finanzas de Carbono del Banco Mundial (a través de sus diferentes fondos), el Banco Interamericano de Desarrollo y numerosas agencias de cooperación internacional, incluyendo la GIZ, la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID), y la Agencia Japonesa de Cooperación (JICA)<sup>24</sup>.

El BID y JICA unieron esfuerzos a principios de 2012 y comprometieron \$600 millones en financiamiento para energía renovable y proyectos de eficiencia energética en Centroamérica y el Caribe<sup>25</sup>. La iniciativa está considerando proyectos en las áreas de rehabilitación de plantas hidroeléctricas, generación de energía geotérmica y energía fotovoltaica, así como instalación de plantas y equipo que ahorran energía<sup>26</sup>.

Entre los esfuerzos financiados por GEF en la región está el proyecto “Accelerating Renewable Energy Investments through the Central American Bank for Economic Integration in Central America”, aprobado en 2007. La iniciativa regional que incluye todos los siete países de Centroamérica está dirigida a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero promoviendo el uso de sistemas de energía renovable para generación de electricidad en aplicaciones conectadas a la red<sup>27</sup>.

La GEF también sirve como mecanismo financiero para la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (UNFCCC), que apoya iniciativas tales como el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) y el Programa Colaborativo de las Naciones Unidas para la Reducción de las Emisiones por Deforestación y Degradación de Bosques (UN-REDD)<sup>28</sup>. En las primeras etapas del acuerdo climático del Protocolo de Kioto, Centroamérica estuvo activa en aprovechar el financiamiento para el clima y países tales como Honduras han logrado desarrollar proyectos de mecanismo de desarrollo limpio. Para diciembre de 2012, la región albergaba cerca del 8% de los proyectos de mecanismo de desarrollo limpio en Latinoamérica, que representa el 13,6% de los proyectos de mecanismo de desarrollo limpio en todo el mundo<sup>29</sup>.

Aunque los gobiernos de Centroamérica y los inversionistas mostraron mucho entusiasmo por las oportunidades presentadas por el mecanismo de desarrollo limpio y han recibido apoyo para un total de 71 proyectos registrados (y hay otros 132 más que vienen, véase la figura 15), el sentimiento general entre los desarrolladores de proyectos es que el mecanismo de desarrollo limpio no ha satisfecho las expectativas de la región en proporcionar un financiamiento que sea lo bastante significativo<sup>30</sup>. Por esa razón, y debido a que la promoción de la energía renovable en la región por lo general está impulsada más por metas socioeconómicas que políticas climáticas, no todos los gobiernos están vinculando eficazmente sus avances en energía sostenible con las oportunidades de financiamiento para el clima.

**Figura 15.**

Proyectos de mecanismo de desarrollo limpio en Centroamérica, por país, 2012

*Nota: No se cuentan con datos para Belice.*

*Fuente: UNEP*

Es posible que el financiamiento futuro a través de los canales de UNFCCC se aleje de financiar mecanismos de desarrollo limpio y pase a apoyar las Acciones de Mitigación Nacionalmente Apropriadas (NAMA), consistentes en políticas y medidas que los países adoptan como parte de su compromiso internacional para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero<sup>31</sup>. Todavía no se ha iniciado el desembolso de financiamiento para el clima a través de financiamiento NAMA y aún no existe una definición concreta de lo que califica como NAMA, pero muchos países esperan acceder a financiamiento para planes nacionales de energía, medidas de políticas y proyectos específicos de energía sostenible a través de este mecanismo. Hasta ahora, Costa Rica es el único país de Centroamérica en expresar interés en el financiamiento de NAMA para su plan de desarrollo de energía renovable no tradicional. Otros países podrían beneficiarse de explorar las oportunidades cada vez más grandes de financiamiento en la forma de apoyo para los NAMA y las estrategias de desarrollo de baja emisión a través de agencias de cooperación internacional.

#### 4.2.4 Microfinanzas

Cada vez más, las instituciones de microfinanzas desempeñan un importante papel en apoyar la energía renovable y distribuida en comunidades que de otra manera no tienen acceso al crédito y en ayudar a las pequeñas empresas a hacer más sostenibles sus operaciones. A nivel global, las familias de los países de bajo ingreso gastan en promedio \$10 por mes en energía, o un 20%-25% de su ingreso hogareño, lo que sugiere que hay un significativo potencial de mercado para hacer la transición hacia formas de energía modernas, más baratas y renovables<sup>32</sup>. Las microfinanzas pueden proporcionar préstamos que tienen niveles de pago dentro del presupuesto de energía del hogar mientras proporcionan fuentes de servicios energéticos más limpios y confiables<sup>33</sup>.

El número de instituciones que ofrecen microfinanzas verdes en Centroamérica va en crecimiento. Nicaragua representa el mercado de microfinanzas más activo para iniciativas de sostenibilidad en Latinoamérica y casi un tercio de sus instituciones de microfinanzas proporcionan algún tipo de producto verde. Además una cifra superior a 3.500 prestatarios de bajo ingreso ha recibido servicios<sup>34</sup>. (Véase la tabla 11.) Los micropréstamos pueden distinguirse entre un modelo de negocios con fines de lucro y uno en el cual los beneficios sociales y ambientales son básicos. Los costos financieros sobre los micropréstamos van de 1,5% a 28%, dependiendo de la institución y el producto<sup>35</sup>.

**Tabla 11. Reseña de Microfinanzas y Micropréstamos Verdes, Países Centroamericanos Selectos, 2012**

|             | Número de instituciones de microfinanzas | Instituciones de microfinanzas que ofrecen micropréstamos verdes | Tasa de interés promedio de micropréstamos verdes | Monto total de micropréstamos verdes desembolsados | Número de microprestatarios verdes |
|-------------|------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|----------------------------------------------------|------------------------------------|
| Costa Rica  | 20                                       | 3                                                                | —                                                 | 0                                                  | 0                                  |
| El Salvador | 19                                       | 3                                                                | 11 %                                              | \$250,000                                          | 500                                |
| Guatemala   | 23                                       | 3                                                                | —                                                 | 0                                                  | 0                                  |
| Honduras    | 24                                       | 6                                                                | —                                                 | 0                                                  | 0                                  |
| Nicaragua   | 31                                       | 10                                                               | 13.2 %                                            | \$2,934,307                                        | 3,511                              |
| Panamá      | 0                                        | 0                                                                | —                                                 | 0                                                  | 0                                  |

*Nota: Donde no hay datos es porque la fuente no los proveyó. No se dispone de datos para Belice.*

*Fuente: Véase la nota final 34 para esta sección.*

Las empresas privadas de energía renovable están estableciendo alianzas con instituciones de microfinanzas para ofrecer préstamos a las familias de bajos ingresos para la compra de sistemas de energía fotovoltaica solar para sus casas. Varias empresas tales como Quetsol en Guatemala y Tecnosol en Nicaragua reportan haber establecido estas conexiones a fin de desarrollar los mercados para energía renovable <sup>36</sup>.

### 4.3 Como Abordar las Barreras a la Inversión

Centroamérica ha hecho mucho en la década pasada en términos de desarrollar políticas y marcos de regulación para promover la energía renovable pese a desafíos en algunos países en relación con el clima global de inversiones. Un creciente entendimiento entre los residentes de la necesidad de desarrollar recursos locales de energía renovable está creando oportunidades para empresas de todo tamaño —viejas y nuevas, locales e internacionales— y tanto del lado de la demanda tanto como en el de la oferta de los mercados financieros (es decir, bancos y desarrolladores de proyectos). Hay una creciente comprensión e interés de los inversionistas e instituciones de préstamos en brindar préstamos y capital a los desarrolladores de proyectos de energía renovable. El principal desafío es fomentar un ambiente que permita a los inversionistas evaluar y manejar el riesgo implícito a fin de convertir en exitosas empresas las enormes oportunidades para el desarrollo de energía sostenible en Centroamérica.



## 5 | Evaluación de los Mecanismos Existentes de Apoyo a la Energía Renovable

---

Todos los países de Centroamérica tienen objetivos relacionados con la energía renovable y algunos, particularmente Costa Rica y Nicaragua, ocupan altos lugares en su ambición por pasar a fuentes de energía renovable. La mayoría de los países también tienen mecanismos concretos de políticas para promover la energía renovable. Estos incluyen incentivos tributarios, programas de licitación, mandatos de biocombustibles, medición neta y mecanismos de financiamiento público. Sin embargo, muchos de los objetivos carecen de claridad y son voluntarios más que obligatorios. Además, muchas políticas y medidas no son eficientes en cuanto a costos o no son lo suficientemente fuertes para impulsar a la región a su pleno potencial de energía renovable. Ningún país centroamericano tiene todavía una mezcla de políticas amplia y simplificada para apoyar la transición a un sistema de energía sostenible que haga un uso pleno de los recursos y tecnologías disponibles, considere escenarios socioeconómicos alternativos y busque crear un clima atractivo para la inversión basado en el uso eficaz de las fuerzas de mercado. La ineficiencia administrativa y una falta de transparencia a menudo aumentan en forma innecesaria el riesgo para los inversionistas.

La experiencia internacional sugiere que los países que han promovido exitosamente el desarrollo y el uso de la energía renovable cuentan con tres componentes básicos y esenciales de políticas: una visión de energía a largo plazo que incluye metas y objetivos, políticas y medidas concretas para lograr esta visión y estructuras y procesos administrativos eficaces para implementar y modificar estas políticas y medidas.

Los gobiernos centroamericanos han anunciado ambiciosos planes para sus países. Sin embargo, a veces esos planes carecen de claridad sobre metas específicas: o bien el análisis de apoyo a las rutas para lograr estas metas no existe y/o las políticas y medidas concretas son inadecuadas o no se implementan en forma completa. Las ineficiencias administrativas, tales como procesos prolongados para obtener permisos para proyectos de energía renovable, complican aún más el atractivo de las inversiones en este tipo de energía.

A pesar de enormes éxitos en promover la energía renovable, muchas barreras institucionales y políticas estorban el aprovechamiento del pleno potencial de la región<sup>1</sup>. Aun así, existen importantes éxitos de regulación que pueden servir como base para un desarrollo adicional de fuertes marcos de políticas y reforma institucional dentro de cada país.

Los participantes en la Conferencia Internacional sobre Energía Renovable celebrada en Bonn, Alemania, en el año 2004 determinaron que para que las políticas logren acelerar la energía renovable deben ser “fuertes, duraderas y legales”. ‘Duraderas’ se refiere a la necesidad de una visión a largo plazo que guíe la acción política muy adelante en el futuro y que dure más que cualquier cambio de líderes políticos. Esto crea un ambiente estable para una transformación de energía renovable mientras que es todavía lo suficientemente flexible para responder a los cambios en tecnologías, las necesidades de los países

y la disponibilidad de recursos. “Fuertes” pone de relieve la importancia de los objetivos y políticas de energía renovable que son ambiciosos y específicos y que comprometen a todos los interesados en avanzar hacia la misma meta. “Legales” indica la necesidad de poner por escrito una visión amplia de energía, que incluya metas y objetivos globales, a fin de que sea accesible para cualquier parte interesada y garantizar que las leyes y objetivos de energía renovable sean obligatorios y aplicables. Las políticas duraderas, fuertes y legales comprometen a todas las ramas del gobierno, así como a los interesados clave no gubernamentales, con una agenda común de desarrollo energético.

## 5.1 Visión, Metas y Objetivos

En diversos grados, los países de Centroamérica tienen objetivos ambiciosos relacionados con la energía renovable. Cada país ha expresado alguna forma de visión “fuerte” y “duradera” para el desarrollo sostenible con base en la diversificación de las fuentes de energía y el aumento de recursos de energía renovable <sup>3</sup>. (Véase la tabla 12.)

Una meta común de los planes nacionales de energía en Centroamérica es aumentar la seguridad energética reduciendo la dependencia de los combustibles fósiles y garantizar la confiabilidad y la sostenibilidad a largo plazo del suministro de energía. Desde la crisis petrolera del 2008, que produjo escasez de energía y falta de electricidad en toda la región, los gobiernos han enfatizado la diversificación de las fuentes de energía. El plan de energía de cada país promueve la expansión de energía renovable generada a nivel local, aunque la claridad sobre objetivos y rutas previstas difiere.

La mayoría de los países tienen ambiciosas metas de poner la energía renovable a la vanguardia de sus sectores de energía, pero no todos son explícitos respecto a qué objetivos concretos establecen para las tecnologías individuales de energía renovable <sup>4</sup>. (Véase Caso 6.) Además, las políticas y medidas no son todavía suficientes para alcanzar metas globales y objetivos concretos en los casos en que estos existen.

## 5.2 Políticas y Medidas Concretas

En años recientes, los gobiernos de Centroamérica han establecido nuevas políticas y medidas para estimular la adopción de energía renovable. En general, tres categorías de mecanismos de políticas pueden aplicarse para promover la energía renovable: marcos de regulación, incentivos fiscales y financiamiento público. Estos mecanismos existentes deben evaluarse a nivel de país para determinar su eficiencia y, cuando sea necesario, se deben diseñar nuevas políticas. Este estudio representa solo un primer paso en una evaluación más detallada país por país.

Todos los países de la región han empezado a adoptar medidas para estimular un clima de inversión favorable para la energía sostenible. Aunque muchos han establecido incentivos fiscales para la energía renovable, las medidas reguladoras y de financiamiento público son menos comunes. Los países difieren en su ambición y su éxito en implementar medidas de energías renovables: Costa Rica, por ejemplo ha sido pionera en la formulación de políticas por un tiempo relativamente largo, mientras que otros países han descubierto solo recientemente la importancia de las fuentes de energía renovable y la necesidad de apoyar su uso a través de políticas dirigidas.

