



ISES

International
Solar Energy
Society

Un Futuro Para el Mundo en Desarrollo Basada en las Fuentes Renovables de Energía

White Paper

Escrito por Dieter Holm, D.Arch
baja contrato con la Sociedad Internacional de Energía Solar

<http://whitepaper.ises.org>

Contenido

Prólogo.....	3
Resumen Ejecutivo	5
Resumen de Políticas	9
La Energía Renovable Definida: La Energía del Sol	11
Propósito, alcance y límites	13
Introducción: La Transición Energética Global en el Mundo en Desarrollo	15
Por qué es esencial transformar ahora el Sistema Energético del Mundo en Desarrollo	22
Los Recursos Energéticos Renovables: Estado de la Tecnología y su Potencial Sustentable	27
Factores Nacionales e Internacionales que impulsan el aprovechamiento de las Fuentes Renovables de Energía: Fijando Objetivos Nacionales dentro de Límites Admisibles de Daño.....	40
Políticas para Acelerar el Aprovechamiento de los Recursos Energéticos Renovables en los Países en Desarrollo.....	49
La necesidad de Investigación, Desarrollo y Demostración	78
Ejemplos de Modelos de Políticas Nacionales.....	83
Conclusiones.....	94
Reconocimientos y Referencias	96
Acerca del Autor	97
Anexo A.....	98
Abreviaturas	100

Prólogo

Dr. R. K. Pachauri

Director General, Instituto de Energía y Recursos (TERI) y

Presidente del Panel Intergubernamental para el Cambio Climático (IPCC)

La energía renovable en sus diversas formas ha sido utilizada en las actividades humanas desde tiempos inmemoriales. La historia de la raza humana y el progreso de la civilización han tenido mucho que ver con el uso de la energía; sin embargo, en los últimos 200 años ha tenido lugar una rápida transición de un régimen basado en las fuentes renovables de energía hacia aquellas fuentes cuyas reservas son finitas en el mundo. Esto fue una realidad, hasta que en las décadas de los años 60 y 70 algunas voces en diversas partes del mundo plantearon la preocupación acerca de los límites del crecimiento, que cuestionaba la explotación de los recursos finitos de la Tierra como si fuesen inagotables.

Sin embargo, los planteamientos de esta naturaleza fueron rápidamente descartados por aquellos que los vieron como una vana reinención de la economía Maltusiana, señalando el poder de la tecnología y la innovación. Se argumentó que el cambio tecnológico le ha permitido a los seres humanos la capacidad de contrarrestar la escasez de cualquier insumo en el proceso de producción por medio de la innovación y la sustitución entre los diferentes recursos.

Fue después del choque petrolero de 1973-74, ocasionado por algunas fuerzas geopolíticas inusuales, que el mundo empezó a ver que había límites a los recursos globales, al menos en lo que respecta a la energía. En consecuencia, fue hasta mediados de los años setenta que este campo atrajo fondos y esfuerzos concertados para el desarrollo de medios tecnológicos a través de los cuales las energías renovables no explotadas pudiesen ser utilizadas en gran escala como posibles sustitutos de los combustibles fósiles. El entusiasmo por el uso de las energías renovables continuó hasta mediados de la década de los ochenta, pero con la caída en los precios del petróleo en 1985 empezó una época con poca relevancia para éstas, que duró casi dos décadas. Aún cuando hoy en día los precios en términos reales del petróleo son menores a los máximos que se registraron a finales de los setenta, éstos han aumentado lo suficiente como para hacer una re-evaluación de las estrategias globales para la producción y el uso de la energía en el planeta. El nuevo interés en las energías renovables también es impulsado por las proyecciones de un aumento en la demanda de energía, particularmente en los Estados Unidos, China e India, además de una percepción de lentitud en el crecimiento de las reservas mundiales de petróleo y de su capacidad de producción.

La raza humana está, en consecuencia, lista para voltear a ver a la energía renovable en este nuevo contexto, particularmente debido a que una gran parte del crecimiento en la demanda de energía provendrá de los países en desarrollo. Debido a la nueva infraestructura que se está instalando en estos países, y a que las opciones económicas puestas en práctica permiten elegir un uso mayor de las energías renovables, se necesita una discusión seria y a fondo para evaluar las oportunidades que existen en el futuro, a fin de lograr una transición hacia nuevas fuentes de energía.

Prólogo

El presente Libro Blanco desarrollado por la ISES, comprende varios aspectos de esta materia y proporciona un documento extremadamente útil para el debate y la discusión, el cual puede ser de valor no solamente en el establecimiento de políticas públicas, sino también en los negocios y la industria, para evaluar las oportunidades y tomar decisiones de inversión de largo plazo.

En consecuencia, es verdaderamente alentador que la ISES haya desarrollado este Libro Blanco, el cual se ajusta muy bien a la necesidad de un documento autorizado, que pueda estimular un debate y análisis superiores que ayuden a la transición hacia un futuro con energía sustentable en los países en desarrollo y en el mundo entero.

Sin embargo, es importante enfatizar que cualquier discusión y debate tiene que conducir a la acción e implantación de programas de energía renovable, por medio de los cuales se alcance en realidad una transición hacia un mayor uso de las fuentes renovables de energía.



Resumen Ejecutivo

Este Libro Blanco presenta las bases para establecer políticas gubernamentales pertinentes y efectivas para aprovechar las fuentes renovables de energía en el mundo en desarrollo. También provee de información científica adecuada para hacer elecciones racionales y responsables en política energética dentro de este contexto, en apoyo al desarrollo sustentable.

Este documento reconoce completamente las barreras substanciales que restringen al mundo en desarrollo, pero también resalta la momentánea y única ventana de oportunidad, así como la grave responsabilidad concomitante que esto coloca sobre los hombros de los actuales tomadores de decisiones en política energética en los países en desarrollo. Asimismo, se indica el papel potencial de las naciones industrializadas en nuestro futuro común.

Este libro apoya la tesis del previo Libro Blanco Global de ISES intitolado: *“Transición hacia un futuro basado en las Fuentes Renovables de Energía”*, la cual afirma que “un esfuerzo mundial para generar la transición hacia la energía renovable debe emerger desde lo más alto de las agencias políticas nacionales e internacionales, y a partir de ahora”.

Se presenta un *Resumen de políticas* seguido de *La energía renovable definida: La energía del Sol*, que incluye los combustibles fósiles, los cuales han sido la base de un período efímero y energéticamente escandaloso de nuestra historia.

La sección *Propósito, alcance y límites* establece las definiciones y el contexto del mundo en desarrollo en la aldea global, la cual es ilustrada por la reacción global a la catástrofe del tsunami de diciembre de 2004. Nuestro futuro común no ha alcanzado el nivel de materia de interés noticioso – aún.

En la introducción intitolada: *La transición energética global en el Mundo en Desarrollo* se explica que las naciones en desarrollo tienen infraestructuras de energía subdesarrolladas, pero no deben seguir los patrones occidentales de plantas centralizadas de energía con redes extensivas, costosas y vulnerables.

Mientras el mundo en desarrollo posee recursos fósiles irregulares, está bendecido con recursos energéticos renovables distribuidos con mayor regularidad (aunque por lo general carezca de mapas).

Esto ofrece una oportunidad única para un salto tecnológico mediante el uso de los *Mecanismos de Desarrollo Limpio* del *Protocolo de Kyoto*, en el cual el conocimiento avanzado y técnico, así como los recursos de las naciones industrializadas, pueden facilitar el crecimiento de oportunidades de trabajo locales, ayudando de este modo al mundo en desarrollo a alcanzar un desarrollo sustentable y a cumplir las “metas del milenio”.

Las distorsiones artificiales y persistentes del mercado ignoran el costo social, ambiental y militar de los combustibles fósiles.

Resumen Ejecutivo

Mientras que algunos países en desarrollo se dan el gusto en aventuras nucleares, los costos siempre exceden, por mucho, los dineros públicos de impuestos invertidos en energía sustentable. Su seguro no está cubierto por compañías privadas, sino por ciudadanos confiados.

Una combinación de conservación de energía, eficiencia energética y energía renovable parece ser la indicada en un mundo de carencia material, en el cual no siempre es fácil practicar una solidaridad global. La transición inevitable a las energías renovables tiene que ser inmediata, rápida, adecuada y sostenida. Esto requiere de políticas adecuadas como se sugiere en este Libro Blanco.

Por qué es esencial transformar ahora el sistema energético del Mundo en Desarrollo trata de los nuevos factores impulsores clave: la carencia energética y la erradicación de la pobreza, evitar el riesgo y volatilidad energética, así como la protección de los sistemas de soporte vital. Las opciones de políticas gubernamentales incluyen la creación de un clima de apoyo para las políticas necesarias y legislación mediante la creación de una mayor consciencia energética, etiquetado energético de equipos, uso del *Protocolo de Kyoto*, y seguridad del suministro nacional y regional a través de renovables.

La sección *Los recursos energéticos renovables: Estado de la tecnología y su potencial sustentable* proporciona información esencial para propósitos de políticas. Alrededor de dos tercios del potencial hidroeléctrico global está localizado en el mundo en desarrollo. Sin embargo, hay serias advertencias, como lo documentó la *Comisión Mundial de Presas (CMP 2000)*. La tecnología está ya madura.

La bioenergía es el pilar energético de muchos países en desarrollo, y su explotación está siendo incrementada de un modo ambientalmente no sustentable. El uso convencional de la bioenergía es generalmente ineficiente, socialmente desigual y perjudicial para la salud.

La energía eólica se ha vuelto económicamente competitiva con relación a la energía convencional en los países líderes. Ha mostrado un desarrollo rápido y reducciones de costo. El potencial aprovechable en un plazo medio en el mundo en desarrollo es considerable.

De todas las renovables, la energía solar térmica es considerada como prácticamente ilimitada en el largo plazo y es un recurso muy abundante en el mundo en desarrollo. Las plantas de potencia solar térmica concentrada producen la mayor parte de la energía mundial derivada de la radiación directa. Las perspectivas para estas tecnologías y las chimeneas solares son buenas.

La aplicación de los paneles fotovoltaicos (FV) con más rápido crecimiento es la relativa a sistemas conectados a la red eléctrica. Mientras que su vida útil es de más de veinticinco años, su instalación modular los hace apropiados para aplicaciones incrementales. Se han proyectado futuras reducciones de costos. El hecho de que los sistemas FV no sean actualmente competitivos en comparación con la red eléctrica subsidiada, ha encaminado a países en vías de desarrollo a introducir sistemas FV aislados en zonas rurales pobres y remotas en las cuales el servicio, mantenimiento de baterías y aceptación social se espera que resulten problemáticos.

El calentamiento solar de agua es una tecnología muy probada que puede ser aplicada en los países en desarrollo, considerando que los estándares técnicos se mantengan. Los costos de capital de esta tecnología son mayores a los de la tecnología basada en gas convencional y los calentadores eléctricos de paso o de tanque de almacenamiento, pero los costos de ciclo de vida de la tecnología de calentamiento solar son más bajos. Una combinación de sistemas de calentamiento solar de agua y calefacción del espacio (*sistemas combi*) no se ha aplicado aún en el mundo en desarrollo.

Resumen Ejecutivo

La energía geotérmica puede ser utilizada en aplicaciones cerca de la superficie a través de la madura tecnología de las bombas de calor. El calor subterráneo por debajo de los 100° C se puede utilizar para calefacción, y cuando está a temperaturas más elevadas, para generación de electricidad. Un considerable desperdicio de flujos de calor llega a ocurrir.

El enfriamiento solar de edificios, productos agrícolas, alimentos y medicinas es crítico en el mundo en desarrollo. Aún así, la tecnología está subdesarrollada.

Los edificios solares son de gran importancia, ya que sus largos ciclos de vida (mayores que los de las plantas de generación) y el efecto combinado del calentamiento global y urbano en edificios en los cuales el aire acondicionado ha sido diseñado ineficientemente, puede ser dramático.

El dilema del propietario del inmueble y los reglamentos de construcción inadecuados agravan este problema. Los reglamentos deberían estipular las emisiones de CO₂. La planeación integral de los recursos pone en balance el suministro, el almacenamiento y el consumo (la administración del lado de la demanda) de recursos tales como servicios de agua, materiales y energía. El viejo y derrochador paradigma del suministro energético dirigido por el gobierno es todavía prominente en varios países en vías de desarrollo.

El consumo de energía en el transporte en países en desarrollo dispersos es generalmente alimentado por combustibles fósiles importados, con un notable impacto en las economías nacionales. Algunas opciones de políticas son la producción doméstica de combustibles, las mejoras en la tecnología, las tecnologías de información (informática), el cambio modal y una planeación espacial de pueblos y regiones con una mayor conciencia energética.

La sección *Factores nacionales e internacionales que impulsan el aprovechamiento de las fuentes renovables de energía: Fijando objetivos nacionales dentro de límites admisibles de daño* destaca la erradicación de la pobreza mediante la creación de empleos como el impulsor primario de política. Las energías renovables producen considerablemente más empleos que las energías fósiles.

La *generación distribuida* es más económica, más benigna para el medio ambiente, más segura y más eficiente energéticamente porque reduce las pérdidas de transmisión y utiliza tanto la electricidad como el calor de desecho. El desarrollo de empresas solares en zonas rurales puede facilitar el desarrollo sustentable.

Los objetivos nacionales de energía renovable y productividad energética deben ser desafiantes para poder atraer a académicos, empresarios e inversionistas. Deben ser también de alcance en un plazo suficientemente largo para contrarrestar la inercia de la burocracia y del sistema educativo.

La liberalización y privatización del sistema nacional de energía NO ES la panacea.

Las rutas nacionales para la transición hacia la energía sustentable deben de ser acotadas *por* límites admisibles de daño socio-económico y ambiental que no deben de ser excedidos. Un mapa ilustrativo destaca la erradicación de la pobreza energética, la revisión de las políticas del *Banco Mundial*, la promoción del desarrollo socio-económico, la combinación de iniciativas reguladoras y privadas, la protección a los sistemas de soporte vital, las mejoras en la productividad energética, un 20% de energía renovable para el año 2020 y la salida de la energía nuclear para el año 2050.

Las *Políticas para acelerar el aprovechamiento de los recursos energéticos renovables en los países en desarrollo* se basan en la experiencia internacional apropiada. Esta sección representa la esencia del presente Libro Blanco, en la cual la atención del lector es dirigida con especial referencia a

Resumen Ejecutivo

la implementación. La estabilidad de largo plazo de los objetivos y las políticas simples apoyadas por un Libro Blanco son resaltadas como factores de éxito. Donde la energía eléctrica es normalmente derivada de combustibles fósiles, los sistemas de precios de la energía renovable, determinados por las leyes de suministro a la red (*feed-in laws*) son un éxito probado y más adecuados para los países en vías de desarrollo que los sistemas de cuotas, debido a su cumplimiento de objetivos, facilidades para el inversionista, creación de empleos en la industria doméstica, equidad geográfica y de propiedad, diversidad tecnológica, diversidad de suministro, costos, precios y competencia, seguridad financiera, facilidad de implementación y flexibilidad. Sin embargo, el sistema de precios sólo ha sido aplicado a tecnologías para generación de energía eléctrica en conexión a la red.

El *Protocolo de Kyoto* es una oportunidad que debe ser tomada por las naciones en desarrollo. El soporte financiero en forma de pagos, beneficios fiscales, préstamos con bajos intereses e impuestos de importación más bajos debe enfocarse preferentemente en la producción de energía en vez de en subsidios para la inversión en el lado de la oferta, y deben ser ligados a normas tecnológicas. Las reglas del juego deben ser dirigidas a las energías renovables.

Las normas para energías renovables en sitios de generación y en edificios son una necesidad. Los gobiernos pueden y deben facilitar la transición mediante sus propios programas de adquisiciones. Se deben incrementar la educación, capacitación, información y demostración, preferentemente con la participación de sociedades internacionales. El convencimiento de los interesados (individuos, cooperativas, negocios) facilita el progreso y evita retrasos costosos y procesos que requieren mucho tiempo.

La necesidad de investigación, desarrollo y demostración motiva la urgencia del apoyo a la Investigación y Desarrollo (I+D) en energías renovables, el cual se ha reducido a menos de la mitad desde 1980. El setenta por ciento de los recursos se utilizó en investigación de fisión y fusión nuclear, produciendo resultados desproporcionadamente bajos. La participación de las renovables en el presupuesto global fue menor del 10%, y representó solo una fracción del presupuesto para I+D de combustibles fósiles. El financiamiento para I+D de energía renovable debe de ser incrementado en un orden de magnitud. Se identifican temas de investigación técnicos y no técnicos, incluyendo las prioridades de cooperación.