No existe una fórmula única para determinar qué políticas deben usarse en un país determinado a fin

**Tabla 12. Fuentes de Energía Renovable en los Planes Energéticos de los Países Centroamericanos**

| País (porción del uso de electricidad en 2011 que es renovable) | Plan energético (Agencia emisora/supervisora)                                                                                    | Metas y objetivos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Belice (60%)                                                    | Plan Estratégico 2012-2017 (Ministry of Energy, Science and Technology and Public Utilities)                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumentar la eficiencia energética y la conservación en un 30% para 2033 (año de referencia 2011)</li> <li>• Reducir la dependencia del país de combustibles fósiles en un 50% para 2020</li> <li>• Generar un mínimo del 50% de energía eléctrica a partir de fuentes renovables</li> <li>• Reducir el uso de combustibles convencionales en el transporte entre un 20 y un 30% en 2033 (compromiso SIDS DOCK)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                        |
| Costa Rica (91.2%)                                              | VI Plan Nacional de Energía 2012-2030 (Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones)                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Llegar a ser neutral en cuanto a carbono para 2021 (reenfatizando el compromiso de la Segunda Comunicación a la UNFCCC, 2009)</li> <li>• Reducir el consumo residencial de energía en un 7,8% entre 2012 y 2030</li> <li>• Equipar un 10% de los hogares con generación distribuida de energía solar para 2020</li> <li>• Proporcionar al 100% de la población acceso a la energía para 2030</li> <li>• Reducir el consumo de electricidad en la industria 8.5% para 2020</li> <li>• Transformar la flota vehicular para que tenga un 39% de alta eficiencia, un 9% eléctrica e híbrida y un 2% gas natural para 2030</li> </ul> |
| El Salvador (63.3%)                                             | Política Energética Nacional 2010-2024 (Consejo Nacional de Energía)                                                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Proporcionar un suministro de energía continuo y asequible</li> <li>• Crear capacidad institucional</li> <li>• Reducir la dependencia del petróleo</li> <li>• Minimizar los impactos dañinos, tanto ambientales como sociales, de la energía considerando el cambio climático</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Guatemala (64.2%)                                               | Política Energética 2013-2027 (Ministerio de Energía y Minas)                                                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cubrir la demanda actual y futura de energía</li> <li>• Fortalecer la transmisión de energía eléctrica</li> <li>• Diversificar la mezcla de energía y reducir la dependencia del petróleo</li> <li>• Generar el 80% de la electricidad a partir de fuentes renovables para 2027</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Honduras (43.5%)                                                | Visión del País 2010-2038<br>Plan de Nación 2010-2022 (Secretaría Técnica para Planeamiento y Cooperación Externa)               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducir la dependencia de los hidrocarburos</li> <li>• Mitigar el cambio climático y adaptarse a él</li> <li>• Expandir la cobertura de electricidad en todo el país en un 85% para 2015 y un 90% para 2020</li> <li>• Generar el 60% de la electricidad a partir de fuentes renovables para 2022 y el 80% para 2038</li> <li>• Invertir \$1.500 millones en fuentes renovables eléctricas para 2022</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                  |
| Nicaragua (33.1%)                                               | Plan Estratégico del Sector Energético 2007-2017 (Ministerio de Energía y Minas)<br>Plan Nacional de Desarrollo Humano 2009-2011 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diversificar la mezcla energética</li> <li>• Promover las energías renovables</li> <li>• Maximizar la eficiencia energética</li> <li>• Promover los mercados competitivos y las políticas para garantizar cobertura y acceso a la energía</li> <li>• Proporcionar un marco de regulación</li> <li>• Identificar 4.500 megavatios de capacidad de energía renovable incluyendo energía hidroeléctrica, geotérmica, eólica, solar y de biomasa</li> <li>• Suministrar entre el 95,2% y el 98,1% de la demanda estimada de electricidad con fuentes renovables para 2017</li> </ul>                                                 |

|                   |                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|-------------------|------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Panamá<br>(52.9%) | Plan Nacional de<br>Energía 2009–2023<br>(Secretaría de Energía) | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Garantizar el suministro de energía a nivel local a través de energía renovable y eficiencia energética</li> <li>• Maximizar la contribución del sector energético al desarrollo sostenible</li> <li>• Aumentar el acceso a la energía</li> <li>• Promover la creación de capacidad</li> <li>• Desarrollar biocombustibles en el sector de transporte y la energía hidroeléctrica y eólica en el sector de electricidad</li> </ul> |
|-------------------|------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Fuente: Véase la nota final 3 para esta sección.

de facilitar una transición energética. La mezcla “correcta” de políticas para maximizar el desarrollo de energía renovable dependerá del conjunto particular de instituciones, estructuras de mercado de electricidad, recursos y demanda de energía de un país.

### 5.2.1 Medidas de Regulación

En Centroamérica existe una variedad de medidas regulatorias para garantizar que la energía renovable siga creciendo. Por ejemplo, cinco de los siete países han establecido procedimientos de licitación y tres

## Caso 6. Diversificación Energética en Panamá

Entre las metas de la Secretaría Nacional de Energía de Panamá, la entidad estatal a cargo de la política energética, se encuentran diversificar la mezcla energética nacional hacia fuentes limpias, utilizar la eficiencia energética y promover políticas que garanticen acceso a la energía. En 1997, tras la descentralización de la compañía estatal de electricidad (IRHE), Panamá creó nuevas regulaciones que hacían obligatorio para las empresas distribuidoras de energía comprar energía producida por generadores privados utilizando una gama de diferentes tecnologías. Hasta entonces, la energía hidroeléctrica era la única fuente de combustible no fósil que se utilizaba.

Al enfrentar altos precios del petróleo y diversas inquietudes ambientales, la Secretaría Nacional de Energía desarrolló una nueva política basada en la diversificación de las fuentes energéticas. Creó leyes para estimular la producción de energía solar y eólica dentro de un mercado competitivo y autorregulado. Se desarrollaron incentivos para atraer la inversión en energía renovable sin socavar la competitividad en el sector de generación de energía.

Entre estos incentivos y nuevas regulaciones, Panamá ha creado planes de obtención a largo plazo, de 15 años de duración, para capacidad de electricidad renovable (Ley 45 de agosto de 2004), la Ley de Energía Eólica (Ley 44 de abril de 2011) y resoluciones para incorporar proyectos renovables a las redes de distribución de energía (Resolución AN No. 5399-Elec). En abril de 2011, Panamá adoptó legislación (Ley 42) para promover la producción nacional de biocombustibles.

Del lado de la demanda, Panamá ha creado resoluciones para el desarrollo de generación distribuida a fin de estimular el uso en pequeña escala de recursos de energía renovable. El país también aprobó recientemente la Ley de Uso Racional Eficiente de la Energía, que busca la gestión energética eficiente.

El auge de Panamá, reflejado en el creciente consumo de electricidad del 6% anual, así como su posición estratégica y las perspectivas de interconexiones futuras con la red regional a través del Sistema de Interconexión Eléctrica de los Países de América Central (SIEPAC) y la interconexión Colombia-Panamá, es otro incentivo que impulsa las oportunidades de inversión para satisfacer la demanda local, así como la demanda del mercado regional. En años venideros, Panamá planea obtener más de 1.000 megavatios de energía a partir de fuentes de energía renovable, lo que equivale a más de \$1.600 millones en inversión privada.

Si desea más información vea [www.energia.gob.pa](http://www.energia.gob.pa).

Fuente: Véase la nota final 4 para esta sección.

**Tabla 13. Políticas Reguladoras para Energía Renovable en Centroamérica**

|             | Tarifa de alimentación | Medición neta | Obligaciones de cuota | Licitación | Mandato de bio-combustible |
|-------------|------------------------|---------------|-----------------------|------------|----------------------------|
| Costa Rica  |                        | ✓             |                       | ✓          | ✓                          |
| El Salvador |                        |               |                       | ✓          |                            |
| Guatemala   | ✓                      | ✓             |                       | ✓          | ✓                          |
| Honduras    |                        |               |                       | ✓          |                            |
| Nicaragua   | ✓                      |               |                       | ✓          |                            |
| Panamá      |                        | ✓             |                       | ✓          | ✓                          |

*Nota: Al principio de 2013, ningún país de Centroamérica estaba utilizando obligaciones de cuota para fuentes de energía renovable. No se cuentan con datos para Belice.*

*Fuente: Véase la nota final 5 para esta sección.*

han adoptado políticas de medición neta<sup>5</sup>. (Véase la tabla 13.) Todos los países excepto Nicaragua han adoptado un mandato de biocombustible y Guatemala y Nicaragua han empezado a experimentar con tarifas de alimentación. Las experiencias con estos diferentes mecanismos de políticas y su eficiencia difieren mucho, tal como se discutirá más adelante.

**Licitación:** Tradicionalmente, la nueva capacidad de energía en Centroamérica se obtiene a través de contratación bilateral entre un generador y un comprador (en general una gran empresa de servicios públicos). Sin embargo, cada vez más la búsqueda competitiva de proyectos de energía renovable a través de licitaciones públicas se está volviendo más común. Mediante el proceso de licitación, se seleccionan los contratos más asequibles para suministrar electricidad a la red mediante un proceso de licitación competitiva para contratos de adición de capacidad. La licitación puede ser manejada por el gobierno pero lo más común es que sea realizada por una agencia reguladora (por ejemplo, la Empresa de Transmisión Eléctrica, S.A, o ETESA en Panamá) y comúnmente se asocia con acuerdos de compra de energía a largo plazo.

La licitación se utiliza en la actualidad para contratar proyectos eólicos en Guatemala, Panamá y Nicaragua y en El Salvador para el desarrollo del proyecto solar de 14,2 megavatios de la CEL. En el caso de Guatemala, Panamá y Nicaragua, existen misiones gubernamentales que requieren que los distribuidores de electricidad liciten los acuerdos de compra de energía hasta por 10 años<sup>6</sup>. Los programas de licitación representan un buen mecanismo para alcanzar la reducción de costos de proyectos y para incrementar la competitividad. Sin embargo, hay que introducir mejores prácticas internacionales para evitar la práctica de licitar a precios más bajos que los competidores y el incumplimiento de contratos, así como para apoyar la participación de actores locales a fin de garantizar un crecimiento sostenible del mercado regional<sup>7</sup>.

**Medición neta:** La medición neta es una herramienta de políticas de bajo costo y bajo riesgo que se ha implementado exitosamente en muchos países. Orientada a compensar a los productores independientes de energía a nivel residencial y comercial por la electricidad que introducen a la red, está logrando prominencia en Centroamérica. Costa Rica, Guatemala y Panamá han desarrollado programas de medición neta y el Consejo Nacional de Energía (CNE) de El Salvador está desarrollando una política de

### Caso 7. Programa Piloto de Medición Neta en Costa Rica

---

En octubre de 2010, el Instituto Costarricense de Electricidad (ICE), un distribuidor estatal de electricidad de Costa Rica, lanzó un programa piloto de medición neta llamado 'Plan Piloto de Generación Distribuida para Autoconsumo'. El programa piloto del ICE en Costa Rica tiene dos metas principales: promover la energía renovable distribuida y en pequeña escala y reunir datos sobre los impactos de los pequeños proyectos renovables sobre la red nacional, a fin de mejorar el planeamiento futuro de energía.

Con el programa piloto del ICE, a los generadores de energía renovable en pequeña escala se les permite conectarse directamente a la red y el ICE instala un medidor bidireccional para el consumidor/generador. Si los generadores en pequeña escala producen más electricidad de la que usan, reciben un crédito que puede trasladarse al siguiente ciclo de cobro. Actualmente, los créditos solo pueden usarse para compensar el consumo.

El ICE puso un tope a la capacidad total para el programa piloto de medición neta de 5 MW, con un límite de 1 MW total en instalaciones residenciales. El programa es aplicable para los sistemas de energía solar, eólica, de biomasa, de energía hidroeléctrica y de cogeneración. Para mayo de 2012, el proyecto había incorporado 48 sistemas distribuidos separados, conectados con la red, 43 de los cuales eran sistemas de energía fotovoltaica, para un total de 225 kilovatios de electricidad. El programa originalmente debía expirar en octubre de 2012, pero la respuesta positiva ha hecho que el ICE considere extender la duración.

Si el programa piloto de Costa Rica produjera un programa nacional de medición neta a largo plazo, proporcionaría beneficios tangibles a los consumidores, el gobierno y los distribuidores de electricidad (incluido el ICE y el país en general). Los consumidores tendrían incentivos para generar su propia electricidad y reducir sus facturas de energía, particularmente al seguir aumentando los precios nacionales de la electricidad. Los distribuidores de electricidad se beneficiarían de la energía adicional, que podría liberar electricidad en otros lugares e incrementar la capacidad de la red en un país que ya enfrenta una significativa escasez de energía.

A través del programa piloto, el gobierno costarricense ha logrado valiosos conocimientos de cómo regular la medición neta para los consumidores. Además, la medición neta ayuda a reducir las emisiones totales de carbono del país, crea una balanza comercial internacional más equitativa, genera demanda para nuevos trabajos en tecnología y proporciona seguridad económica adicional. Sin embargo, se necesita un cambio en la legislación para permitir la adición de más capacidad distribuida a fin de que Costa Rica se beneficie del impacto completo del programa a nivel nacional.

*Fuente: Véase la nota final 8 para esta sección.*

---

medición neta. En Panamá, el programa de medición neta promueve y crea incentivos para instalación y conexión a la red de sistemas solares y eólicos inferiores a los 10 kilovatios. El programa de medición neta de Guatemala se estableció a través de la Normativa Técnica para la Generación Distribuida Renovable (NTGDR) y el de Costa Rica a través del Plan Piloto de Generación Distribuida para Autoconsumo.

Estas regulaciones de medición neta representan un buen inicio para garantizar que los productores independientes de energía puedan ligarse a la red y que se les mida por lo que producen. Sin embargo, se debe aumentar la participación del sector privado y la conciencia pública de estos programas. Los programas piloto, tales como la nueva iniciativa de medición neta de Costa Rica, se deben adoptar como programas completos y a largo plazo<sup>8</sup>. (Véase Caso 7.) El programa de Costa Rica se aplica a áreas de la red nacional operadas por el Instituto Costarricense de Electricidad (ICE), que cubre aproximadamente el 80% de dicha red y es un modelo para las compañías nacionales más pequeñas de servicios públicos que no tienen sus propios programas de medición neta.

El éxito de Costa Rica también puede servir como modelo para la política de medición neta de Panamá,

lanzada en junio de 2012, así como el programa de medición neta de Guatemala para autoprodutores establecido en 2008<sup>9</sup>. Ambos programas han tenido un éxito limitado en estimular la autoproducción in situ en el punto de conexión con la red, aunque se requiere más investigación sobre estos esfuerzos.

**Tarifas de alimentación:** La medición neta es a menudo un precursor de otras políticas tales como las tarifas de alimentación. Una tarifa de alimentación proporciona una garantía para los productores independientes de energía (PIE) de que ellos pueden vincularse a la red y que recibirán un precio determinado por la energía que generan. Un sistema eficaz de tarifa de alimentación proporciona una aplicación estándar fácilmente accesible para que los productores independientes de energía la usen y pueda asegurarles que sean capaces de conectarse a la red.

Las tarifas eficaces de alimentación requieren un compromiso de recursos financieros que a menudo significa un aumento en el precio por unidad de electricidad pagado por los consumidores para permitir a los distribuidores de energía pagar a los productores independientes de energía por la electricidad renovable que introducen a la red. La búsqueda de aprobación pública para aumentar esas tarifas es difícil, especialmente cuando el precio por kilovatio es bajo debido a subsidios proporcionados por el gobierno para el consumo de electricidad en el caso de los consumidores de bajo ingreso. Las tarifas de alimentación también requieren significativa capacidad de administración para hacer los ajustes de regulación necesarios a través de programas que incluyen cambiar las tarifas de alimentación para reflejar la disminución en los costos de las tecnologías de energía renovable.

Aunque este tipo de programa de tarifa de alimentación actualmente no existe en Centroamérica, las leyes de medición neta revisadas anteriormente, en particular la ley guatemalteca para autoprodutores, pueden verse como precursores de la futura producción o leyes de alimentación<sup>10</sup>. Las tarifas de alimentación también pueden implementarse para generación de energía renovable a nivel de servicio público.

**Obligaciones de cuota:** Centroamérica actualmente no tiene obligaciones de cuota que sean legalmente vinculantes (también conocidas como estándares de cartera renovable o RPS). Estas medidas requieren que los distribuidores compren un monto mínimo de generación eléctrica derivada de fuentes renovables o demandan que una empresa de servicios públicos adquiera o genere cierta cantidad de su electricidad a partir de fuentes renovables para una fecha dada. Se necesitan más estudios para evaluar el potencial para crear e implementar cuotas en la región.

**Mandato de mezcla de biocombustibles:** La demanda de biocombustibles está impulsada en alto grado por medidas de políticas, la más común de las cuales es un mandato que requiere un porcentaje de mezcla de biodiesel, etanol o ambos en la mezcla de combustible de un país. Tres países centroamericanos han aprobado mandatos de mezcla de biocombustibles—Guatemala, Costa Rica y Panamá—y El Salvador está revisando uno en la actualidad <sup>11</sup>. (Véase la tabla 14.)

A menudo, los mandatos van acompañados por otras políticas de promoción de los biocombustibles (tales como subsidios directos a los cultivadores y refinadores de materia prima) o incentivos fiscales (tales como exoneraciones de impuestos) para productores y consumidores de biocombustibles. Actualmente no existen reportes oficiales sobre el resultado de estos mandatos de biocombustibles. Se requiere más investigación para evaluar la eficacia y el grado de éxito de los mandatos que existen.



Pese al surgimiento reciente de medidas reguladoras de energía renovable en Centroamérica, muchas de estas siguen limitadas en cuanto a su alcance y a veces no se implementan de manera completa, lo que estorba su potencial para estimular la inversión en fuentes de energía renovable.

### 5.2.2 Incentivos Fiscales

Además de las políticas de regulación, los gobiernos pueden utilizar incentivos fiscales para reducir costos, estimular la inversión y aumentar la ventaja competitiva de las fuentes de energía renovable. Todos los países de Centroamérica, excepto Belice, ofrecen incentivos fiscales. Los más comunes son exoneraciones tributarias tales como concesiones en impuestos a la importación, el impuesto sobre la renta y los impuestos a

**Tabla 14. Reseña de las Políticas de Apoyo a los Biocombustibles en Centroamérica**

|             | Mandatos de mezcla                                      | Marco legal                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Política pública                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-------------|---------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Belice      | Ninguno                                                 | Ninguno                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Ninguno                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Costa Rica  | B10 para 2012                                           | Mandato de mezcla de combustibles                                                                                                                                                                                                                                                                  | El Plan Nacional de Energía 2008-2021 se refiere a los biocombustibles como un objetivo estratégico; el gobierno busca hacer a Costa Rica neutral en cuanto a carbono para 2021                                                                                                                                                          |
| El Salvador | E10 (en revisión)                                       | El mandato E10 y las exoneraciones fiscales están en revisión                                                                                                                                                                                                                                      | La política de energía de 2007 pide que los biocombustibles diversifiquen la mezcla energética                                                                                                                                                                                                                                           |
| Guatemala   | E5                                                      | Mandato de mezcla de combustibles                                                                                                                                                                                                                                                                  | La política de energía y minas 2008-2015 menciona a los biocombustibles como beneficiosos para la seguridad energética                                                                                                                                                                                                                   |
| Honduras    | B5 ahora, E10 para 2014 (sugerido)                      | Las compañías que usen al menos un 51% de materias primas hondureñas son elegibles para exoneraciones tributarias por 12 años para plantas de biocombustible; las compañías de biocombustible también reciben una exoneración tributaria de 15 años del impuesto de programas sociales de Honduras | La ley de Producción y Consumo de Biocombustibles de 2009 declara los biocombustibles como asunto de interés nacional. La Secretaría de Industria y Comercio está promoviendo una mezcla inmediata (no vinculante) B5 seguida por una mezcla E10 que se iniciará en 2014                                                                 |
| Nicaragua   | Ninguno                                                 | El Decreto 42-2006 bajo la administración Bolaños separa 200.000 hectáreas para la producción de palma. Sin embargo, este marco legal fue aprobado posteriormente por Ortega                                                                                                                       | La Política Nacional de Biocombustibles y Agro-Energía, redactada en 2007, busca promover el desarrollo de etanol y biodiesel a la vez que protege la seguridad alimentaria. El grupo estableció un Fondo de Apoyo para la Producción de Biocombustibles que será financiado por un impuesto al gas y por organizaciones internacionales |
| Panamá      | E2 para 2013; E5 para 2014; E7 para 2015; E10 para 2016 | Mandato de mezcla de combustible (enfoque de sucesión, mezcla de etanol sujeta a aumento más allá de E10 después de 2016 dependiendo de los avances tecnológicos)                                                                                                                                  | La Secretaría Nacional de Energía promueve el desarrollo sostenible de biocombustibles para mitigar el cambio climático y estimular el desarrollo rural y la creación de trabajos                                                                                                                                                        |

Fuente: Véase la nota final 11 para esta sección.

la propiedad<sup>12</sup>. (Véase la tabla 15.) Sin embargo, en muchos casos, esos incentivos fiscales no están proporcionando rápidamente beneficios monetarios para los inversionistas y desarrolladores de energía renovable.

Los desarrolladores de proyectos entrevistados para este estudio (por ejemplo, desarrolladores de energía eólica con escala de servicio público y compañías de instalaciones de energía solar) reportaron que los gobiernos no están cumpliendo con su obligación de reembolsar los impuestos a las importaciones, que los retrasos son significativos y que hay una falta de coordinación

con las autoridades aduaneras y otras autoridades tributarias para la ejecución eficaz y oportuna de las rebajas fiscales. Las exoneraciones de impuestos sobre la renta para las energías renovables existen en algunos países pero en ciertos casos las escalas cronológicas son insuficientes y deben extenderse. Las exoneraciones fiscales en El Salvador, por ejemplo, solo se aplican para los primeros 10 años del proyecto, aunque el ingreso del desarrollo de energía eólica en la región rara vez se genera dentro de ese tiempo.

Se debe mejorar la coordinación entre las instituciones gubernamentales de energía (un ministerio de energía o una comisión nacional de energía) y las que implementan una rebaja tributaria (la autoridad tributaria, usualmente un ministerio de economía o secretaría de finanzas). La coordinación puede ejecutarse a través de la oficina específicamente responsable de energía renovable dentro de la agencia de energía. Para que se ejecute apropiadamente una exoneración de impuesto a las importaciones sobre equipo importado de energía renovable, las unidades de energía renovable pueden facilitar el proceso entre la autoridad aduanera que procesa el envío y la autoridad tributaria responsable de la rebaja.

Se necesita más investigación sobre incentivos fiscales en la región para indagar sobre el diseño de las leyes existentes de incentivos fiscales, la familiaridad de las agencias implementadoras con estas medidas y el historial de las diversas agencias implicadas en procesar y cumplir con estos incentivos.

### 5.2.3 Financiamiento Público

En algunos países centroamericanos, los riesgos y costos relacionados con la energía y otras inversiones desestiman a los inversionistas privados. El financiamiento público en forma de donaciones, préstamos y rebajas puede ser crítico para superar estas barreras.

Los programas de electrificación rural públicamente financiados que incorporan energías renovables han tenido cierto éxito en la región, como se discutió anteriormente. Los bancos gubernamentales, tales

**Tabla 15. Incentivos Fiscales para Energía Renovable en Centroamérica**

|             | Subsidio de capital, donación o rebaja | Créditos tributarios de inversión o de producción | Reducciones en impuestos de ventas, IVA, renta, aduana u otros | Pago por producción de energía |
|-------------|----------------------------------------|---------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| Costa Rica  |                                        |                                                   | ✓                                                              |                                |
| El Salvador |                                        | ✓                                                 | ✓                                                              | ✓                              |
| Guatemala   |                                        | ✓                                                 | ✓                                                              |                                |
| Honduras    |                                        | ✓                                                 | ✓                                                              |                                |
| Nicaragua   |                                        |                                                   | ✓                                                              |                                |
| Panamá      |                                        | ✓                                                 | ✓                                                              | ✓                              |

*Nota: Al principio de 2013, ningún país de Centroamérica estaba usando subsidios de capital, donaciones o rebajas para fuentes de energía renovable. No se cuentan con datos para Belice.*

*Fuente: Véase la nota final 12 para esta sección.*

como el Banco Nacional de Costa Rica y el Banco de Costa Rica, también pueden proporcionar préstamos para proyectos de energía renovable. Se debe evaluar el grado en el cual los bancos gubernamentales tienen la anuencia y la capacidad de respaldar proyectos de energía renovable.

Hasta la fecha, no se ha hecho ninguna donación gubernamental conocida directamente a proyectos de energía renovable en la región. Hace falta más investigación sobre el potencial para donaciones del gobierno con financiamiento internacional o sin él a fin de patrocinar proyectos de energía renovable.

### 5.3 Eficiencia Administrativa y Gobernabilidad

La estructura de las instituciones de energía de Centroamérica ha cambiado drásticamente desde que las reformas de los 90 crearon nuevas agencias independientes de regulación, descompusieron y privatizaron grandes empresas de servicios públicos propiedad del estado y establecieron mercados competitivos de electricidad en la mayoría de los países (con la excepción de Costa Rica y Honduras). Aunque las nuevas agencias enfrentaron inicialmente una falta de madurez y otros obstáculos para lograr metas nacionales de energía, los países han desarrollado instituciones más fuertes e independientes a lo largo de los años.

Dentro de las agencias gubernamentales, el establecimiento de oficinas con misiones específicas para energía renovable (aparte de la energía hidroeléctrica) ocurrió apenas en los últimos cinco años. (Véase la tabla 16.) Por ejemplo, El Salvador creó la Unidad de Recursos Renovables, el brazo de energía renovable del Consejo Nacional de Energía (CNE), en 2007<sup>14</sup>. Este surgimiento de oficinas de energía renovable refleja una creciente voluntad política para promover las fuentes de energía renovables debido a los beneficios sociales, económicos y ambientales que aportan a la región.

Pese a la creciente capacidad institucional dirigida a promover energía sostenible, las barreras relacionadas con el gobierno y la transparencia obstaculizan el crecimiento de las fuentes de energías renovables en la región. El exceso de medidas que los desarrolladores deben tomar para avanzar en el proyecto, así como la falta de transparencia, confiabilidad y rendición de cuentas del proceso son grandes barreras (que se exploran con más detalle en el capítulo 6). Uno de los obstáculos más notables —en Centroamérica así como en todo el mundo— es el tiempo a menudo excesivo que se requiere para procesar una evaluación de impacto ambiental, aprobar permisos de construcción y obtener concesiones tributarias para los proyectos de energía renovable. Por ejemplo, el parque eólico más grande de la región, el Cerro de Hula en Honduras, tomó más de una década para completarse desde el estudio de factibilidad hasta la puesta en marcha del proyecto<sup>15</sup>.

En muchos países, el proceso administrativo para la obtención de permisos y aprobación de proyectos debe simplificarse. La creación de “una ventanilla única” para los proyectos de energía renovable —por ejemplo, a través de las recién creadas agencias de energía renovable en muchos países centroamericanos— puede ayudar a disminuir esta carga administrativa y tranquilizar a los desarrolladores de proyectos y a los inversionistas respecto al riesgo burocrático relacionado con los largos períodos de espera para la aprobación de proyectos.

La incorporación de incentivos y medidas para la energía renovable a la corriente principal en todas las agencias gubernamentales también es esencial para garantizar una implementación apropiada, como se

**Tabla 16. Instituciones Clave y Características del Sector Energético en los Países Centroamericanos**

| Institución de formulación de políticas de energía |                                                                          | Sector de combustible fósil                                                 |                                            | Sector eléctrico                                                      |                 |                                                     |
|----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|-----------------|-----------------------------------------------------|
|                                                    |                                                                          | Regulador                                                                   | Regulación de precio                       | Regulador                                                             | Generación      | Administrador del mercado mayorista                 |
| Belize                                             | Ministry of Energy, Science and Technology and Public Utilities (MESTPU) | Public Utilities Commission (PUC)                                           | No                                         | Public Utilities Commission (PUC)                                     | Abierto         | Belize Electricity Limited (BEL)                    |
| Costa Rica                                         | Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones (MINAET)            | Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos (ARESEP)                     | Sí                                         | Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos (ARESEP)               | Comprador único | -----                                               |
| El Salvador                                        | Consejo Nacional de Energía (CNE)                                        | Dirección de Hidrocarburos y Minas (Ministerio de Economía)                 | No (Precios de referencia no obligatorios) | Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones (SIGET) | Abierto         | Unidad de Transacciones (UT)                        |
| Guatemala                                          | Ministerio de Energía y Minas (MEM)                                      | Dirección de Hidrocarburos (Ministerio de Energía y Minas)                  | No                                         | Comisión Nacional de Energía Eléctrica (CNEE)                         | Abierto         | Administrador del Mercado Mayorista (AMM)           |
| Honduras                                           | Secretaría de Energía, Recursos Naturales y Ambiente (SERNA)             | Unidad Técnica del Petróleo, (Secretaría de Industria y Comercio)           | Sí                                         | Comisión Nacional de Energía (CNE)                                    | Comprador único | -----                                               |
| Nicaragua                                          | Ministerio de Energía y Minas (MEM)                                      | Dirección General de Hidrocarburos, Instituto Nicaragüense de Energía (INE) | No                                         | Instituto Nacional de Energía (INE)                                   | Abierto         | Empresa Nacional de Transmisión Eléctrica (ENATREL) |
| Panamá                                             | Secretaría de Energía                                                    | Dirección General de Hidrocarburos (Ministerio de Comercio e Industria)     | No                                         | Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos (ASEP)                 | Abierto         | Empresa de Transmisión Eléctrica S.A. (ETESA)       |

Fuente: Véase la nota final 13 para esta sección..

vio en el caso de las exoneraciones de impuestos a través de los ministerios de finanzas y las agencias aduaneras que se detallaron antes. Los procesos para monitorear y revisar políticas a fin de garantizar que se estén implementando eficazmente, así como los medios de reformar las políticas fallidas, permitirán a los gobiernos desarrollar un fuerte marco de políticas y brindar un ambiente estable de inversión para la energía renovable.

## 5.4 Cooperación Regional e Internacional

A nivel regional, todos los miembros del Sistema de Integración Centroamericana (SICA) han adoptado

la Estrategia Energética Sustentable Centroamericana 2020, elaborada por la Comisión Económica de las Naciones Unidas para Latinoamérica y el Caribe, CEPAL. La meta de la estrategia es garantizar la cantidad y diversidad necesaria para cerciorarse de que el suministro de energía de Centroamérica brinde el fundamento para un desarrollo sostenible, tomando en cuenta la equidad social, el crecimiento económico, la gobernabilidad y la compatibilidad con el ambiente, de acuerdo con los compromisos ambientales a nivel internacional<sup>16</sup>.

Centroamérica también está activa en la mitigación del cambio climático a nivel internacional y en los procesos de adaptación. Todos los países del área son signatarios del Protocolo de Kioto y han presentado comunicaciones nacionales a la UNFCCC, que incluyen planes para expansión de la energía renovable, eficiencia energética y adaptación. En las primeras etapas del Protocolo de Kioto, Centroamérica fue una de las regiones más activas en el uso exitoso del mecanismo del desarrollo limpio para apoyar los proyectos de energía sostenibles<sup>17</sup>.

Los países también están cooperando en el cambio climático a nivel regional. En 1993, los Ministerios de Asuntos Exteriores de Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua y Panamá firmaron el Acuerdo Regional sobre Cambio Climático. En 2008, los jefes de estado de los gobiernos de los países miembros de la SICA se reunieron en Honduras para establecer un compromiso político “a fin de iniciar un proceso de amplia participación por parte de todos los sectores de la sociedad para crear una estrategia común a fin de lidiar con los impactos del cambio climático<sup>18</sup>”. La Estrategia Regional de Cambio Climático (ERCC) de 2010, ejecutada por la SICA y la Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo (CCAD), proporciona un marco institucional para promover las fuentes de energía renovables como parte de la mitigación del cambio climático<sup>19</sup>.