La sección *Ejemplos de modelos de políticas nacionales* ilustra las leyes de energías renovables de Alemania y China, e incluye comentarios a éstas.

Las *Conclusiones, recomendaciones y referencias* finalizan el documento.

Resumen de Políticas

Los interesados clave deben estar conscientes de las interacciones de la energía con la pobreza, el ambiente y la paz. Las campañas que priorizan la conservación de la energía, la eficiencia energética y la energía renovable deben ser dirigidas a tomadores de decisiones del campo de la energía. Los países en vías de desarrollo tienen prioridades y opciones de políticas específicas. Después de evaluar los recursos nacionales renovables y no renovables, así como los servicios energéticos que se requieren, e incluir los métodos tradicionales para satisfacer estas necesidades, son aplicables las siguientes políticas:

1. El establecimiento de objetivos de largo plazo y marcos reguladores transparentes y consistentes

- El *Protocolo de Kyoto* ofrece oportunidades únicas para integrar objetivos de desarrollo y energéticos.
- Un *Libro Blanco Nacional y Regional de Energía Renovable y Eficiencia Energética* guiaría a otros interesados en los sectores público y privado, y atraería a inversionistas nacionales e internacionales en energía.
- Es importante lograr el convencimiento de los interesados clave, y publicitar ampliamente el Libro Blanco, utilizando los medios de comunicación más apropiados para la audiencia local e internacional.
- Se debe planear e implementar una adecuada energización rural mediante la integración de extensiones costo-efectivas a la red, y un acceso equitativo a los servicios de energía renovable en zonas fuera de la red, apoyando el desarrollo de actividades productivas, la salud y la educación.
- La planeación integral de los recursos, incluyendo sus subconjuntos de planeación energética regional, nacional, provincial y local, son los peldaños necesarios para la transformación energética.

2. Incentivos financieros

- Los gobiernos tienen el poder y la obligación de construir capacidades locales y crear empleos mediante los pagos por la producción de energía a partir de fuentes renovables, descuentos, préstamos con bajos intereses y garantías ligadas a normas tecnológicas. Las reglas del juego entre las energías renovables emergentes y maduras deben ser niveladas.

3. Tecnologías de energía renovable apoyadas por el gobierno

- El gobierno y las autoridades regionales deben alentar las normas de tecnologías de energías renovables y el etiquetado de equipos eficientes en energía.
- Los gobiernos, como propietarios prominentes de edificios y otros sistemas consumidores de energía, deben guiar con el ejemplo.
- El gobierno debe alentar y legislar sobre reservas territoriales obligatorias para instalaciones de energía renovable, conexiones a la red y normas para edificios con bajas emisiones de carbono.
- El gobierno debe introducir impuestos ambientales con ganancia neutral, reemplazando el impuesto al ingreso en un plan adecuado de largo plazo.

4. Investigación, desarrollo, demostración y educación

- La mayor parte de la Investigación, Desarrollo y Demostración (I+D+D) pública en energía debe ser dirigida a la eficiencia energética y las energías renovables, con un énfasis especial en las oportunidades de salto tecnológico con respecto a la construcción de nueva infraestructura de largo plazo, por ejemplo en transporte, edificios y cogeneración distribuida.

5. Fomento a la apropiación, participación y enorgullecimiento de los interesados y el público

- La transición hacia sistemas sustentables de energía necesita ser entendida e implementada ampliamente. Esto requiere del convencimiento sostenido de todos los interesados clave, así como su compromiso y enorgullecimiento.

La Energía Renovable Definida: La Energía del Sol

Desde el momento en que vimos por primera vez la Tierra desde el espacio, nuestra programación mental cambió fundamentalmente: ahora apreciamos nuestro bello y frágil planeta azul flotando en un espacio hostil, precariamente balanceado en órbita alrededor de nuestro Sol, soporte de la vida.

La energía del Sol es *la fuente de energía*. Ciertamente, no es una energía alternativa. Toda la vida terrestre, y la mayor parte de la marina, dependen de la generosa energía del Sol.

También mueve la gigantesca energía de las corrientes oceánicas. Toda la energía eólica es en realidad energía solar. La inmensa energía de todos los ríos y cascadas viene del Sol, dirigiendo el gran ciclo de la evaporación y la formación de nubes en lluvia, las cuales son transportadas por vientos impulsados por energía solar. La fuente renovable de la energía hidráulica es energía solar. Así también el oleaje y la energía de las corrientes oceánicas.

La fotosíntesis es energizada por energía solar y las plantas están en la base de nuestra cadena alimenticia, dando soporte a todos los niveles de la vida, incluyendo el nuestro. Todos los materiales orgánicos o de biomasa se derivan de la energía solar.

El Sol ha sido y será la fuente primaria de energía en la Tierra y nuestro sistema solar.

Por otra parte, el hombre ha vislumbrado varios métodos para extraer energía que no se deriva del Sol. Actualmente la energía nuclear contribuye con 6.8% de la energía primaria mundial, y la geotérmica con el 0.112%. Por mucho tiempo la humanidad ha vivido en torno al ritmo diario del Sol.

El descubrimiento del fuego trajo una manera revolucionaria de usar la energía solar químicamente almacenada en la leña. Hoy esta es la forma dominante de energía del Sol, convenientemente concentrada, que se utiliza en varios países en desarrollo.

El inicio de la revolución industrial fue energizado por energía solar en forma de potencia mecánica en molinos de viento y ruedas hidráulicas, las cuales fueron reemplazadas posteriormente por vapor proveniente de la combustión de la leña. El carbón, el petróleo y el gas natural se han convertido en los portadores primarios de energía durante el último siglo, y son formas concentradas de energía solar que ha sido almacenada por más de 500 millones de años. Tomó solamente un siglo a la humanidad gastar la parte fácilmente accesible de este recurso finito en una manera más bien ineficiente.

Una infraestructura significativamente dependiente ha sido construida alrededor de esto, que abarca desde la exploración del petróleo a su extracción, las refinerías, tuberías, estaciones de llenado y los mismos motores de combustión interna.

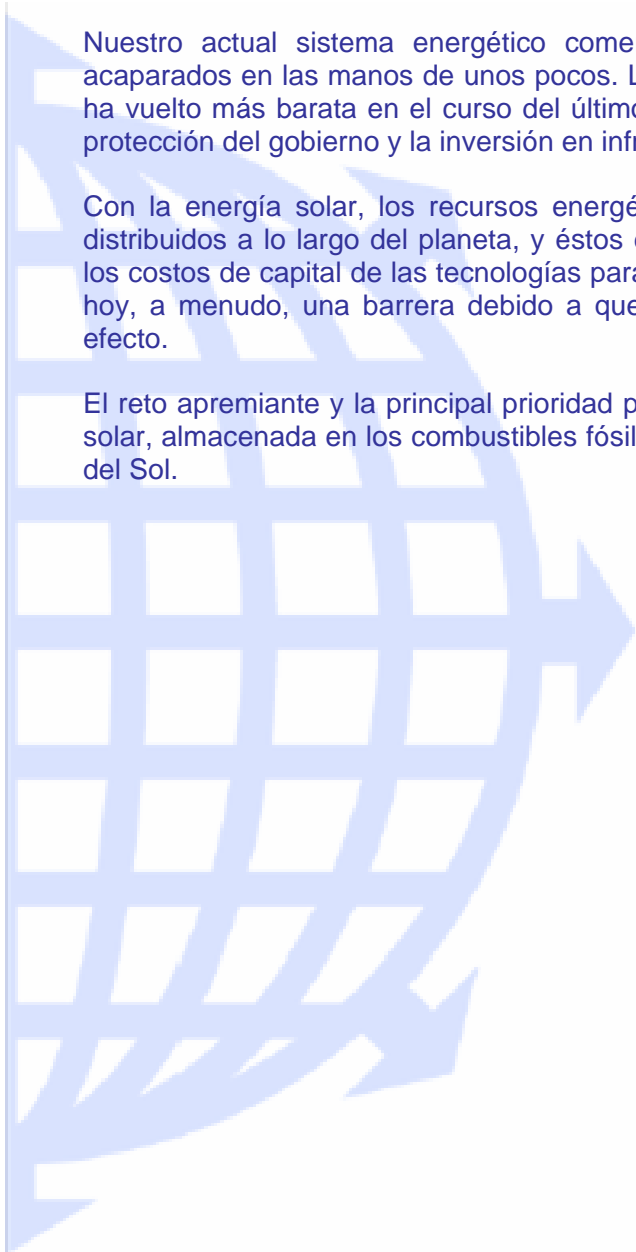
La Energía Renovable Definida: La Energía del Sol

Cuando hablamos acerca de la “producción” de energéticos como el carbón, el petróleo o el gas, tendemos a expresarnos mal porque la energía no puede ser producida. Remover estos recursos finitos de la capa de la tierra es “explotar” o “robar”, como más honestamente dicen los mineros del carbón.

Nuestro actual sistema energético comercial utiliza recursos concentrados y finitos, que están acaparados en las manos de unos pocos. La tecnología para explotar estos recursos decrecientes se ha vuelto más barata en el curso del último siglo a través de economías de escala, apoyadas por la protección del gobierno y la inversión en infraestructura.

Con la energía solar, los recursos energéticos renovables son más difusos y más uniformemente distribuidos a lo largo del planeta, y éstos están disponibles gratuitamente para todo el mundo. Pero los costos de capital de las tecnologías para aprovechar las fuentes gratuitas y limpias de energía son hoy, a menudo, una barrera debido a que las economías de escala generalmente no han tomado efecto.

El reto apremiante y la principal prioridad para la humanidad es alejarse del despilfarro de la energía solar, almacenada en los combustibles fósiles, mediante una transición al uso de la energía renovable del Sol.



Propósito, alcance y límites

Este Libro Blanco está inspirado en la ética y la responsabilidad supuestas en los tomadores de decisiones de las naciones en desarrollo. En un mundo actual de carencia material, no siempre es fácil aplicar la solidaridad global en asuntos relacionados con el futuro.

El propósito es resaltar el creciente *momentum* mundial en políticas energéticas y su aplicación, para compartir las lecciones aprendidas que son aplicables a los países en desarrollo, identificar los beneficios ya conocidos para acumularse desde estos primeros pasos, y evaluar las políticas más apropiadas para guiar la transición de los países en desarrollo. El alcance de este Libro Blanco pertenece, exclusivamente, a los países en desarrollo.

Hay varias maneras de definirlos. El *Banco Mundial* (2003) utiliza indicadores de desarrollo mundiales, uno de los cuales es el ingreso nacional bruto *per capita* anual. Así pues, este indicador es utilizado para agrupar naciones en las categorías de “bajo ingreso”, “ingreso medio bajo”, “ingreso medio alto” e “ingreso alto”.

El *Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo* (PNUD, 2003) categoriza 137 “países en desarrollo”, 49 “países menos desarrollados”, 27 “estados de Europa central y del este, y de la Comunidad de Estados Independientes (CEI)”, 30 “países de la OCDE” y 24 “países de alto ingreso de la OCDE”. Para el propósito de este Libro Blanco será utilizado el término del PNUD de “países en desarrollo y menos desarrollados” (ver Anexo A). El término “mundo en desarrollo” es utilizado para describir a un grupo total, mientras que “naciones en desarrollo” es entendido como un sinónimo. Algunos escritores también se refieren al “tercer mundo”.

Geográficamente, los países en desarrollo están concentrados en Latinoamérica, África y el sur de Asia, donde viven cerca de tres quintas partes de la población mundial.

Muchos son antiguas colonias, hablantes del inglés, francés, portugués y español, y cercanas a sus lenguas indígenas.

Este Libro Blanco está escrito para una organización internacional y construye sobre la experiencia ganada en ambos mundos.

El documento está primordialmente dirigido a los tomadores de decisiones en política energética, pero también a los interesados que interactúan con ellos. Por lo tanto, los detalles técnicos se han mantenido en un nivel esencial necesario para un debate informado y la toma de decisiones.

Propósito, alcance y límites

Mientras que se ha tenido un gran cuidado en presentar datos objetivos obtenidos de muchas fuentes científicas, el estilo evita deliberadamente exagerar en las referencias. Las fuentes esenciales se proporcionan al final del documento.

Estructura de lo que sigue

La introducción es seguida por una ubicación contextual del mundo en desarrollo en la transición energética global, y la motivación de su urgencia. A esto sigue un esbozo de las tecnologías relevantes y su estado actual, así como una explicación de los factores que impulsan las energías renovables y la necesidad de establecer objetivos nacionales dentro de los límites globales admisibles de daño.

La parte principal del texto pertenece a las opciones de política y los incentivos de mercado. Se indica la contribución de la investigación, desarrollo y demostración, seguida por ejemplos de políticas nacionales en energías renovables.

Terminología, unidades y factores de conversión

El Sistema Internacional de Unidades (SI) de la Organización Internacional de Estándares (ISO) es el que generalmente se ha usado en este libro. En el lenguaje de la energía, el trabajo desempeñado a una razón de 1 joule/segundo (J/s) es un watt (W) de potencia. Un watt por una hora es un watt-hora (Wh). Mil watts-hora son un kilowatt-hora (kWh). Mientras que ésta es la unidad más conocida para medir la energía eléctrica, el SI consistentemente utiliza el Joule en incrementos de miles:

kilo	=	k	=	10^3
Mega	=	M	=	10^6
Giga	=	G	=	10^9
Tera	=	T	=	10^{12}
Peta	=	P	=	10^{15}
Exa	=	E	=	10^{18}

Un kWh son 3.6 MJ ó 3.414 Btu (Unidades térmicas británicas).

Un kWhe es un kWh de energía eléctrica.

Un kWht es un kWh de energía térmica.

Un Quad (10^{15} Btu) equivale a 1.055 EJ.

Un millón de toneladas equivalentes de petróleo (MTOe) son 41.868 PJ.

Las temperaturas se miden en grados Celsius ($^{\circ}\text{C}$) y las diferencias de temperatura en grados kelvin (K).

Cuando se mencionan los dólares de los Estados Unidos de América (US \$), los valores se relacionan al tiempo del contexto. La ortografía empleada corresponde al español utilizado en México. Las abreviaturas se han reducido a un mínimo y la mayoría de ellas se pueden encontrar al final del Libro Blanco.

Introducción: La Transición Energética Global en el Mundo en Desarrollo

La mayor parte de la población global vive en el mundo en desarrollo. Es de interés directo global que la transición hacia las energías renovables sea inmediata, rápida y adecuada. Esto requiere que se comparta la responsabilidad tanto en políticas nacionales y como en la cooperación internacional.

A menudo se ha mencionado que si el mundo en desarrollo llegara a seguir el ejemplo derrochador de algunas naciones industrializadas, el impacto global sería devastador. Las naciones en desarrollo acusan a las naciones industrializadas de destruir el ambiente debido a un sobre-consumo, mientras que las naciones industrializadas acusan a las naciones en desarrollo de destruir el ambiente debido a la sobrepoblación. Ambos grupos tienen razón.

Oferta de biomasa como porcentaje de la oferta total de energía primaria, para 1971 y 2001

REGIÓN	1971(%)	2001(%)
OCDE	2	3
Países europeos que no pertenecen a la OCDE	4	5
Latinoamérica	31	18
Asia	48	25
África	62	49

(IEA, 2003 en Karekezi, 2004)

La reacción global a la catástrofe del tsunami de 2004 mostró que la conciencia de compartir un planeta aumenta mientras el mundo se mueve, en términos de la comunicación moderna, hacia la aldea global. Pero la preocupación acerca de nuestro futuro común no ha alcanzado aún el nivel de materia de interés informativo.

Existen diferencias muy pronunciadas entre los países en vías de desarrollo con respecto a la prosperidad y a la estabilidad que resulta de la previsión, planeación metódica, iniciativa, tenacidad, responsabilidad, actitud emprendedora y disciplina. Existen diferencias tan grandes entre el ritmo y la dirección del cambio, que el término países en desarrollo se vuelve cuestionable.

Por otro lado, existen similitudes:

Las economías de los países en vías de desarrollo dependen grandemente de la agricultura –a menudo con la minería en un nivel de subsistencia, donde los recursos minerales han sido explorados. Es raro encontrar beneficios a través de industrias secundarias, pero el turismo juega un papel importante.