La SICA, creada en 1991, proporciona una institución regional para los esfuerzos de integración de energía. La Unidad Coordinadora de Energía de la Secretaría General de la SICA (UCE-SICA) se estableció en 2006 para coordinar las acciones, actividades y proyectos de energía regional de los países miembros de la SICA<sup>20</sup>. Otro subgrupo, el Comité de Electrificación de América Central (CEAC), se creó en 1985 para impulsar la integración de energía a nivel regional. El CEAC, que comprende los representantes de energía de los países miembros de la SICA, ha apoyado iniciativas tales como el Sistema de Interconexión Eléctrica de los Países de América Central (SIEPAC), un sistema de red regional con 1.800 kilómetros de líneas de transmisión que conectan a 35 millones de consumidores de electricidad desde Guatemala hasta Panamá<sup>21</sup>.

La fase actual de SIEPAC cuesta una cifra estimada en \$494 millones y se espera que una segunda etapa de desarrollo, que requerirá hasta \$157 millones en inversión, duplique la capacidad global del sistema de los 300 MW actuales a 600 MW<sup>22</sup>. Los desarrolladores de SIEPAC proyectan oficialmente que la expansión se complete en 2014 y 2015, aunque la mayoría de los expertos de la región dicen que esta escala de tiempo corta es improbable<sup>23</sup>.

Después de casi dos décadas de esfuerzos, el Mercado de Electricidad Regional (MER) se estableció como un regulador supranacional de comercio de electricidad con su propio conjunto de reglas para las transacciones regionales de energía a través de las líneas de SIEPAC. El MER fue establecido por el Tratado Marco, firmado en 1996 por los presidentes de los seis países participantes (Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua y Panamá) y consiste en dos protocolos separados (1997 y

2007). Cuatro instituciones comprenden el MER: La Comisión Reguladora de la Interconexión Eléctrica (CRIE), el Ente Operador Regional (EOR), la Empresa Propietaria de la Red (EPR) y el Consejo Director del MER (CD-MER), la institución de política pública del MER.

Como parte del MER, la CRIE actúa como la agencia reguladora del mercado regional e incluye un comisionado de cada estado miembro. La CRIE hace cumplir el Tratado Marco y sus protocolos, regulaciones y otros instrumentos mientras garantiza la operación transparente del MER bajo un marco competitivo. El EOR es responsable de dirigir y coordinar el sistema eléctrico regional (SER) y gestionar el MER de acuerdo con la regulación regional. La EPR es una compañía privada responsable de construir y operar el primer sistema regional de interconexión de electricidad. El CD-MER busca expandir el MER y facilitar el cumplimiento con los compromisos del segundo Tratado Marco del MER y coordinar las interacciones entre la CRIE y el EOR.

Los actuales esfuerzos por fortalecer la integración de la electricidad en Centroamérica a través de SIEPAC y de incorporar la regulación regional de electricidad a través del MER pueden beneficiarse de mejores prácticas internacionales para aumentar la energía renovable a través de interconexión regional. Por ejemplo, las implicaciones para los sistemas de red en Europa Occidental de los crecientes esfuerzos por parte de Alemania para acelerar su transición a energía renovable pueden proporcionar a Centroamérica valiosas lecciones que se aprendieron con respecto al manejo de la intermitencia y la regulación de los intercambios de energía entre países.

## 6 | Perspectiva: Recomendaciones para Avanzar la Energía Renovable en Centroamérica

---

Una rápida transición hacia la generación de electricidad 100% renovable es técnicamente posible y socioeconómicamente beneficiosa en todos los países centroamericanos. Para apoyar esta transición, las políticas deben abordar las barreras financieras clave a las que se enfrenta la región, utilizando un enfoque holístico e integrado. Sugerimos cuatro medidas clave de acción en las áreas de conocimiento y comunicación y cuatro medidas clave de acción en las áreas de finanzas y políticas para trazar la ruta hacia el futuro para la energía renovable en Centroamérica.

Centroamérica tiene abundantes recursos de energía renovable y una enorme oportunidad para aprovechar este potencial. La región ha llegado muy lejos desde los primeros días, antes de principios de los 90, cuando la energía hidroeléctrica era la fuente principal de electricidad. Algo estimulante es que, pese a la gama de opciones de combustibles fósiles con que se cuenta ahora, la región sigue expandiendo su uso de energía renovable, una tendencia que favorece al planeta, así como los intereses nacionales en el orden económico, social y ambiental de los países centroamericanos.

Una importante necesidad actual es mejorar la investigación y el desarrollo de estrategias en varios campos críticos a fin de cubrir brechas de conocimiento y comunicación y estimular reformas políticas que puedan mejorar el ambiente de inversión para las fuentes de energía renovable en la región. Al desarrollar hojas de ruta más detalladas para el uso de energía sostenible en áreas de acción de gran impacto será posible facilitar un proceso donde la región tenga soluciones técnicas y recomendaciones de políticas que sean concretas.

### 6.1 Recomendaciones para Abordar Brechas de Conocimiento, Información y Comunicación

#### *1. Ejecutar Evaluaciones Adicionales de Recursos y Poner a Disposición del Público las Evaluaciones Existentes*

En toda Centroamérica los gobiernos, las empresas de servicios públicos y las organizaciones internacionales han ejecutado evaluaciones a escala nacional para recursos de energía geotérmica, solar y eólica así como para bioenergía. Sin embargo, estas no son amplias y se necesitarán nuevas evaluaciones de recursos para las áreas donde actualmente éstas no existen. Una vez que se hayan identificado las zonas de recursos clave a través de evaluaciones a escala nacional se podrán hacer estudios de factibilidad y evaluaciones específicas para determinar los sitios.

Algunos países y desarrolladores privados están utilizando las evaluaciones existentes como guías para



el análisis inicial en la planificación de energía. Aunque estas evaluaciones iniciales han sido útiles en planear instalaciones recientes en la región, es importante que estos análisis y los análisis futuros sean ampliamente accesibles a fin de acelerar el uso de energía renovable.

Las entrevistas con los interesados han mostrado que, pese a su existencia, las evaluaciones de recursos hechas por los gobiernos, las empresas públicas y los desarrolladores privados a menudo no se comparten en forma amplia. En ciertos casos, las empresas de servicios públicos poseen evaluaciones detalladas para diversos recursos renovables pero estas no se ponen a disposición de otros desarrolladores de energía. En otros casos, las empresas privadas no ponen a disposición sus evaluaciones detalladas de los gobiernos o las empresas públicas.

La coordinación entre los formuladores de políticas, los inversionistas y los desarrolladores privados es crítica, tanto en el uso de evaluaciones de recursos existentes como en la creación de nuevas evaluaciones. Las alianzas público-privadas para investigar el potencial de recursos renovables pueden fomentar los esfuerzos de desarrollo conjunto tales como la licitación de capacidad de electricidad renovable.

## *2. Integrar Soluciones Técnicas*

Las evaluaciones de recursos por sí solas representan solo una parte de una estrategia integrada y consistente de energía. También es importante pensar en soluciones en una forma integrada a fin de desarrollar fuentes renovables en la forma más eficaz en cuanto a costos. Esto se puede hacer abordando la variabilidad en la producción de energía, relacionada con ciertas tecnologías tales como energía solar y eólica, que requieren una planificación cuidadosa para garantizar que se satisfagan las necesidades de carga de base y se evite la sobreproducción.

Con respecto a las fuentes renovables en gran escala vinculadas con la red, existe la necesidad de que los reguladores y los operadores de red consideren no solo la integración de diferentes áreas geográficas dentro de los países sino también el comercio en mayor escala de la electricidad entre países. Al mismo tiempo, la eficiencia energética debe seguir siendo prioridad y es importante seguir integrando los esfuerzos de energía renovable y de eficiencia energética.

La integración también significa planear “redes inteligentes” para utilizar en forma óptima los diversos recursos renovables y no renovables. Las empresas de servicios públicos deben considerar cómo ciertas fuentes renovables variables pueden complementarse entre sí por temporadas, por ejemplo, combinar energía eólica e energía hidroeléctrica o bien energía solar y energía hidroeléctrica en la misma red. Al aumentar la cantidad de generación variable las empresas de servicios públicos también pueden experimentar cogeneración de carga de base a partir de fuentes renovables (por ejemplo, energía hidroeléctrica de represas y energía geotérmica) en combinación con fuentes existentes de combustible fósiles tales como diesel y petróleo. Entre tanto, se están explorando nuevas opciones tales como el gas natural licuado para proporcionar generación de respaldo para las fuentes renovables, tanto dentro como fuera de la red.

Tanto la CEPAL como la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE) han evaluado ciertos efectos del cambio climático (y la necesidad de adaptación) en el sector energético de Centroamérica, en particular en vista de la forma en que los cambiantes patrones del clima afectarán la generación de energía

hidroeléctrica. Sin embargo, se necesita más análisis sobre la forma en que las temperaturas afectarán la demanda de electricidad para enfriar espacios y cómo las tormentas más frecuentes y más fuertes afectarán la transmisión y distribución de electricidad.

También hace falta análisis sobre el planeamiento integrado de energía dentro del sistema de interconexión del SIEPAC. Actualmente, solo los generadores de electricidad a quienes se les permite participar en los mercados mayoristas nacionales de los países miembros tienen permiso de vincularse con la red regional, limitando posiblemente el potencial para aumentar la energía renovable en dicha red. En Costa Rica y Honduras, solo las empresas estatales de servicios públicos tienen permiso de participar en el intercambio regional de electricidad a través del SIEPAC. En otros países centroamericanos, donde el mercado de electricidad está privatizado, los generadores de energía renovable no tienen prohibido expresamente participar en el SIEPAC, aunque su participación puede ser limitada por la necesidad de una conexión a la red nacional de alto voltaje. Sin un proceso simple que garantice la conexión a la red para los generadores de energía renovable, vincularse con la red puede ser un proceso prolongado y costoso.

Sin embargo, no está claro, con sus actuales regulaciones, si el mercado de electricidad regional favorece la generación a partir de fuentes renovables o resulta prohibitivo para su desarrollo. La estructura y regulación de la red regional deben evaluarse aún más a fin de desarrollar los mecanismos correctos de políticas para promover la energía renovable. Fortalecer el papel de las fuentes renovables en una red más grande y diseminada puede beneficiar a estas fuentes de energía al permitir que la generación variable y el exceso de capacidad se transmitan más allá de las fronteras. Por primera vez, Costa Rica —que actualmente depende de la capacidad de energía hidroeléctrica— podría importar energía eólica de Nicaragua cuando disminuya su generación hídrica en los años venideros.

### *3. Evaluar y Comunicar los Impactos Socioeconómicos Completos de Diferentes Escenarios Energéticos*

Un reciente estudio regional sobre LCOE+ (Costo Nivelado de Energía, más externalidades) proporciona una evaluación inicial de los impactos socioeconómicos de diferentes escenarios energéticos en Centroamérica<sup>1</sup>. Aunque el estudio documenta los múltiples beneficios del desarrollo de energía sostenible contra energía no sostenible a nivel regional, se necesita un análisis LCOE más concentrado de los beneficios completos de las fuentes renovables de energía con el tiempo, en el contexto específico de cada país centroamericano.

El Worldwatch Institute, en su estudio de 2013 de perspectivas de energía sostenible en Jamaica, ha realizado estudios a profundidad tanto LCOE como LCOE+ que demuestran a través del planeamiento de escenarios futuros que (1) la energía renovable es menos cara con el tiempo que la energía generada por combustibles fósiles, incluso sin considerar las externalidades y (2) cuando las externalidades se toman en cuenta, la ventaja de las fuentes renovables es aún mayor. Se necesita este tipo de estudio LCOE para cada país específico en cada uno de los países de Centroamérica.

Los beneficios comparativos de desarrollo esbozados en el estudio regional LCOE+ deben considerarse aún más en el planeamiento energético, en vez de continuar haciendo las cosas como de costumbre. Incorporar las externalidades identificadas en esos análisis no solo puede ayudar a convencer a los altos funcionarios gubernamentales de los beneficios de la energía renovable, sino que también les da el análisis que requieren para generar el respaldo público y de los medios de comunicación para el cambio a las fuentes de energía renovable y para lograr el apoyo político de la oposición.

También se necesita más investigación para evaluar la madurez de las cadenas de suministros de energía renovable en la región con el fin de determinar el empleo potencial y otros beneficios económicos de fortalecer los mercados de energía renovable a nivel nacional.

#### *4. Creación de Capacidad en Investigación, Conciencia Pública y el Sector Privado*

En toda Centroamérica los formuladores de políticas tienen una comprensión cada vez mayor de la investigación y la información internacional y local relacionada con la energía renovable. No obstante, el conocimiento de los beneficios socioeconómicos y ambientales de las tecnologías de energía renovable sigue siendo dispar hasta cierto punto. Se necesitan esfuerzos de creación de capacidad para expandir la investigación, la educación y la capacitación de profesionales en energía renovable. También son esenciales las campañas de conciencia pública para educar a los centroamericanos sobre las opciones de energía renovable y fortalecer el apoyo político para una transición regional de energía.

En el sector privado, se requiere mayor conciencia de los potenciales de la energía renovable, así como de sus tecnologías e incentivos de parte de los desarrolladores e inversionistas en energía. Se debe mejorar la capacidad de los bancos para entender la propuesta de valor de diferentes tecnologías de energía renovable y al mismo tiempo los desarrolladores de energía renovable deben tener una mayor comprensión de la información que los bancos necesitan para aprobar un préstamo.

## **6.2 Recomendaciones para Fortalecer las Políticas y Permitir las Inversiones**

Los gobiernos deben producir legislación en forma clara, consistente y transparente a lo largo del tiempo, en otras palabras, la formulación de políticas debe ser “fuerte, duradera y legal”. En ciertos países, los frecuentes ajustes de políticas están enviando las señales incorrectas a los posibles inversionistas en energía renovable.

### *1. Incorporar Políticas y Metas Entre las Agencias Gubernamentales*

Los éxitos y desafíos del sector de energía renovable son impulsados por políticas. Diseñar e implementar políticas exitosas de energía requiere la integración de diversas metas de desarrollo que son abordadas por una amplia gama de agencias gubernamentales incluyendo finanzas, educación, trabajo, manufactura, infraestructura, uso de la tierra, política comercial y asuntos exteriores. La incorporación de políticas entre diversas instituciones sectoriales requiere un sistema funcional de coordinación entre ramas del gobierno, es decir, un proceso para el diálogo interministerial.

Existen dos opciones principales para incorporar la política de energía renovable en el gobierno. La primera es crear agencias gubernamentales separadas dedicadas en forma específica a las fuentes renovables, la segunda es fortalecer las ramas de las agencias existentes de energía dedicadas a la energía renovable. Debido al limitado financiamiento público y la dificultad de establecer nuevas agencias del gobierno, la primera opción no es actualmente viable para los países de Centroamérica. Sin embargo, la región puede beneficiarse mucho de fortalecer la capacidad y la pericia de las actuales agencias de energía, incluyendo hacerlo a través de un financiamiento continuo y creciente y una mayor creación de capacidad para las ramas dedicada a la energía renovable.

Actualmente, casi todas las agencias gubernamentales de energía que existen en Centroamérica tienen unidades dedicadas específicamente a las fuentes de energía renovable con la excepción de Belice. Estas

unidades son responsables de liderar y dirigir las reuniones regulares con todas las agencias pertinentes del gobierno, crear una comprensión conjunta de metas y herramientas y garantizar armonización de políticas<sup>2</sup>. Las oficinas de energías renovables deben ser responsables de garantizar la aplicación apropiada de los incentivos nuevos y existentes para energías renovables.

## *2. Evaluar los Instrumentos de Política Existentes y Refinar la Mezcla de Políticas*

En toda Centroamérica, los países han expresado su voluntad política al hacer ambiciosas declaraciones para el avance de la energía renovable. El conjunto de herramientas de políticas a disposición de esos países —incluyendo políticas reguladoras e incentivos fiscales y financiamiento público— incluye mecanismos que han logrado acelerar en todo el mundo el desarrollo de las energías renovables. Seleccionar los instrumentos que se han de usar para promover las energías renovables depende del contexto particular de cada país. Aunque la mayor parte de los países de Centroamérica tiene una o dos de estas políticas, en la mayoría de los casos estas medidas están subdesarrolladas o no se han implementado plenamente.

Si bien se han hecho evaluaciones completas de políticas en algunos países de la región, estas faltan del todo en otros. Una opción para fortalecer estas evaluaciones es que los países desarrollen iniciativas coordinadas de múltiples interesados encargadas de identificar las reformas más eficaces, tanto reguladoras como de políticas. Estas iniciativas deberían idealmente involucrar representantes del gobierno, el sector privado, las organizaciones no gubernamentales y la sociedad civil. Aunque algunos países centroamericanos han instituido comisiones impulsadas por el gobierno para las fuentes de energía renovable, estas han tenido menos impacto y ocurren con menos frecuencia de la necesaria. Además de los estudios patrocinados por el gobierno, las evaluaciones de regulación por parte de asociaciones de la industria de energía renovable de la región han identificado áreas para reforma<sup>3</sup>.

Varios países han emprendido reformas de regulación y ofrecen modelos que podrían escalarse y reproducirse. Nicaragua ha empleado una estructura de “construir, operar y transferir” (BOT) para las instalaciones renovables que libera a los inversionistas en energía de cierto riesgo de proyecto y Panamá ha realizado exitosas licitaciones para la energía eólica a gran escala.

Los formuladores de políticas deben buscar consejo sobre mejores prácticas internacionales al desarrollar y reformar las políticas de energía renovable. Los recursos para esta información incluyen la Plataforma para América Latina y el Caribe del Low-Emission Development Strategy Global Partnership (LEDS GP), el Clean Energy Solutions Center, la ClimateWorks Energy Practitioners Network y Sustainable Energy for All<sup>4</sup>.

No existe un mecanismo único de políticas que sea la solución, más bien, la combinación apropiada de políticas depende de los contextos nacionales y regionales. Las tarifas de alimentación y las obligaciones de cuota —políticas responsables de la mayoría de la capacidad instalada en todo el mundo— están casi totalmente ausentes en la región pero los programas de licitación respaldados por el gobierno para fuentes renovables de energía han tenido éxito en una serie de países. Si se implementan de manera apropiada, los programas de licitación pueden expandir el desarrollo de las fuentes renovables y desempeñar el papel que de otro modo desempeñarían las tarifas de alimentación y las obligaciones de cuota.

La estructura del mercado de electricidad particular también es un factor clave para determinar qué mecanismos de políticas se necesitan. Hasta ahora cinco de los siete países de Centroamérica han privatizado sus mercados de electricidad. En los mercados competitivos que están abiertos a la empresa privada, la creación de contratos estables y a largo plazo resulta crítica. En esos mercados, los programas de licitación relacionados con contratos fijos y a largo plazo pueden ser una forma eficaz para estimular el desarrollo de energía renovable competitiva en cuanto a costos. Por otra parte, en los mercados con integración vertical dominados por un solo generador, las obligaciones de cuota pueden romper la resistencia a la nueva capacidad de energía renovable.

### *3. Simplificación de Procesos Administrativos*

En los países centroamericanos donde ya existen políticas de apoyo para energía renovable, los prolongados, impredecibles y complejos procesos administrativos a menudo estorban su plena eficacia. Los procesos complicados y poco transparentes de concesión de permisos para nuevas instalaciones de energía renovable consumen mucho tiempo, son costosos y por tanto resultan poco atractivos para inversionistas y desarrolladores de proyectos.

La simplificación de los procedimientos burocráticos a menudo se ve complicada por una falta de capacidad en las principales instituciones así como de involucramiento de múltiples agencias. Además de reducir las etapas globales para los permisos de proyectos, una “ventanilla única” para los desarrolladores de proyecto puede ser una útil herramienta para hacer que la aprobación de proyectos consuma menos tiempo, ofrezca más rendición de cuentas y sea menos costosa. Esas ventanillas únicas aumentan la tasa de implementación exitosa de proyectos a través de colaboración activa entre el sector privado y las agencias gubernamentales responsables y aumentan en gran medida el atractivo de nuevas inversiones en energía renovable.

### *4. Establecer Medidas para el Progreso*

La meta de Costa Rica de suministrar el 100% de su electricidad a partir de fuentes renovables para el año 2021 y la meta de Nicaragua de un 94% de generación renovable para 2017 establece a estos países como los principales líderes de desarrollo sostenible. Sin embargo, sigue siendo impreciso si los marcos legales y financieros existentes son adecuados para lograr estas metas. A fin de rastrear el progreso hacia estas metas se necesita monitoreo, evaluación y revisión periódica de las políticas de apoyo. Para permitir ese rastreo, el progreso hacia las metas climáticas y de energía debe ser “medible, reportable y verificable” (MRV).

Aunque los países centroamericanos todavía no participan en el proceso MRV a nivel internacional para recibir financiamiento para el clima, el MRV es un prerrequisito para recibir crédito para acción climática a través del régimen climático de las Naciones Unidas bajo el acuerdo de Copenhague 2009<sup>5</sup>. Asimismo, MRV es un prerrequisito para recibir apoyo financiero adicional para las Acciones de Mitigación Nacionalmente Apropriadas (NAMAs) bajo el Fondo Ambiental Mundial (GEF) y otros mecanismos internacionales y bilaterales de apoyo.

### 6.3 Conclusión

Estas áreas de mejora son componentes clave de lo que se necesita para ayudar a Centroamérica a obtener un sistema de energía sostenible. La región ya es líder mundial en energía hidroeléctrica y energía geotérmica. Su participación de energía renovable hídrica del 13% es impresionante cuando se compara con el promedio global de solo 4%. La región ha acudido a fuentes de energía renovables generadas a nivel local por necesidad debido a la falta de recursos significativos de combustible fósil a nivel nacional y como resultado de la voluntad política que condujo a políticas iniciales y a inversión en energía limpia.

El desafío urgente para la región ahora es evitar quedarse atrapada, durante décadas en el futuro, por combustibles fósiles, que son costosos desde la perspectiva económica, social y ambiental. Con las nuevas plantas de energía térmica ya en construcción, el creciente aumento en las importaciones de combustibles fósiles muy probablemente continuará. Los países centroamericanos están supuestamente siguiendo estas opciones para satisfacer sus necesidades de desarrollo económico pero, como lo muestra este reporte y como lo confirmará la investigación futura, las tecnologías renovables son a menudo la solución más asequible cuando se evalúan los costos en comparación con todo el ciclo de vida de las nuevas instalaciones. Si se toman en cuenta los costos totales para la sociedad, la ventaja de precios aumenta aún más.

La contribución anual de Centroamérica, que representa solamente el 0,16% de las emisiones globales de carbono, es minúscula en comparación con los emisores más grandes del mundo. Sin embargo, el reciente anuncio hecho por los científicos del clima de que la atmósfera de la tierra ha cruzado el umbral de 400 partes por millón refuerza la necesidad de que todos los países participen en esfuerzos de protección del clima. Las tecnologías de energía renovable tienen una enorme ventaja sobre los sistemas convencionales y centralizados de energía por cuanto pueden ayudar a los países a mitigar el cambio climático y a adaptarse a los patrones de cambio del clima y a los eventos climáticos más extremos. Por tanto, las fuentes de energía renovable son un importante componente del “desarrollo compatible con el clima”.

Las comunidades de Centroamérica están demandando las ventajas proporcionadas por la energía limpia: acceso a energía limpia para las comunidades rurales, mayor seguridad energética y menor dependencia de los combustibles importados en toda la región, oportunidades de crecimiento verde en las economías locales, creación de puestos de trabajo y mayor propiedad local y menores impactos sociales y ambientales a nivel local.

La evaluación del estado actual, los puntos sobresalientes de mejores prácticas y el análisis de brechas que se resumen en este reporte brindan a los tomadores de decisiones lecciones aprendidas de los esfuerzos constantes para apoyar la energía renovable en Centroamérica así como conocimientos clave de las barreras restantes que hay que abordar. La falta de estrategias coordinadas a nivel de país y de región, en su desarrollo de mecanismos concretos de apoyo, y la ineficacia en la administración de políticas continuarán impidiendo la rápida adopción de la energía limpia que se necesita. Dichosamente, estas fallas pueden superarse a través de medidas y de formas que han demostrado tener éxito en la región y en todo el mundo.

Se necesitan hojas de ruta detalladas de energía para evaluar los desafíos técnicos, socioeconómicos,

financieros y políticos que enfrenta cada país y para identificar políticas y medidas que permitan promover el desarrollo de energía sostenible. Únicamente el esfuerzo cooperativo de los gobiernos, el sector privado y la sociedad civil para crear e implementar políticas eficaces y aumentar las soluciones de mercado tendrá como resultado el despliegue oportuno de las fuentes de energía renovables ante la competencia de fuentes de energía convencional bien establecidas. Los prometedores ejemplos de seguimiento político, espíritu emprendedor innovador y participación pública documentados en este reporte deben servir de guía a los esfuerzos futuros por aumentar y acelerar la transición hacia la energía sostenible que ya está ocurriendo en Centroamérica.



# Notas Finales

---

## 1. Desarrollo de Una Hoja de Ruta Regional de Energía Renovable

1. Renewable Energy Policy Network for the 21st Century (REN 21), *Renewables 2011 Global Status Report* (Paris: 2011), p. 21; REN21, *Renewables 2012 Global Status Report* (Paris: 2012), p. 14.
2. REN21, *Renewables 2012...*, op. cit. note 1, p. 14.
3. U.S. Department of Energy, Office of Energy Efficiency and Renewable Energy, *2010 Renewable Energy Data Book* (Washington, DC: 2011).
4. REN21, *Renewables 2012...*, op. cit. nota 1, p. 13.
5. Ibid., p. 13.
6. Ibid., p. 13.
7. International Energy Agency, "Global Status of Modern Energy Access," [www.worldenergyoutlook.org/resources/energydevelopment/globalstatusofmodernenergyaccess](http://www.worldenergyoutlook.org/resources/energydevelopment/globalstatusofmodernenergyaccess), visto el 20 de Febrero, 2013.
8. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), *Análisis General de la Externalidades Ambientales Derivadas de la Utilización de Combustibles Fósiles en la Industria Eléctrica Centroamericana* (Ciudad de México: diciembre de 2010), p. 21.

## 2. Energía Convencional Vs. Renovable en Centroamérica: Estatus y Potencial

1. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), *Estrategia Energética Sustentable Centroamericana 2020* (Mexico City: 2012), p. 1. Aunque la fuente no era clara, nuestra suposición es que la participación del petróleo, del 45%, no incluye el petróleo usado para la generación de electricidad. La fuente atribuye el 5% restante de consumo final de energía a "otros" usos o fuentes no identificadas.
2. Ibid., p. 1.
3. CEPAL, *Centroamérica: Estadísticas de Producción del Subsector Eléctrico 2011* (Ciudad de México: 2012), p. 11.
4. Ibid., p. 11.
5. La tabla 1 se deriva de las siguientes fuentes: ibíd.; los datos de Belice para 2010 son del Gobierno de Belice: Ministry of Energy, Science & Technology and Public Utilities, *Strategic Plan 2012–2017* (Belmopan: 2012); ); los datos de Belice para 2011 son de la U.S. Energy Information Administration (EIA), "International Energy Statistics: Belize," [www.eia.gov/cfapps/ipdbproject/iedindex3.cfm?tid=5&pid=5&aid=2&cid=BH,&syid=2000&eyid=2011&unit=TBDP](http://www.eia.gov/cfapps/ipdbproject/iedindex3.cfm?tid=5&pid=5&aid=2&cid=BH,&syid=2000&eyid=2011&unit=TBDP), visto en Enero 2013.
6. CEPAL, op. cit. nota 3.
7. La figura 2 proviene de ibíd., pp. 11, 15. Es posible que los datos de la CEPAL no incluyan al menos dos plantas de generación térmica puestas en servicio en 2011: la planta Garabito de Costa Rica y la planta Victorias del Alba de Nicaragua..
8. La figura 3 proviene de ibíd., p. 15. La figura 2 muestra el crecimiento reciente e capacidad instalada de energía renovable, mientras que la figura 3, que muestra la generación real, muestra una disminución en la energía renovable introducida en la red entre 2010 y 2011 debido a menor producción de energía hidroeléctrica..
9. Organización Latinoamericana de Energía (OLADE), *Informe de Estadísticas Energéticas 2012* (Quito: 2012), p. 82.
10. Ibid., p. 80.
11. Federación de las Industrias del Estado de São Paulo (FIESP) and OLADE, *Mercados Energéticos en América y el Caribe* (São Paulo: 2009), pp. 71, 75.
12. OLADE, op. cit. nota 9, p. 33.

13. Ibid.
14. CEPAL, Centroamérica: Estadísticas de Hidrocarburos 2011 (Ciudad de México: 2012), pp. 5, 48.
15. En los países que tienen refinerías, la demanda interna representa el 52% de la demanda total de petróleo en Nicaragua, 34% en El Salvador y 6% en Costa Rica, según *ibid.*, pp. 5, 29.
16. La electrificación de trenes, buses y vehículos personales mediante energía suministrada y distribuida por la red apenas está empezando a surgir en todo el mundo y al menos 24 países tienen una pequeña pero creciente flota de vehículos eléctricos según Don Anair y Amine Mahmassani, *State of Charge: Electric Vehicles' Global Warming Emissions and Fuel-Cost Savings Across the United States* (Washington, DC: Union of Concerned Scientists, junio de 2012), p. 30..
17. CEPAL, Informe de la reunión de expertos sobre impactos de los precios de los hidrocarburos y discusión de las acciones prioritarias en la agenda petrolera regional de Centroamérica (Ciudad de México: 2012), p. 11..
18. *Ibid.*, p. 12.
19. *Ibid.*, p. 12.
20. CEPAL, op. cit. nota 3, p. 14. La figura 4 proviene de OLADE, op. cit. nota 9, pp. 66--77.
21. Ministerio de Energía y Minas de Nicaragua, "Nicaragua con más inversiones en energía renovable en 2013," [www.mem.gob.ni/index.php?s=1&idp=174&idt=2&id=563](http://www.mem.gob.ni/index.php?s=1&idp=174&idt=2&id=563), visto el 11 de febrero de 2013
22. CEPAL, op. cit. nota 3, p. 14.
23. OLADE, op. cit. nota 9, p. 57.
24. CEPAL, op. cit. nota 3, p. 14.
25. OLADE, op. cit. nota 9, p. 97; Alex Koberle, *An Alternative Power Development Plan for Guatemala* (Berkeley, CA: International Rivers, 2012).
26. OLADE, op. cit. nota 9, pp. 42--43.
27. Consejo Nacional de Energía, Republica de El Salvador, "Plan indicativo de la expansión de la generación eléctrica de El Salvador 2012--2026," actualizado en 2011, disponible en [www.cne.gob.sv](http://www.cne.gob.sv).
28. James Fowler, "Cutuco sees 2016 start for LNG, power project," *BNamericas.com*, 19 Julio de 2011.
29. "Decree could help boost natural gas imports in Costa Rica," *Tico Times*, 27 de noviembre de 2012; Panamá con base en el conocimiento del autor.
30. Joint Research Center/Netherlands Environmental Assessment Agency (PBL), "Emission Database for Global Atmospheric Research (EDGAR)," <http://edgar.jrc.ec.europa.eu>, visto Marzo de 2013.
31. *Ibid.*
32. La figura 5 proviene de CEPAL, op. cit. nota 3, p. 11.
33. *Ibid.*, p. 14.
34. *Ibid.*, p. 14.
35. Aunque había una nueva planta de energía alimentada con carbón en Guatemala, esto fue compensado por el retiro de otra generación de energía basada en combustibles fósiles en la región. Se subestiman las cifras de capacidad debido a que solo incluyen las plantas de energía conectadas con las redes nacionales de transmisión y distribución, y no las inversiones en soluciones fuera de red tales como sistemas fotovoltaicos, plantas microhidroeléctricas y otras. Las estadísticas oficiales sobre capacidad instalada y electrificación por lo general no tienen en cuenta estos sistemas, que en países como Guatemala, Honduras y Nicaragua se están utilizando para proporcionar acceso a comunidades aisladas y de bajos ingresos. CEPAL, op. cit. nota 3, p. 11.
36. *Ibid.*, p. 11.
37. *Ibid.*, p. 11.
38. Renewable Energy Policy Network for the 21st Century (REN21), *Renewables 2012 Global Status Report* (Paris: 2012), p. 18.
39. CEPAL, op. cit. nota 3, p. 11.
40. *Ibid.*, p. 14.
41. *Ibid.*, p. 11.
42. OLADE, op. cit. nota 9, p. 65.
43. Matt Lucky, "Global Hydropower Installed Capacity and Consumption Increase," *Vital Signs Online* (Washington,

DC: Worldwatch Institute, 17 de enero de 2012).