La infraestructura es a menudo básica, con una escasez de habilidades en ingeniería, y de habilidades técnicas o profesionales para ejecutar su diseño, construcción y mantenimiento.

Introducción: La Transición Energética Global en el Mundo en Desarrollo

Mercados de Energía Renovable en Países en Desarrollo	
APLICACIÓN	Indicadores para las instalaciones existentes y mercados (al año 2000)
Iluminación rural residencial y comunitaria, TV, radio y telefonía	<p>Más de 50 millones de hogares son abastecidos por mini redes micro-hidroeléctricas a escala de aldea.</p> <p>10 millones de hogares reciben iluminación a partir de biogás.</p> <p>1.1 millones de hogares tienen sistemas solares FV o luminarias solares.</p> <p>10 mil hogares son abastecidos por mini-redes híbridas solar - eólico y diesel.</p> <p>Existen 200 mil generadores eólicos para hogares en China.</p>
Pequeña industria rural, agricultura y otros usos productivos	<p>Hasta 1 millón de bombas de agua son impulsadas por turbinas eólicas y más de 20 mil bombas de agua son alimentadas por paneles solares fotovoltaicos. Hasta 60 mil empresas son alimentadas por mini redes micro-hidroeléctricas a escala de aldea.</p> <p>Miles de comunidades reciben agua potable de purificadores y bombas alimentadas por energía solar FV.</p>
Energía de red al mayoreo	<p>48 GW de capacidad instalada producen 130 TWh por año (mayormente mini-hidráulicas y biomasa, con algo de energía geotérmica y eólica).</p> <p>Más de 25 países tienen marcos reguladores para productores independientes de energía.</p>
Cocina residencial y comercial, agua caliente y combustibles para el transporte	<p>220 millones de hogares tienen estufas de biomasa más eficientes.</p> <p>10 millones de hogares tienen sistemas solares para agua caliente.</p> <p>800 mil hogares tienen cocinas solares.</p> <p>14 mil millones de litros de etanol combustible para vehículos se producen de biomasa anualmente.</p> <p>180 millones de personas viven en países que obligan a una mezcla de etanol con gasolina.</p>
<i>(Adaptación de: Martinot et al, 2002 en Johansson, 2004)</i>	

Los aspectos culturales humanos y las artes del lenguaje, artesanías, política y religión son a menudo más apreciados y cultivados. Esto incluye el bello arte de manipular a donantes potenciales.

No es una sorpresa que las estadísticas y la información sean problemáticas en el mundo en desarrollo. Los productos agrícolas son a menudo intercambiados mediante el trueque; las estadísticas de ingreso de la economía secundaria son difíciles de conseguir. Las encuestas son poco frecuentes y discontinuas debido a que los pequeños negocios no tienen incentivos para responder a éstas, y mucho menos a reportar sus ingresos.

Mientras que para muchos millones en el mundo en desarrollo la fuente de energía primaria es frecuentemente leña y otras biomásas, su uso de modo no sustentable se incrementa. La transición hacia energías sustentables y la simultánea eliminación de la pobreza material, representan un reto muy fuerte para el mundo en desarrollo y para el mundo industrializado.

Introducción: La Transición Energética Global en el Mundo en Desarrollo

Debe ser enfatizado que el mundo en desarrollo no es simple y sencillamente la versión de la pobreza en el mundo industrializado. Éste no es un mundo impulsado predominantemente por la creencia en la ética protestante del trabajo, la actitud emprendedora y la responsabilidad personal, o por el valor monetario del tiempo.

Este mundo no cree que todos los asuntos humanos puedan ser finalmente resueltos de una manera tecnológica. En general, las mujeres son las que mantienen los valores de la cultura tradicional, mientras que el bienestar de la familia en el hogar juega el papel central.

Las mujeres en el sur

Las mujeres llevan una carga física y metafórica en el suministro de energía. En áreas rurales, esto puede significar el pasar varias horas al día recogiendo cargas de 20 kg o más de leña. En zonas urbanas puede significar hacer malabarismos con ingresos del hogar muy apretados para comprar carbón o queroseno. Muchas de estas tareas son demandantes de energía humana y tiempo, y afectan desproporcionadamente la salud de las mujeres en comparación con la de los hombres. Por ejemplo, el nivel más alto de enfermedades pulmonares y oculares que sufren las mujeres, en comparación con los hombres, se atribuyen al mayor número de horas de exposición al humo en cocinas (Smith, 1999). La recolección de combustible también reduce el tiempo que las mujeres tienen disponible para contribuir a otros aspectos de las estrategias de sustento.

Las mujeres en el sur son también responsables de varias de las otras tareas de supervivencia que se requieren para mantener el hogar, tales como la recolección de agua y el procesamiento de la comida. De nuevo, muchas de estas tareas son demandantes de energía humana y de tiempo. La intervención energética, en muchos casos usando energía renovable, está disponible y podría lograr una gran reducción en la pesantez de estas actividades hogareñas diarias. Varias de las tareas podrían ser realizadas por motores de biodiésel, por ejemplo; la preparación de varias cosechas de raíces básicas toma una hora de latidos vigorosos, la cual puede ser reducida simplemente por molinos. La comunidad de energía renovable debe poner más atención en la promoción de biocombustibles, como el biogás y el aceite vegetal, como sustituto del diesel. Todo el asunto de ahorrar tiempo y esfuerzo a las mujeres (esto es, la reducción de lo pesado de las tareas) parece no recibir la atención que merece. Reducir la pesantez de los trabajos mediante una mejora en el acceso a los servicios de energía para iluminación, preparación de alimentos y las actividades productivas, debería tener un efecto positivo significativo en la educación, alfabetización, nutrición, salud, oportunidades económicas y participación de la mujer en asuntos de la comunidad, los cuales traerían beneficios a todos los miembros de la familia.

(Clancy, 2004)

La energía y las mujeres en el mundo en desarrollo

De un total de 1.3 miles de millones de personas que viven en pobreza, 70% son mujeres, y aproximadamente un tercio de los hogares en áreas rurales son encabezados por mujeres. Muchas de estas mujeres sufren de mayores desventajas que los hombres en circunstancias similares, por ejemplo: el acceso y control de las mujeres sobre recursos como tierras, efectivo y crédito, es más limitado que el de los hombres. Las habilidades técnicas de las mujeres a menudo son menores que las de los hombres. Comparadas con los hombres, los niveles de lectura de las mujeres son más bajos y ellas tienen menor experiencia con el hardware. Esto significa que cuando se realizan intervenciones energéticas para ayudar a las personas a salir de la pobreza, la capacidad de las mujeres para responder es generalmente más restringida que la de los hombres, y se deben incluir elementos especiales en proyectos y programas para tratar estas diferencias de género y asegurar que nadie, que desee participar y obtener beneficio, sea excluido con la base de una falta de recursos.

(Clancy, 2004)

Proyecto de energía contribuye al empoderamiento de las mujeres en Kenia

Trece grupos de mujeres (200 personas) fueron entrenadas para fabricar estufas en el proyecto de Estufas Rurales del Oeste de Kenia, y muchas se han beneficiado también con la capacitación para la administración de negocios. Se estima que la producción es de 11 mil estufas anuales; la ganancia generada por estas estufas es comparable a los salarios en áreas rurales. Como resultado, las mujeres alfareras han ganado en estatus, seguridad en sí mismas, e independencia financiera.

(ITDG, 1998 en Clancy 2004)

Introducción: La Transición Energética Global en el Mundo en Desarrollo

En comunidades estables, la agrupación religiosa o la tribu son a menudo la referencia y autoridad final, mientras que el hogar con la familia extendida es el recurso final cuando las cosas fracasan.

El entendimiento de que el mundo en desarrollo no necesariamente tiene que seguir la ruta energética de las naciones industrializadas, pero puede aprender de su experiencia y errores, ofrece una oportunidad única. Esto se incrementa por los Mecanismos de Desarrollo Limpio del Protocolo de Kyoto.

La combinación del rápido avance de las tecnologías de energías renovables en el mundo industrializado, con los recursos de energías renovables sin explotar, y la construcción de capacidades locales en el mundo en desarrollo, demandará un esfuerzo consensuado de ambas partes.