44. Ibid.

45. Ibid.

46. WWF, *The Energy Report: 100% Renewable Energy by 2050* (Gland, Switzerland: 2011), p. 38.

47. Ibid., p. 38.

48. Véase por ejemplo REN21, op. cit. nota 38; WWF, op. cit. nota 46, p. 38; Bloomberg New Energy Finance (BNEF) and Frankfurt School, UNEP Collaborating Centre for Climate & Sustainability Energy Finance, *Global Trends in Renewable Energy Investment 2012* (Frankfurt: 2012).

49. El caso 1 proviene de Winrock International y de la U.S. Agency for International Development, “Micro-Hydro Energy for Post War Rehabilitation in Guatemala,” [www.winrock.org/clean\\_energy/files/Micro-Hydro\\_Energy\\_for\\_Post.pdf](http://www.winrock.org/clean_energy/files/Micro-Hydro_Energy_for_Post.pdf), visto el 9 de abril de 2013.

50. George Ledec y Juan David Quintero, *Good Dams and Bad Dams: Environmental Criteria for Site Selection of Hydroelectric Projects, Latin America and Caribbean Region Sustainable Development Working Paper 16* (Washington, DC: Banco Mundial, noviembre de 2003).

51. Banco Mundial, *Drilling Down on Geothermal Potential: An Assessment for Central America* (Washington, DC: Energy Unit of the Latin America and Caribbean Region, marzo de 2012) [http://www.esmap.org/sites/esmap.org/files/CentralAmerica\\_Drilling\\_Down\\_Geothermal\\_Potential\\_Optimized.pdf](http://www.esmap.org/sites/esmap.org/files/CentralAmerica_Drilling_Down_Geothermal_Potential_Optimized.pdf).

52. CEPAL, op. cit. nota 3, p. 14.

53. Ibid., p. 14.

54. Cálculos de Worldwatch con base en evaluación de impacto ambiental “International Energy Statistics,” [www.eia.gov/cfapps/ipdbproject/iedindex3](http://www.eia.gov/cfapps/ipdbproject/iedindex3)

55. Banco Mundial, op. cit. nota 51.

56. REN21, *Renewables 2011 Global Status Report* (Paris: 2011), p. 57.

57. Ibid., p. 57.

58. La Figura 6 proviene de CEPAL, op. cit. nota 3, p. 15.

59. Ibid., p. 15

60. El caso 2 proviene de Adam Dolezal, “Worldwatch Team Visits Central America,” ReVolt (Worldwatch Institute blog), 14 de junio de 2012, at <http://blogs.worldwatch.org/revolt/worldwatch-team-visits-central-america/>.

61. “Panamá inicia construcción del parque eólico más grande de Centroamérica,” AméricaEconomía.com, 5 de julio de 2012, en [www.americaeconomia.com/negocios-industrias/panama-inicia-construccion-de-parque-eolico-mas-grande-de-centroamerica](http://www.americaeconomia.com/negocios-industrias/panama-inicia-construccion-de-parque-eolico-mas-grande-de-centroamerica).

62. Central American Bank for Economic Integration, “Operaciones Aprobadas, Eólico San Antonio El Sitio,” at [www.bcie.org/?cat=12&title=Operacionesaprobadas](http://www.bcie.org/?cat=12&title=Operacionesaprobadas).

63. *Solar and Wind Energy Resource Assessment (SWERA)*, realizado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo y financiado por la Global Environment Facility, 5 julio de 2012, at <http://maps.nrel.gov/SWERA>.

64. U.S. National Renewable Energy Laboratory (NREL), “Central America Wind Energy Resource Mapping Activity,” [http://en.openei.org/datasets/files/713/pub/camwindreport\\_242.pdf](http://en.openei.org/datasets/files/713/pub/camwindreport_242.pdf), visto 27 de marzo de 2013.

65. Ibid.

66. Ibid.

67. Véase por ejemplo, la revision del studio de SWERA hecha en International Copper Association, *Renewable Energy for Electricity Generation in Latin America: The Market, Technologies and Outlook* (Santiago, Chile: 2010).

68. REN21, op. cit. nota 56, p. 47.

69. Ibid., pp. 47, 49.

70. Ibid., p. 51.

71. Ibid., p. 54.

72. “Nicaragua builds solar farm with Japan’s donation,” *Associated Press*, 21 de febrero 2013; Programa Energías Renovables y Eficiencia Energética en Centroamérica (4E), “Costa Rica inauguró primera gran planta de energía solar,” 23 de noviembre de 2012, at [www.energias4e.com/noticia.php?id=1484](http://www.energias4e.com/noticia.php?id=1484).

73. Presidencia de la República de Costa Rica, “Costa Rica inaugura primera planta solar a gran escala impulsada por

el MINAET y el ICE,” 23 de noviembre de 2012, en [www.presidencia.go.cr/index.php/prensa/prensa-presidencia/1932-costa-rica-inaugura-primera-planta-solar-a-gran-escala-impulsada-por-el-minaet-y-el-ice](http://www.presidencia.go.cr/index.php/prensa/prensa-presidencia/1932-costa-rica-inaugura-primera-planta-solar-a-gran-escala-impulsada-por-el-minaet-y-el-ice).

74. “Nicaragua builds solar farm with Japan’s donation,” op. cit. nota 72; 4E, op. cit. nota 72.

75. Ernst and Young, “Renewable energy country attractiveness indices,” noviembre de 2012, p. 15, en [www.ey.com/Publication/vwLUAssets/CAI\\_issue-35\\_Nov-2012/\\$FILE/CAI\\_issue-35\\_Nov-2012\\_DE0372.pdf](http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/CAI_issue-35_Nov-2012/$FILE/CAI_issue-35_Nov-2012_DE0372.pdf).

76. 4E, “La CEL licitará planta de energía solar,” 17 de febrero de 2013, at [www.energias4e.com/noticia.php?id=1646](http://www.energias4e.com/noticia.php?id=1646).

77. Ibid.

78. “CEL apuesta a generación de energía con paneles solares,” *Diario El Mundo*, 29 de enero de 2011, en <http://elmundo.com.sv/cel-apuesta-a-generacion-de-energia-con-paneles-solares>.

79. 4E, “Panamá comenzará a generar energía solar en el 2013,” 14 de diciembre de 2012 en [www.energias4e.com/noticia.php?id=1533](http://www.energias4e.com/noticia.php?id=1533); 4E, “Españoles invertirán 200 millones de dólares para generar 50 megas en Honduras,” 12 de febrero de 2013 en [www.energias4e.com/noticia.php?id=1630](http://www.energias4e.com/noticia.php?id=1630).

80. NREL, “PvWatts,” [www.nrel.gov/rredc/pvwatts/](http://www.nrel.gov/rredc/pvwatts/), visto el 12 de febrero de 2013.

81. El caso 3 proviene de Arthur Goodland, ‘A New Push for Renewable Energy in Belize,’ ReVOLT (Worldwatch Institute blog), 12 de febrero de 2012 en <http://blogs.worldwatch.org/revolt/a-new-push-for-renewable-energy-in-belize/>.

82. CEPAL, op. cit. nota 3, p. 11.

83. OLADE, op. cit. nota 9, p. 78.

84. Ibid., p. 80.

85. Ibid., p. 73.

86. Ibid., p. 73.

87. CEPAL, op. cit. nota 3, p. 10.

88. Con base en una encuesta de Worldwatch de estudios de energía nacionales y regionales.

89. REN21, op. cit. nota 38, p. 26. Sam Shrank y Farhad Farahmand, “Biodiesel Regains Momentum,” Vital Signs Online (Washington, DC: Worldwatch Institute, 29 de agosto de 2011), p. 1.

90. REN21, op. cit. nota 38, p. 100.

91. Center for International Forestry Research (CIFOR), “Global Biofuel Information Tool,” [www.cifor.org/bioenergy/maps](http://www.cifor.org/bioenergy/maps), actualizado en agosto de 2011.

92. Ibid.

93. La figura 7 proviene de ibíd.

94. Ibid.

95. Ibid.

96. BNEF and Multilateral Investment Fund (MIF), *Climatescope 2012* (London: 2012).

97. Karla Tay, U.S. Department of Agriculture, Foreign Agricultural Service, “Ethanol and Potential Biodiesel in Guatemala,” *GAIN Report*, 30 de junio de 2011.

98. Ibid.

99. Ibid.

100. Ibid.

101. Government of Costa Rica, Ministry of Environment and Energy, *Programa Nacional de Biocombustibles* (San José: 8 January 2008), en [www.bioenergywiki.net/images/f/ff/Biofuels\\_Working\\_Group\\_Report\\_1-08.pdf](http://www.bioenergywiki.net/images/f/ff/Biofuels_Working_Group_Report_1-08.pdf).

102. Shrank and Farahmand, op. cit. nota 89.

103. U.S. Department of Energy, Office of Energy Efficiency and Renewable Energy, Alternative Fuels Data Center, ‘Biodiesel Emissions,’ [www.afdc.energy.gov/vehicles/diesels\\_emissions.html](http://www.afdc.energy.gov/vehicles/diesels_emissions.html), actualizado el 11 de mayo de 2012.

104. M. Wouter, J. Achten y Louis V. Verchot, “Implications for Biodiesel-Induced Land-use Changes for CO<sub>2</sub> Emissions: Case Studies in Tropical America, Africa, and Southeast Asia,” *Ecology and Society*, vol. 16, no. 4 (2011), p. 1; Govinda R. Timilsina y Simon Mevel, *Biofuels and Climate Change Mitigation: A CGE Analysis Incorporating Land-Use Change*, Policy Research Working Paper 5672 (Washington, DC: Banco Mundial Development Research Group Environment and Energy Team, junio de 2011)..

105. Shrank and Farahmand, op. cit. nota 89.

106. CEPAL, *Centroamérica: Estadísticas de producción del subsector Eléctrico 2010* (Ciudad de México: 2011), p. 11.

107. La figura 8 proviene de ibíd., p. 11.

108. Banco Mundial. *Mitigating Vulnerability to High and Volatile Oil Prices* (Washington, DC: 2012), p. 91.

### 3. Oportunidades Socioeconómicas a través de las Fuentes Renovables

1. El Índice de Desarrollo Humano evalúa las naciones utilizando las tres dimensiones de salud (expectativa de vida), educación (años de escolaridad) y estándar de vida (ingreso per cápita). La tabla 5 proviene de las siguientes fuentes: Naciones Unidas, *Global Economic Prospects 2012* (Nueva York: 2012); Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), 'Country Profiles and International Human Development Indicators,' 2013 en <http://hdr.undp.org/en/countries/>; PNUD, *Human Development Report 2011* (New York: 2013).

2. U.S. Census Bureau, "World Primary Energy by Energy and Type:1980 to 2008," [www.census.gov/compendia/statab/2012/tables/12s1382.pdf](http://www.census.gov/compendia/statab/2012/tables/12s1382.pdf), visto el 12 de febrero de 2013.

3. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), *Centroamérica: Estadísticas de Producción del Subsector Eléctrico 2011* (Ciudad de México: 2012), p. 11.

4. CEPAL, *Estrategia Energética Sustentable Centroamericana 2020* (Ciudad de México: 2012).

5. Algunos estudios han reportado que las proyecciones de la demanda en los planes nacionales de energía plans se están haciendo muy por encima de lo que se necesitaría si existieran medidas de eficiencia energética. Véase Alex Koberle, *An Alternative Power Development Plan for Guatemala* (Berkeley, CA: International Rivers, 2012) y U.S. Energy Information Administration (EIA), *Independent Statistics and Analysis*, 'Levelized Cost of New Generation Resources in the Annual Energy Outlook 2012,' [www.eia.gov/forecasts/aeo/electricity\\_generation.cfm](http://www.eia.gov/forecasts/aeo/electricity_generation.cfm), visto el 12 de febrero de 2013.

6. CEPAL, *La Economía del Cambio Climático en Centroamérica* (Ciudad de México: July 2011).

7. European Commission, *Regional Environmental Profile of the Central American Region* (Brussels: 2004), en [http://eeas.europa.eu/ca/docs/ca\\_env\\_finalreport05.pdf](http://eeas.europa.eu/ca/docs/ca_env_finalreport05.pdf).

8. Ibid., p. 2.

9. Using West Texas Intermediate as a benchmark. See CEPAL, *Centroamérica: La Crisis de los Precios del Petróleo y su Impacto en los Países Centroamericanos* (Ciudad de México: 2009).

10. Ibid.

11. CEPAL, Informe de la Reunión de expertos sobre impactos de los precios de los hidrocarburos y discusión de las acciones prioritarias en la agenda petrolera regional de Centroamérica (Ciudad de México: 2012), p. 3; La tabla 6 proviene de CEPAL, *Centroamérica: Estadísticas de Hidrocarburos 2011* (Ciudad de México: 2012), pp. 9, 48.

12. CEPAL, op. cit. nota 9.

13. La tabla 7 proviene de ibíd.

14. Banco Mundial, *Drilling Down on Geothermal Potential: An Assessment for Central America* (Washington, DC: Energy Unit of the Latin America and Caribbean Region, March 2012).

15. Ibid.

16. Ibid.

17. CEPAL, *Análisis General de la Externalidades Ambientales Derivadas de la Utilización de Combustibles Fósiles en la Industria Eléctrica Centroamericana* (Ciudad de México: diciembre de 2010). Los escenarios se basaron en el Plan indicativo regional de expansión de la generación, período 2009-2023 (CEAC, 2009). Observe que las externalidades ambientales de los países de Centroamérica que participan en el Mercado Regional de Electricidad se estimaron usando el año base de 2008 y aplicando el Impact Pathway Approach y los Simplified Approach for Estimating Impacts of Electricity Generation (SIMPACTS) de la International Atomic Energy Agency. El estudio seleccionó 25 plantas de energía que proporcionan más del 90% de la generación de energía térmica de Centroamérica.

18. Ibid. Los escenarios se basaron en el Plan indicativo regional de expansión de la generación, período 2009-2023 (CEAC, 2009). Se calcularon usando el precio de referencia estándar de \$20 por tonelada, usado en la Unión Europea así como información de CEPAL, *Estrategia Energética Sustentable Centroamericana 2020* (Ciudad de México: 2012). Este precio de referencia se considera como muy conservador, por ejemplo, el gobierno alemán usa un precio de referencia de \$75--\$100 por tonelada de dióxido de carbono.

19. CEPAL, op. cit. nota 17, pp. 37--44, 62. Los escenarios se basaron en el Plan indicativo regional de expansión de la

generación, período 2009-2023 (CEAC, 2009).

20. *Ibid.* Los escenarios se basaron en el Plan indicativo regional de expansión de la generación, período 2009-2023 (CEAC, 2009). La creación de modelos de línea de base se hizo usando datos de Long Range Energy Alternatives Planning System (LEAP) para el período 2010--23.

21. *Ibid.*, p. 2.

22. *Ibid.*, p. 62.

23. Worldwatch Institute, Roadmap to a Sustainable Electricity System: Harnessing Jamaica's Sustainable Energy Resources (Washington, DC: se publicará en junio de 2013).

24. ClimateCost, "PAGE09 Integrated Assessment Model," Policy Brief No. 4, septiembre de 2010 en [http://climatecost.cc/images/Policy\\_brief\\_4\\_PAGE09\\_Model\\_vs\\_2\\_watermark.pdf](http://climatecost.cc/images/Policy_brief_4_PAGE09_Model_vs_2_watermark.pdf).

25. La figura 9 proviene de CEPAL, Estudio Sectorial Regional sobre Energía y Cambio Climático en Centroamérica (Ciudad de México: 2012), p. 46.

26. La figura 10 proviene de CEPAL, Centroamérica: Estadísticas de Hidrocarburos ..., op. cit. nota 11.

27. CEPAL, Estrategia Energética Sustentable Centroamericana 2020, op. cit. nota 18, p. 102.

28. World Health Organization, "Indoor Air Pollution and Health," Fact Sheet No. 292 (Ginebra: septiembre de 2011).

29. *Ibid.*

30. International Renewable Energy Agency (IRENA), Renewable Energy Jobs: Status, Prospects & Policies (Abu Dhabi: 2011), pp. 7--8.

31. La figura 11 proviene de *ibid.*, p. 8.

32. European Photovoltaic Industry Association y Greenpeace International, Solar Generation: Solar Electricity for Over One Billion People and Two Million Jobs by 2020 (Bruselas: septiembre de 2006).

33. Global Wind Energy Council y Greenpeace International, Global Wind Energy Outlook 2006 (Bruselas: septiembre de 2006).

34. M. Wei, S. Patadia y D.M. Kammen, "Putting Renewables and Energy Efficiency to Work: How Many Jobs Can the Clean Energy Industry Generate in the US?" Energy Policy, vol. 38 (2010), pp. 919--31.

35. El caso 4 proviene de L.M. Salazar, "Zamorano Leads Projects: Alternative Energy Sources," 23 de abril de 2010 en [www.zamorano.edu/english/2010/04/23/zamorano-leads-projects-alternative-energy-sources](http://www.zamorano.edu/english/2010/04/23/zamorano-leads-projects-alternative-energy-sources).

36. La tabla 8 proviene de International Energy Agency, "Global status of modern energy access," [www.worldenergyoutlook.org/resources/energydevelopment/globalstatusofmodernenergyaccess](http://www.worldenergyoutlook.org/resources/energydevelopment/globalstatusofmodernenergyaccess), visto el 20 de febrero de 2013.

37. CEPAL, Estrategia Energética Sustentable Centroamericana (Ciudad de México: 2007), p. 102.

38. 2012 Energy Directors Meeting in Managua, Nicaragua, por Ana María Majano, Directora Asociada del Centro Latinoamericano para la Competitividad y el Desarrollo Sostenible, comunicación personal, diciembre de 2012.

39. Global Network on Energy for Sustainable Development (GNESD), "Nicaragua: Renewable Energy for Rural Zones Program," [http://energy-access.gnesd.org/index.php?option=com\\_content&view=article&id=116:nicaragua-off-grid-rural-electrification-project-perza&catid=3:projects&Itemid=24](http://energy-access.gnesd.org/index.php?option=com_content&view=article&id=116:nicaragua-off-grid-rural-electrification-project-perza&catid=3:projects&Itemid=24), visto en abril de 2013.

40. Si desea más información sobre la autodeterminación, vea United Nations International Covenant on Economic, Social and Cultural Rights en [www2.ohchr.org/english/law/cescr.htm](http://www2.ohchr.org/english/law/cescr.htm).

41. Banco Mundial, Energy, Gender and Development, document de trasfondo del 2012 World Development Report (Washington, DC: setiembre de 2011).

42. REN21, Gender Equity and Renewable Energies (París: febrero de 2004).

43. El caso 5 proviene de PNUD Nicaragua, "Colectivo de mujeres de Totogalpa inaugura Restaurante Solar," comunicado de prensa (Managua: 9 de febrero de 2012) en [www.undp.org.ni/noticias/646](http://www.undp.org.ni/noticias/646).

#### 4. Inversiones en Energía Renovable y Necesidades Futuras de Financiamiento

1. Bloomberg New Energy Finance (BNEF), Global Trends in Clean Energy Investment -- Q4 2012 Fact Pack (Londres: 14 enero de 2013), p. 3 en <http://about.bnef.com/fact-packs/global-trends-in-clean-energy-investment-q4-2012-fact-pack/>.

2. *Ibid.*, p. 15.



3. BNEF y Frankfurt School, UNEP Collaborating Centre for Climate & Sustainability Energy Finance, *Global Trends in Renewable Energy Investment 2012* (Frankfurt: 2012), p. 11.
4. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) and Sistema de Integración Centroamericano, *Estrategia Energética Sustentable Centroamericana 2020* (Ciudad de México: 2007), pp. 76, 96.
5. *Ibid.*
6. La figura 12 proviene de *ibid.* Observe que Belice no se incluye en las estadísticas regionales de la CEPAL que se han mantenido por décadas.
7. *Ibid.* Cálculos basados en datos de referencia.
8. Las figuras 13 y 14 provienen de Banco Mundial, *World Development Indicators 2012* (Washington, DC: 2012).
9. La tabla 9 proviene de Xavier Sala-i-Martin et al., “The Global Competitiveness Index 2012--2013: Strengthening Recovery by Raising Productivity, in *The Global Competitiveness Report 2012--2013*, pp. 14--19 (World Economic Forum, 2012) en [www3.weforum.org/docs/CSI/2012-13/GCR\\_Chapter1.1\\_2012-13.pdf](http://www3.weforum.org/docs/CSI/2012-13/GCR_Chapter1.1_2012-13.pdf).
10. La tabla 10 proviene de International Finance Corporation y Banco Mundial, “Doing Business Economy Rankings, 2012 en [www.doingbusiness.org/rankings](http://www.doingbusiness.org/rankings).
11. BNEF y Multilateral Investment Fund (MIF), *Climate Scope 2012: Assessing the Climate for Climate Investing in Latin America and the Caribbean* (Londres: 2012), pp. 6, 7, 18.
12. Programa Energías Renovables y Eficiencia Energética en Centroamérica (4E), “Nicaragua ya genera 40 por ciento de energía con fuentes renovables,” 4 de enero de, 2013 en [www.energias4e.com/noticia.php?id=1540](http://www.energias4e.com/noticia.php?id=1540).
13. BNEF y MIF, op. cit. nota 11, p. 86.
14. Si desea estudios por país, vea Proyecto ARECA, ‘Análisis de Mercado de Energía Renovable para los diferentes países centroamericanos,’ [www.proyectoareca.org/?cat=1015&title=Estudios&lang=es](http://www.proyectoareca.org/?cat=1015&title=Estudios&lang=es)
15. *Ibid.*
16. Sitio web de ARECA, [www.proyectoareca.org](http://www.proyectoareca.org); Sitio web de 4E, [www.energias4e.com](http://www.energias4e.com).
17. Sitio web de Globeleq Mesoamerica Energy, [www.mesoamericaenergy.com](http://www.mesoamericaenergy.com).
18. Globeleq Mesoamerica Energy, “Globeleq Acquires 70% of Central American Renewable Energy Business, comunicado de prensa (Londres: 19 de enero de 2010).
19. Alfredo Vargas, Funcionario de Inversiones, E+Co Capital, comunicación personal, 2012.
20. Sitio web de CASEIF II Corporation, [www.lafise-inv.com/lafise-lim/caseifII\\_e.aspx](http://www.lafise-inv.com/lafise-lim/caseifII_e.aspx).
21. Latin American Private Equity & Venture Capital Association, “CASEIF II Fund Invests in Renewable Energy Company in Nicaragua,” comunicado de prensa (Nueva York: 15 de junio de 2009).
22. Salvador E. Rivas, Alianza en Energía y Ambiente con Centroamérica (AEA), “Proyectos de la AEA en Centroamérica, presentado en el XXI Foro Regional de AEA, San José, Costa Rica, 6 de marzo de 2013.
23. Marlene Aguilar, “Oportunidades en Negocios Energéticos, ARECA, presentado en el XXI Foro Regional de AEA, San José, Costa Rica, 7 de marzo de 2013.
24. Banco Mundial, Carbon Finance Unit, ‘Carbon Finance at the World Bank: List of Funds,’ <https://wbcarbonfinance.org/Router.cfm?Page=Funds&ItemID=24670>, visto en febrero de 2013.
25. “Is Funding for Renewable Energy in Latin America Adequate?” Inter-American Dialogue’s, Latin America Advisor -- Energy, 19--23 marzo de 2013 en <http://media.sais-jhu.edu/archive/sites/default/files/sin-articles/Latin%20American%20Advisor,%20Energy,%203-12.pdf>.
26. International Institute for Sustainable Development, Climate Change Policy & Practice, “IDB Annual Meeting Presents New Low Carbon and Sustainable Energy Initiatives, 20 de marzo de 2012 en <http://climate-iiisd.org/news/idb-annual-meeting-presents-new-low-carbon-and-sustainable-energy-initiatives/>; sitio web de Adaptation Fund, [www.adaptation-fund.org](http://www.adaptation-fund.org).
27. Global Environment Facility, “Detail of Project #975: Accelerating Renewable Energy Investments through CABI in Central America,” [www.thegef.org/gef/project\\_detail?projID=975](http://www.thegef.org/gef/project_detail?projID=975), visto en febrero de 2013.
28. Sitio web de Clean Development Mechanism, <http://cdm.unfccc.int>; United Nations Collaborative Program on Reducing Emissions through Deforestation and Forest Degradation (UN-REDD) sitio web, [www.un-redd.org](http://www.un-redd.org).
29. UNEP Risø Centre, “CDM Projects by Host Region, [www.cdmpipeline.org/cdm-projects-region.htm](http://www.cdmpipeline.org/cdm-projects-region.htm), actualizado el 1 de marzo de 2013.
30. La figura 15 proviene de Jørgen Fenhann, UNEP Risø Centre, 1 de diciembre de 2012. Adaptado por Cinthya Alfaro



para INCAE/ Worldwatch Institute, 17 de diciembre de 2012.

31. Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, “FOCUS: Mitigation - NAMAs, Nationally Appropriate Mitigation Actions <http://unfccc.int/focus/mitigation/items/7172.php>, visto en abril de 2013.

32. Ellen Morris et al., Using Microfinance to Expand Access to Energy Services: Summary of Findings (Washington, DC: The SAEA Network, 2007), p. 12.

33. *Ibid.*, p. 12.

34. La tabla 11 proviene de BNEF y MIF, op. cit. nota 10. Allie Goldstein, “Savvy Financing for Rural Energy in Central America, ReVolt (blog del Worldwatch Institute), 20 de junio de 2012 en <http://blogs.worldwatch.org/revolt/savvy-financing-for-rural-energy-in-central-america>.

35. BNEF y MIF, op. cit. nota 11.

36. Sitio web de Quetsol, [www.quetsol.com](http://www.quetsol.com); Technosol, [www.tecnosol.com.ni](http://www.tecnosol.com.ni).

## 5. . Evaluación de los Mecanismos Existentes de Apoyo a la Energía Renovable

1. El enfoque adoptado aquí es principalmente regional; sin embargo, se puede hallar información más específica sobre las políticas e instituciones de energía renovable de cada país en siete resúmenes de investigación específicos de cada país, disponibles en [www.worldwatch.org/centralamerica](http://www.worldwatch.org/centralamerica).

2. K. Hamilton, Scaling Up Renewable Energy in Developing Countries, Finance and Investments Perspectives (Londres: Chatham House, 2010).

3. La tabla 12 fue compilada por Worldwatch con base en investigación de planes de energía y desarrollo específicos de cada país.

4. El caso 6 fue preparado en español por Rebeca Ramírez Acosta, Secretaría Nacional de Energía, Gobierno de Panamá.

5. La tabla 13 fue compilada por Worldwatch con base en legislación específica de cada país.

6. Bloomberg New Energy Finance (BNEF) y Multilateral Investment Fund (MIF), *Climatescope 2012* (Londres: 2012), p. 87.

7. Retroalimentación registrada durante los talleres de Worldwatch Institute en Nicaragua y Costa Rica, 2012.

8. El caso 7 proviene de Ramón Palencia-Calvo, “Net metering program in Costa Rica shows early promise,” ReVolt (blog del Worldwatch Institute), 9 julio de 2012 en <http://blogs.worldwatch.org/revolt/net-metering-program-in-costa-rica-shows-early-promise>.

9. Panamá proviene de Autoridad Nacional de los Servicios Públicos, “Resolución ANNo. 5399-Elec,” 27 de junio de 2012, en [www.asep.gob.pa/electric/Anexos/Anexo\\_A\\_5399\\_Elec.pdf](http://www.asep.gob.pa/electric/Anexos/Anexo_A_5399_Elec.pdf); Guatemala de la Comisión Nacional de Energía Eléctrica, “Norma Técnica para la Conexión, Operación, Control y Comercialización de la Generación Distribuida Renovable -- NTGDR- y Usuarios Autoprodutores con Excedentes de Energía,” 2008 en [http://media.wix.com/ugd/5563da\\_6c1bbbb6864298a4ae0a4da6879ae5e0.pdf](http://media.wix.com/ugd/5563da_6c1bbbb6864298a4ae0a4da6879ae5e0.pdf).

10. Comisión Nacional de Energía Eléctrica, op. cit. nota 9.

11. Guatemala proviene de Programa Energías Renovables y Eficiencia Energética en Centroamérica, “Se iniciará plan piloto para el uso de etanol,” 16 de noviembre 2011 en [www.energias4e.com/noticia.php?id=683](http://www.energias4e.com/noticia.php?id=683); Costa Rica de REN21, *Renewables 2010 Global Status Report* (París: 2010); Panamá de Secretaría Nacional de Energía, “Ley de biocombustibles” (Ciudad de Panamá: 2012); FUNDE, “Agrocombustibles: La situación de Nicaragua 2008,” 2010; La tabla 14 proviene de REN21, *Renewables 2012 Global Status Report* (París: 2012).