El tratamiento neo-colonial que algunas naciones industrializadas han impuesto a las naciones en desarrollo ha llevado a una creciente amargura. En este marco, la interpretación unilateral de las naciones poderosas del “comercio liberalizado”, por el que éstas se ven a sí mismas por encima de la ley internacional, abrogan arbitrariamente convenciones internacionales, y consideran los recursos naturales del mundo como su “derecho de nacimiento”, ha socavado la estima de la que el mundo industrializado solía disfrutar. En esta misma línea se plantea la cuestión de cuál será el beneficio que permanezca para los países en desarrollo ricos en petróleo, una vez que el precioso oro negro haya sido explotado. La ironía es que estos países casualmente tienen un potencial excepcional en energía renovable.

Afortunadamente los gobiernos de algunas naciones industrializadas han tomado el liderazgo en esta inevitable transformación energética, que es muy factible que traiga beneficios sostenidos a las naciones en desarrollo. Los “pájaros madrugadores” no se arrepentirán.

Una carrera global hacia la energía renovable ya ha comenzado. Algunas naciones y varias corporaciones internacionales se están posicionando para sacar provecho de la inevitable transición y de las nuevas tecnologías concomitantes. No hay tiempo que perder, dado que la producción pico de petróleo es muy probable que ocurra durante la década actual (Heinber, 2003). Entre más se retrase la transición, más dolorosa será ésta.

Se ha mostrado que el ciclo de cambio en las tecnologías energéticas (una transición energética) dura alrededor de medio siglo, o dos generaciones humanas. Ése es el horizonte de planeación de los gobiernos sabios. El pensamiento de largo plazo es lo que distingue al verdadero estadista de los meros politiquillos.

En contraste con el sector privado, los gobiernos piensan en los riesgos y oportunidades tanto de corto como de largo plazo. Se mostrará cómo los riesgos de largo plazo en las políticas de energías renovables son significativamente menores a los de las políticas construidas para los combustibles fósiles. Dado que la factibilidad de las tecnologías de energía renovable han sido probadas en los mercados mundiales, y que las políticas pertinentes han sido tratadas y probadas, los riesgos de corto plazo en su adopción son menores que aquellos de su postergación. Los rezagos en la transición no son originados por barreras técnico-económicas o de recursos, sino por una falta de conciencia, información y visión o voluntad política.

Inicialmente, el crecimiento visible de la nueva tecnología energética parece imperceptiblemente lento. Cuando alcanza alrededor del 17% de la penetración del mercado, el desarrollo sucede en saltos

Introducción: La Transición Energética Global en el Mundo en Desarrollo

hasta que se alcanza la saturación. Para el año 2030 podemos esperar encontrar a las energías renovables en el centro del mercado.

El tiempo y la energía física de las mujeres, y no la leña, son las necesidades clave

En un estudio realizado por Mehretu y Mutambira (1992) se hicieron mediciones del tiempo y la energía utilizados por diferentes miembros de las familias en el transporte, relacionados con actividades regulares del hogar. El área comunal de Chiduku, en el este de Zimbabwe, es un área deficiente en recursos, con una alta densidad de población. No hay electricidad y el queroseno, que es utilizado únicamente para iluminación, es muy costoso.

Se consideraron siete actividades rutinarias del hogar generadoras de viajes.

ACTIVIDAD	Total semanal del hogar (kWh)	Participación femenina del tiempo (h)	Contribución femenina (%)	Energía (kWh)
Recolectar agua	10.3	9.3	91	2.15
Lavar ropa	1.3	1.1	89	0.26
Recolectar leña	4.5	4.1	91	0.92
Pastar ganado	7.7	3.0	39	1.44
Dar agua al ganado	6.9	2.3	39	1.28
Visitar el mercado local	15.0	9.5	63	3.08
Visitar el mercado regional	0.3	0.2	61	0.07

(Clancy, 2004)

Kenya Ceramic Jiko (Mejora en estufas de carbón para cocinar)

El proyecto Kenya Ceramic Jiko (KCJ) es uno de los programas africanos de estufas más exitosos. La estufa consiste en un cuenco metálico con una base ancha y una pieza de cerámica. Al menos 25 por ciento de la pieza se perfora con agujeros de 1.5 mm de diámetro para formar el hogar. La estufa tiene 3 hornillas, dos agarraderas, tres patas y una compuerta para controlar el flujo de aire. El modelo estándar pesa alrededor de 6 kg, lo cual significa que puede ser movido fácilmente (KENGO, 1991; Karekezi y Kithyoma, 2002).

Esta estufa es usada para cocinar y para calefacción. El KCJ dirige del 20 al 40 por ciento del calor del fuego a la olla de cocinado, reemplazando a estufas que tienen tan sólo entre 10 y 20 por ciento de eficiencia. Las cocinas de fuego abierto tienen eficiencias tan bajas como 10 por ciento (Kammen, 1995). El precio de la estufa es de alrededor de \$ 2 USD, lo cual la hace accesible para la mayoría de la población urbana en Kenia, aunque este precio no incluye el costo del combustible (carbón vegetal).

La fabricación del KCJ es ahora una industria casera relativamente madura. Como se esperaba, el nivel de especialización en la fabricación de la estufa se ha incrementado, así como el nivel de mecanización. Una división de mano de obra es ahora discernible. Sauri Moyo es el centro de producción artesanal principal en Nairobi, en donde hay artesanos que compran las piezas de arcilla y los cuencos de metal, ensamblan y venden las estufas completas al público. Existen fabricantes mecanizados y productores semi-mecanizados en Nairobi. Se estima que los productores mecanizados están fabricando cerca de 3 200 estufas por mes. Los productores semi-mecanizados están produciendo ahora un estimado de 10 600 estufas por mes.

Basado en los logros hasta la fecha, el KCJ está considerado como una historia de éxito. Sin embargo existen restricciones, siendo el control de calidad una de ellas. Se estima que la penetración de mercado en Nairobi es de 50%.

(Karekezi, 2004)

Introducción: La Transición Energética Global en el Mundo en Desarrollo

Cuando los motores de vapor alimentados por carbón se usaban de manera general, las primeras máquinas abastecidas por petróleo hicieron el ridículo. Los poderosos intereses creados en la tecnología establecida trataron de influenciar a la opinión pública y a los tomadores de decisiones gubernamentales a creer que el futuro sería muy similar al presente, y nada más.

Hoy sabemos que la marea se está volcando inexorablemente hacia las energías renovables. Habrá ganadores y perdedores, y los perdedores principales serán los que dominan hoy.

Para las naciones en desarrollo, que muy a menudo son las últimas en recibir las tendencias globales, esta transición ofrece oportunidades únicas.

- El crecimiento significativo de la población y de los negocios se da en varias partes del mundo en desarrollo, pero relativamente pocas inversiones se han dedicado a la infraestructura. En lugar de invertir ahora en tecnología del pasado, las naciones en desarrollo pueden saltar a la aplicación de las tecnologías de energías renovables más modernas. El uso de teléfonos celulares en lugar de las viejas, costosas y vulnerables líneas terrestres de cobre, ilustra este punto. Es muy probable que el concepto de grandes plantas eléctricas centralizadas de carbón o alimentadas con gas natural, sea muy pronto obsoleto para el mundo en desarrollo, a pesar de lo que algunos “sabios” digan.
- Se invita a los países en desarrollo a beneficiarse del Protocolo de Kyoto y de los Mecanismos de Desarrollo Limpio (MDL). Es aún muy temprano para ver cómo este acuerdo se desarrolla en realidad, pero se espera que los proyectos MDL incrementen el uso de las energías renovables. El gran inconveniente está en que los gobiernos podrían dudar en implementar políticas de energía sustentable por miedo a caer aprisionados en la cláusula de “adicionalidad” de los MDL.
- La mayoría de los países en desarrollo están ubicados en áreas con grandes recursos de energía renovable, particularmente eólica y radiación solar.
- La radiación solar y otros recursos energéticos renovables están distribuidos de una manera más equitativa que los no renovables: petróleo, carbón, gas o uranio. Esto significa que mediante la transición a la energía renovable, las naciones en desarrollo están menos expuestas a los costos de importación de energía. Las energías renovables también reducen la presión sobre los combustibles fósiles, y en consecuencia son menos proclives a ocasionar conflictos armados que los recursos no renovables y escasos.
- Las naciones en desarrollo generalmente han invertido poco en I+D en energía. Esto representa una desventaja porque las patentes y regalías deben ser pagadas. Muchas patentes, que darán forma a las tecnologías de las próximas décadas, han sido ya desarrolladas y registradas. Pero las naciones en desarrollo se benefician de las tecnologías maduras sin haber tenido que contribuir a los costos de I+D.