12. La tabla 15 proviene de REN21, op. cit. nota 11.

13. La tabla 16 fue compilada por Worldwatch con base en investigación de instituciones y mercados de energía y desarrollo específicos de cada país.

14. Sitio web del Consejo Nacional de Energía (CNE), [www.cne.gob.sv](http://www.cne.gob.sv).

15. Jay Gallegos, Director Gerencial, Globeleq Mesoamerica Energy, “Energía Eólica: retos y oportunidades en Centro América,” presentado en *The Future of Renewable Energy in Central America*, INCAE, Costa Rica, 3 de septiembre de 2012 en [www.worldwatch.org/system/files/Jay Gallegos-INCAE Sept 2012.pdf](http://www.worldwatch.org/system/files/Jay%20Gallegos-INCAE%20Sept%202012.pdf).

16. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), *Estrategia Energética Sustentable Centroamericana 2020* (Ciudad de México: 2012), p. 98.

17. Si desea información específica sobre proyectos de CDM en la región vea el capítulo 4 de este reporte.

18. Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo (CCAD), Sistema de la Integración Centroamericana (SICA), Estrategia Regional de Cambio Climático (Antiguo Cuscatlán, El Salvador: noviembre de 2010) en [www.sica.int/busqueda/secciones.aspx?IdItem=55544&IdCat=48&IdEnt=879](http://www.sica.int/busqueda/secciones.aspx?IdItem=55544&IdCat=48&IdEnt=879).

19. Ibid.

20. Sitio web de SICA, [www.sica.int](http://www.sica.int).

21. Empresa Proprietaria de la Red, “Descripción del Proyecto,” [www.eprsiepac.com/descripcion\\_siepac\\_transmision\\_costa\\_rica.htm](http://www.eprsiepac.com/descripcion_siepac_transmision_costa_rica.htm).

22. ENATREL, “Centroamérica Unida por el SIEPAC” [www.enatrel.gob.ni/index.php?option=com\\_content&task=view&id=248&Itemid=31](http://www.enatrel.gob.ni/index.php?option=com_content&task=view&id=248&Itemid=31).

23. Si desea más información sobre el esfuerzo de integración de la red, vea el sitio web de SIEPAC, [www.eprsiepac.com](http://www.eprsiepac.com), y el sitio web del Ente Operador Regional, [www.enteoperador.org](http://www.enteoperador.org).

## 6. Perspectiva: Recomendaciones para el Progreso de la Energía Renovable en Centroamérica

1. Banco Mundial, Drilling Down on Geothermal Potential: An Assessment for Central America (Washington, DC: Energy Unit of the Latin America and Caribbean Region, marzo de 2012).

2. Si bien esto está ocurriendo en cierto grado en los países a nivel regional, el Alianza en Energía y Ambiente con Centroamérica (AEA) ha desempeñado este papel desde 2002 en servir como anfitrión de reuniones anuales con tomadores de decisiones de alto nivel en los ministerios de energía así como en organizar más de 21 foros regionales de energía renovable.

3. Un fuerte ejemplo de una de estas iniciativas de reforma de políticas a profundidad es el esfuerzo de la Asociación de Energía Renovable de Nicaragua, que elaboró la Propuesta de Reformas al Marco legal y Regulatorio de las Fuentes Renovables de Energía en Nicaragua en enero de 2012. El documento aborda una serie de problemas de incentivos tributarios y fiscales así como problemas técnicos, tales como conexión a la red. Véase Asociación Renovables de Nicaragua, Propuesta de Reformas al Marco legal y Regulatorio de las Fuentes Renovables de Energía en Nicaragua Bloque 1 y 2 (Managua: enero de 2012) en [www.renovables.org.ni/media/Documentos/INFORME\\_DIAGNOSTICO\\_MARCO\\_LEGAL\\_NICARAGUA\\_RENOVABLES\\_FINAL1.pdf](http://www.renovables.org.ni/media/Documentos/INFORME_DIAGNOSTICO_MARCO_LEGAL_NICARAGUA_RENOVABLES_FINAL1.pdf).

4. Low Emissions Development Strategies (LEDS), sitio web de Global Partnership, <http://en.openei.org/wiki/LEDSPG>; sitio web de Clean Energy Solutions Center, <http://cleanenergysolutions.org/>; sitio web de Sustainable Energy for All, [www.sustainableenergyforall.org](http://www.sustainableenergyforall.org).

5. Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático, “Acuerdo de Copenhague” (Copenhague: 18 de diciembre de 2009), párrafo 5 en <http://uncccjnt/resource/docs/2009/cop15/eng/l07.pdf>.

## Sobre los Autores

---

**Adam Dolezal** es Asociado de Investigación y Gerente de Proyecto de la Central America Sustainable Energy Initiative del Worldwatch Institute. Antes de trabajar en Worldwatch, fue el gerente de proyecto y consultor de desarrollo empresarial para Lighthouse Solar en Washington D.C. Ha estudiado y trabajado en Latinoamérica por más de 10 años en diferentes puestos. Tiene un Bachillerato de Relaciones Internacionales con énfasis en Latinoamérica (Fort Lewis College) y una Maestría en Filosofía y Antropología Social con énfasis en Estudios Postcoloniales (California Institute of Integral Studies), así como una Maestría en Derechos Humanos y Derecho Ambiental Internacional (University of London, SOAS).

**Ana María Majano** es Directora Asociada del Centro Latinoamericano para la Competitividad y el Desarrollo Sostenible (CLACDS) de INCAE Business School en Costa Rica. Tiene una Maestría y un Doctorado en Economía de la University of Tennessee en Knoxville, a la que asistió como Fulbright Scholar. La Dra. Majano ha trabajado para INCAE en diferentes puestos —como consultora y como miembro del personal ejecutivo— desde 2002. Anteriormente ocupó puestos de alto nivel en organizaciones del sector público y privado en su país nativo, El Salvador. Ha sido profesora universitaria y consultora independiente para varias organizaciones internacionales. Sus principales áreas de trabajo son la energía, el ambiente y el análisis de regulaciones.

**Alexander Ochs** es Director de Clima y Energía en el Worldwatch Institute, donde dirige un equipo creciente de investigadores, es miembro del equipo gerencial del Instituto y editor en jefe del ReVolt. Es coeditor de tres libros, autor de numerosos artículos académicos y contribuyente frecuente a los medios públicos y también sirve como presidente del Forum for Atlantic Climate and Energy Talks (FACET), es investigador principal del American Institute for Contemporary German Studies de la Johns Hopkins University y conferencista adjunto de la George Washington University. Estudió en las universidades de Colonia y Munich donde se graduó con una Maestría en Ciencias Políticas, Filosofía y Literatura. Tuvo puestos de alto nivel en investigación y docencia en el Center for Clean Air Policy y el German Institute for International and Security Affairs (SWP), así como la City University of New York (CUNY) y las universidades de Princeton, Freie y Humboldt. El señor Ochs ha estado en muchas juntas internacionales de asesoría y fue miembro de la delegación alemana a las negociaciones del clima de las Naciones Unidas, Aspen Institute Young Leader, y miembro electo de tt-30. Actualmente sirve como Director de Energía y Miembro del Comité Director de la Low Emissions Development Global Partnership (LEDS-GP). En 2011 recibió el Sustainable Future Award del Austrian Academic Forum for Foreign Affairs.

**Ramon Palencia** es investigador de Centroamérica del Departamento de Clima y Energía del Worldwatch Institute. Anteriormente, dirigió el desarrollo y la implementación de estrategias sostenibles para el sector privado y sirvió como gerente de investigación de TIYM Publishing Co., Inc. Ha viajado intensamente

en Latinoamérica aprendiendo sobre diferentes problemas ambientales y sobre cómo hacer avanzar la sostenibilidad en la región. Tiene una Maestría en Ciencias Ambientales y Políticas de Johns Hopkins University.

# Reconocimientos

---

Este reporte no habría sido posible sin sustanciales contribuciones de una red de colaboradores en toda Centroamérica y a nivel internacional. Se agradece muy profundamente a Cinthya Alfaro, investigadora de INCAE, que proporcionó amplia investigación de apoyo a través de este proyecto; a Lisa Mastny, Editora Senior de Worldwatch y a la diseñadora independiente Lyle Rosbotham que demostraron paciencia y compromiso hasta que se publicó el reporte, a los asociados de investigación de Worldwatch, Shakuntala Makhijani y Evan Musolino, al coordinador de investigación de Worldwatch Michael Weber y al gerente de Proyecto del Caribe Worldwatch, a Mark Konold, a Lâl Marandin (Asociación de Energía Renovable de Nicaragua) y a Rebeca Ramírez (del gobierno de Panamá), que proporcionaron aportes escritos para los estudios de casos, así como a los pasantes de Worldwatch Allie Goldstein, Sean Ahearn y Arthur Goodland, que compilaron datos críticos y aportaron importantes conocimientos del reporte al blog de energía del Instituto, ReVolt.

El reporte fue sometido a grandes mejoras por parte de Giles Dixon y Mairi Dupar (CDKN), Christopher Flavin (Worldwatch), Mauricio Solano-Peralta (Trama TecnoAmbiental) y Rogelio Sotela, todos los cuales leyeron el texto completo y proporcionaron una valiosa retroalimentación. Logan Yonavjak (World Resources Institute) proporcionó importantes aportes para el capítulo sobre finanzas y Jorge Asturias (OLADE), Mario Rubio (Inver-Tech), Mario Cáceres (CNE, El Salvador), Marlon Rodríguez (CEL, El Salvador), Jorge Vázquez (UCE-SICA) y Hugo Ventura (CEPAL) proporcionaron importantes aportes y orientación durante toda la implementación del proyecto.

También queremos agradecer a más de 100 participantes de los talleres que realizamos conjuntamente con INCAE en Nicaragua en agosto de 2012 y en Costa Rica en septiembre de 2012, incluyendo, por el liderazgo que proporcionaron, a Lorena Lanza y Julio Pérez (gobierno de Nicaragua), Gloria Villa (gobierno de Costa Rica), Jay Gallegos y Sean Porter (Globeleq Mesoamerica Energy), Ricardo De Matheu y Alfredo Vargas (CAREC) y Víctor Tijerino (Grupo Fénix). También quisiéramos agradecer a todos los que compartieron sus inspiradoras historias, tales como don Juan (Mi Fogón) y don Carlos (agricultor y desarrollador de biogás) y a las Mujeres Solares de Totogalpa. Isabel Solís coordinó los eventos con sobresaliente profesionalismo y energía, con apoyo del amable y eficiente equipo de logística de INCAE y la Gerente de Comunicaciones de INCAE Silvia Castillo, que se acercaron exitosamente a la prensa local e internacional. Otros aportes importantes fueron hechos por Jason Rainey, Aviva Imhof y Monti Aguirre de International Rivers.

Finalmente, queremos agradecer a la Climate and Development Knowledge Network (CDKN) y a la Alianza en Energía y Ambiente con Centroamérica (AEA) por su apoyo a este proyecto, que va mucho más allá de la provisión de recursos financieros. En particular, nos gustaría agradecer a Sam Bickersteth e Isabela Martins de Souza en CDKN así como a Salvador Rivas, María Eugenia Salaverría, Lilian Suárez

e Ismael Sánchez de AEA por la invaluable orientación y estímulo. Muchas otras personas y grupos dedicaron tiempo y esfuerzo a apoyar este proyecto y merecen nuestra gratitud. Aunque nos sentimos agradecidos con todos los que contribuyeron, el reporte final es solamente responsabilidad de los autores.

El reporte presentado aquí es la traducción del inglés al español del reporte publicado en Junio 2013 “The Way Forward for Renewable Energy in Central America.” Se le agradece al apoyo adicional de Ana María Majano y Alejandro Roblero Bogantes, de parte del Centro Latinoamericano para la Competitividad y el Desarrollo Sostenible (CLACDS) de INCAE Business School en Costa Rica, y a Milena González y Benjamín Heras, de parte del Departamento de Clima y Energía de Worldwatch Institute en la revisión y edición final de la traducción en español.

## Renuncia de Responsabilidad

Esta publicación fue preparada para brindar orientación general solo en materias de interés y no constituye consejo profesional. Usted no debe actuar con base en la información contenida en esta publicación, sin obtener consejo profesional específico. No se da ninguna declaración ni garantía expresa o implícita respecto a la exactitud de la información contenida en esta publicación y, hasta donde lo permite la ley, las entidades que manejan la Climate and Development Knowledge Network (CDKN\*), la Alianza en Energía y Ambiente con Centroamérica (AEA), INCAE Business School y Worldwatch Institute no aceptan ni asumen ninguna responsabilidad o deber de cuidado por cualquier consecuencia para usted o cualquier otra persona que actúe o deje de actuar con base en la información contenida en esta publicación o por cualquier decisión basada en ella.

Este documento es el fruto de un proyecto financiado por el U. K. Department for International Development (DFID), la Netherlands Directorate- General for International Cooperation (DGIS) y AEA para el beneficio de los países en desarrollo. Sin embargo, los puntos de vista expresados y la información contenida en él no son necesariamente los que promueven o respaldan el DFID, la DGIS o AEA, que no pueden aceptar ninguna responsabilidad por esos puntos de vista o información o por cualquier cosa que se haga con base en ellos.

\* CDKN es un proyecto financiado por el U.K. Department for International Development y la Netherlands Directorate-General for International Cooperation que ha sido dirigido y administrado por PricewaterhouseCoopers LLP y cuya gestión es manejada por PricewaterhouseCoopers LLP y una alianza de organizaciones que incluyen la Fundación Futuro Latinoamericano, INTRAC, LEAD International, el Overseas Development Institute y SouthSouthNorth.

© Worldwatch Institute 2013. Todos los derechos reservados.







# La Ruta hacia el Futuro para la Energía Renovable en Centroamérica

En el tema de energía, Centroamérica se encuentra en una encrucijada. Los siete países de la región—Belice, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua y Panamá—dependen cada vez más de combustibles fósiles para el transporte y la generación eléctrica, mientras que el uso de la leña, utilizada principalmente para cocinar, continúa siendo insosteniblemente alto. El precio de esto es el aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero, el empeoramiento de la calidad del aire y del agua, así como grandes costos sociales y de salud. ¿Seguirá la región por este camino dañino o escogerán estos países un futuro con energía limpia?

Centroamérica ya es un líder mundial en energía hidroeléctrica y geotermal. Sin embargo, para realmente revolucionar el sector energético a nivel regional, se necesitará el desarrollo continuo—y sostenible—de ese tipo de energías, así como el aprovechamiento de sus enormes recursos solares, eólicos, poco aprovechados hasta ahora, el despliegue de tecnologías de eficiencia energética y transmisión, distribución y almacenamiento de energía inteligentes. Para alcanzar al máximo su potencial de desarrollo de energía limpia, los países de Centroamérica tendrán que evaluar y documentar sus recursos renovables, comunicar ampliamente su potencial, y reforzar el apoyo financiero y político.

En este reporte se identifican importantes brechas de conocimiento e información, se evalúan barreras más cruciales al nivel financiero y político, y se define el curso para una ruta de desarrollo energético compatible con el clima, que permita un futuro sostenible a nivel social, económico y ambiental para la región centroamericana.