La transición a las energías renovables se ha retrasado por la inercia de los sistemas establecidos y por distorsiones artificiales del mercado, apoyadas por los gobiernos que persistentemente subsidian a las industrias petroleras y nucleares. Las energías de hoy basadas en combustibles fósiles aparentan ser baratas porque no toman en cuenta los costos reales sociales, ambientales o militares de estas energías. La consideración de estos factores duplicaría los precios de la energía fósil en muchas partes del mundo (van Horen, 1996).

Introducción: La Transición Energética Global en el Mundo en Desarrollo

Además, los gobiernos rutinariamente conceden subsidios masivos directos e indirectos mediante la protección de monopolios, concediendo respaldo financiero, ignorando el valor de las reservas químicas y su valor para las generaciones futuras.

Mientras que algunos países en desarrollo se dan el gusto en aventuras nucleares, los costos para el contribuyente de impuestos siempre exceden, por mucho, los dineros públicos provenientes de impuestos que se invierten en energía sustentable. La energía nuclear nunca podría defenderse en un mercado verdaderamente libre de energía. Mientras tanto, los serios accidentes de La Isla de las Tres Millas y Chernobyl han ocurrido en los países supuestamente más avanzados, en los cuales los niveles de conciencia tecnológica y seguridad se dice que son más elevados que en los países en desarrollo –sin mencionar los riesgos de terrorismo y los problemas no resueltos de cierres definitivos y almacenamiento del combustible utilizado. El seguro de estas empresas no es cubierto por compañías de seguros privadas, sino por ciudadanos confiados.

La producción nuclear de hidrógeno solía ser considerada como una futura posibilidad. Sin embargo, se han descubierto métodos menos costosos para obtenerlo a través de energías renovables.

Parece ser que la energía nuclear no sólo tiene mala prensa, sino que más bien tiene una justificación muy limitada en el mundo en desarrollo, en donde no es adecuada para energizar el medio rural. La energización rural se liga a la erradicación de la pobreza, la mayor prioridad del mundo en desarrollo.

Una combinación de conservación de energía, eficiencia energética y energías renovables presenta un camino energético mucho más ambiental, social y económicamente sustentable en el mundo en desarrollo.

Por qué es esencial transformar ahora el Sistema Energético del Mundo en Desarrollo

La motivación fundamental para la transformación del mundo en desarrollo es erradicar la pobreza, evitar el riesgo y proteger los sistemas que soportan la vida. Esta motivación es compartida con el mundo industrializado, pero las prioridades difieren radicalmente. En el mundo en desarrollo, el asunto más apremiante de la pobreza hace sombra a cualquier otra consideración.

Energía y pobreza

Un mejor acceso a energía moderna y limpia en países en desarrollo es un paso fundamental para la reducción de la pobreza y es clave para lograr las *Metas de Desarrollo del Milenio* de las Naciones Unidas. Alrededor de 2.4 miles de millones de personas, notablemente en áreas rurales de Asia y África, dependen de la biomasa tradicional en forma de leña, carbón vegetal, residuos de cosechas y estiércol utilizado para cocinar y calefacción.

Típicamente alrededor del 35% de la energía se deriva de estas fuentes. En algunas partes de África, ésta alcanza el 90%. Como regla, esta biomasa es quemada con bajas eficiencias de tan sólo 10 a 15%, mientras que los altos niveles de contaminación interna de fuegos abiertos ocasionan problemas de salud a las personas expuestas, mayormente mujeres, niños y ancianos.

De acuerdo con la *Organización Mundial de la Salud* (OMS), los contaminantes del aire y las emisiones de biomasa y carbón quemados causan la muerte de 1.6 millones de personas al año, significativamente más que el número de muertes atribuidas a la malaria.

Las mujeres, que tienen que llevar la carga de las tareas del hogar como la recolección de leña, sacrifican la oportunidad de educarse y de obtener un empleo potencialmente remunerado. Una mejor educación para las mujeres e ingresos más altos para el hogar son factores poderosos al establecer el número de hijos nacidos en la trampa de la pobreza.

El uso no sustentable de la leña es un factor que contribuye a la desertificación, la cual, de nuevo, acelera la espiral descendente de la pobreza.

La pobreza en áreas rurales obstaculiza el acceso a la electricidad, la cual está asociada con las tecnologías modernas de comunicación e información. También restringe la aplicación productiva de la energía, especialmente en los sectores secundario y terciario de valor agregado.

Se ha demostrado que la energía renovable proporciona servicios de energía limpios, sustentables y costo-efectivos, proveyendo de una necesaria –aunque insuficiente– base para el desarrollo y la reducción de la pobreza.

Por qué es esencial transformar ahora el Sistema Energético del Mundo en Desarrollo

Una transformación rápida y sostenida hacia la eficiencia energética y la energía renovable es un paso esencial y absolutamente necesario de dar hacia el desarrollo y la mejora en la calidad de vida.

Cardamomo grande

Los investigadores del Instituto de Energía y Recursos (TERI) en Nueva Delhi han perfeccionado ahora una nueva manera de secar y curar el cultivo industrial de la especia “cardamomo grande”. En la actualidad más de 250 sistemas pueden ser encontrados en los campos de Sikkim. El cardamomo grande es una especia utilizado ampliamente en la India como un ingrediente principal para la cocina Mughal y otros platillos no vegetarianos a lo largo del país, y está actualmente cotizado en alrededor de 70 mil rupias por tonelada. Los principales mercados de exportación son Pakistán, Afganistán y el Oriente Medio.

Las técnicas tradicionales y populares de curado del cardamomo grande tienen como resultado una desmesurada cantidad de desperdicio de ambos, materia prima y leña. Se estima que cada año se desperdician 20 mil toneladas métricas de leña para secar el cardamomo grande solamente en Sikkim, a causa de la técnica primitiva de curado, la cual consiste en la quema de grandes troncos de madera mojada en el tradicional ‘bhatti’ –hornos de tabique o mampostería– y a pasar el humo resultante a través de una cama gruesa de cardamomo colocada en una estructura de malla hecha de un entramado de bambú. Además de consumir grandes cantidades de leña, la técnica tradicional tiene como resultado un secado no uniforme, lo cual resulta en un cardamomo de baja calidad con una apariencia carbonizada y ahumada, bajo contenido de aceite y un olor a quemado. Además del método primitivo de ahumado, el riesgo de que la materia prima se prenda con el fuego es alto, debido a que el control de la llama es muy pobre.

Los resultados de esta nueva técnica son asombrosos:

Un rico color natural (rojizo) de la fruta, 35% más de contenido de aceite, ningún olor a quemado, lotes grandes y un increíble ahorro de combustible de madera de entre el 50 y el 60%. El uso de sistemas similares de bajo costo basados en gasificadores para aplicaciones térmicas en industrias agro-rurales como el jengibre, tabaco, anacardo, podría tener grandes resultados en la erradicación del problema de la rápida deforestación causada por el uso ineficiente de la leña. Esto puede generar también ingresos adicionales en estos sectores.

(Karekezi, 2004)

Reducción de riesgo

Las energías y los sistemas convencionales tienen riesgos asociados. Éstos se pueden relacionar con volatilidad de precios, inestabilidad económica y socio-política, seguridad, desarrollo y fracaso técnico.

La mayoría de las naciones en desarrollo son importadoras de petróleo y carbón, y están expuestas a la volatilidad de los mercados. El riesgo de la volatilidad del precio para las macro economías es considerable y puede desestabilizar regiones completas (Awerbuch, 2003).

En la actualidad no existen razones para creer que las perspectivas de volatilidades más bajas en los precios del petróleo y gas sean favorables. Por lo tanto, los países en desarrollo que producen sus propios combustibles renovables están mejor protegidos.

Además, los combustibles fósiles importados (o los combustibles nucleares) implican flujos de dinero que saldrán del país. Una razón principal para la deuda nacional de los países en desarrollo es atribuible a los combustibles importados, los cuales se suman efectivamente a la pérdida de oportunidades de trabajo para sus economías nacionales. El desempleo incrementa la pobreza y a menudo aumenta la inestabilidad social y política.

Por qué es esencial transformar ahora el Sistema Energético del Mundo en Desarrollo

Aquellas naciones en desarrollo que son ricas en recursos energéticos fósiles a menudo han sufrido la amarga experiencia de que su seguridad nacional esté en riesgo. Intervenciones políticas y militares por intereses creados presentan una innegable amenaza para naciones más pequeñas y para la paz mundial. Reducir la dependencia en reservas de petróleo concentradas regionalmente representa una contribución hacia la reducción local y global del riesgo de conflictos armados. Irónicamente, dichos conflictos armados son extremadamente intensivos en energía y eventualmente deben ser pagados.

Las plantas eléctricas convencionales centralizadas, en especial las plantas nucleares, las líneas de transmisión y las subestaciones, presentan el riesgo de ser blancos fáciles para el terrorismo. Las naciones en desarrollo no son inmunes a dichos ataques. La generación distribuida de energía a través de la energía renovable es prácticamente invulnerable, debido a que los posibles blancos están distribuidos, son pequeños, modulares y fácilmente reemplazables.

Muchos productores dispersos de energía renovable no solamente reducen el riesgo de terrorismo, sino también aseguran el convencimiento de numerosos interesados de pequeña escala, quienes se benefician directamente al alimentar de energía a la red.

Esto reduce el riesgo de objeciones del tipo *“No en mi patio trasero”* o de *“Construye absolutamente nada en ningún lado cerca de nada”* a productores independientes de energía. Cuando granjeros locales, cooperativas e individuos son alentados a alimentar a la red con energía renovable, la resistencia local es bastante reducida. Las instalaciones de energía mini FV en los techos de los mismos consumidores no expone a las empresas de servicios al riesgo de prolongadas, reñidas y muy costosas adquisiciones de tierra y procedimientos de aprobación.

Mientras que muchas naciones en desarrollo pueden haber aspirado al “ideal” del enfoque técnico de la red eléctrica del siglo diecinueve, los apagones dramáticos en los Estados Unidos de América del 14 de Agosto del 2003 hicieron a la gente consciente de los riesgos relacionados. Durante alrededor de 150 minutos, cinco líneas de transmisión clave, tres plantas de suministro de carbón, nueve plantas nucleares y una importante estación interruptora, no funcionaron. Eventualmente más de 100 plantas de energía (incluyendo 22 nucleares) en los EUA y Canadá estuvieron fuera de línea. No menos de 50 millones de estadounidenses y canadienses estuvieron sin energía, dejando una estela de daños de entre 5 y 6 mil millones de dólares. Una inversión de 6 mil millones de dólares en energía renovable no sólo hubiera podido evitar la pérdida, sino probablemente también hubiera puesto a EUA en el mapa como una nación de energía renovable. Apenas un mes más tarde fue el turno de Italia, al quedar 58 millones de italianos sin energía eléctrica. Tanto EUA como Italia son países altamente industrializados con excelentes recursos de energía renovable. Las fallas técnicas de apagones prolongados son lugares comunes en el mundo en desarrollo, agregando un elemento de frustración y riesgo a los usuarios de la red eléctrica y a potenciales inversionistas.

Protección de los sistemas que soportan la vida

La agricultura de subsistencia y comercial, así como el ecoturismo son la sangre vital de muchos países en desarrollo.

De acuerdo con los científicos más reconocidos del *Panel Intergubernamental para el Cambio Climático* (IPCC), la mayor parte del calentamiento global de los últimos 50 años es atribuible a las actividades humanas y está fuertemente relacionado con los combustibles fósiles.

Por qué es esencial transformar ahora el Sistema Energético del Mundo en Desarrollo

El impacto del cambio climático en la agricultura, el turismo y la salud (por enfermedades tropicales) será más severo en los países en desarrollo que en el resto del mundo. Esto fue evidenciado en las inundaciones recientes, destacando cómo los niveles crecientes de agua y los eventos climáticos repentinos pueden tomar a los países en desarrollo por sorpresa. Semejantes cambios climáticos causarán desarraigo y migración a gran escala en las poblaciones de regiones enteras.

Mientras que los peores contaminadores globales, situados en el hemisferio norte, podrían incluso beneficiarse por un clima más cálido, se encontrarían inundados de fugitivos del clima, quienes literalmente no tienen nada que perder.

El retraso de largo plazo en los efectos del calentamiento sobre el sistema global del clima disimula su insidiosa naturaleza. Para el tiempo en que los ciudadanos votantes se den cuenta del impacto irreversible del cambio climático, será ya muy tarde para la acción política. Por lo tanto, el principio precautorio “sin arrepentimientos” impone una obligación a los gobiernos para actuar sin demora. No es inconcebible que desatender esta obligación hoy, pueda llevar a un litigio en el futuro.

Oportunidades en Políticas Gubernamentales

Los países en desarrollo disfrutan de oportunidades únicas en políticas para utilizar el *Protocolo de Kyoto* y el incremento en la conciencia energética global para implementar sus propias agendas de desarrollo y de seguridad de suministro.

El *Protocolo de Kyoto* entró en vigor oficialmente el 16 de febrero de 2005. Está diseñado como un mecanismo que puede ayudar a las naciones industrializadas a lograr sus metas acordadas de reducción de *Gases de Efecto de Invernadero* (GEI) mediante la compra de iniciativas de reducción de carbono, relativamente más baratas en el mundo en desarrollo, y por lo tanto también contribuyen al muy necesitado desarrollo.

No se pretende reemplazar la *Inversión Extranjera Directa de Ayuda para el Desarrollo* (*Development Aid of Direct Foreign Investment*). Una *Autoridad Nacional Designada* (AND) debe ser nombrada por el país huésped para asegurar que los *Mecanismos de Desarrollo Limpio* (MDL) satisfagan los criterios nacionales de desarrollo sustentable. Las organizaciones locales no gubernamentales (ONG) normalmente juegan un papel crucial en la representación de la voz de la sociedad civil. Un aspecto importante es la condición de “adicionalidad”, la cual establece que debe ser mostrado que el proyecto es “adicional”, lo cual significa que no se hubiese realizado sin el apoyo del MDL. Sin embargo, el entendimiento es que esta cláusula no debe desanimar a las naciones en desarrollo a introducir políticas de energías renovables. La fase actual debe ser renovada en el año 2012, y las expectativas son que el alcance deberá ser extendido si es que se quiere lograr un impacto significativo. Mientras que no hay en la actualidad mucha experiencia de la cual aprender, parece ser que los costos de transacción son elevados. Esta iniciativa tiene el potencial de volverse un motor considerable del cambio hacia la energía renovable y la eficiencia energética.

Mientras la conciencia energética aumenta, la gente se vuelve compradora más exigente de productos consumidores de energía. El consumo de combustible de los vehículos automotores ilustra este punto: los vehículos más eficientes en el consumo de energía, ganan exitosamente una mayor participación en el mercado respecto a los autos grandes altamente consumidores de combustible.

El etiquetado energético de electrodomésticos, motores e incluso edificios, contribuye a reducir la intensidad energética nacional, y por ende mejora la competitividad internacional de las naciones

Por qué es esencial transformar ahora el Sistema Energético del Mundo en Desarrollo

proactivas. Los gobiernos tienen la oportunidad de incrementar su competitividad internacional mediante la introducción obligatoria de índices de CO₂ en los sistemas consumidores de energía. Esto mejora la eficiencia al tiempo que asegura el crecimiento nacional de las oportunidades de trabajo.

La producción de todas las materias primas y consumibles, desde tabiques hasta tomates, requiere de energía. Esto es llamado el “contenido de energía incorporada”. Los productos que son fabricados de un modo eficiente en energía, utilizando energía renovable producida localmente, o reciclando materiales, obviamente contribuyen a la estabilidad energética y al crecimiento económico nacional.

Los precios de los combustibles convencionales no dicen la verdad, porque no reflejan los costos “externos”. Éstos son los costos de corto y largo plazo en la salud, ambientales y por la pérdida de oportunidades soportados por toda la sociedad, ya sea que se beneficie del consumo de la energía o no. Actualmente preferimos ignorar este costo real. Irónicamente, una sociedad que fue capaz de poner al hombre en la Luna, se enfrenta a que los costos de las externalidades son demasiado difíciles de calcular. Los gobiernos tienen la oportunidad de establecer y actualizar los costos de las externalidades de las energías convencionales. Si los costos externos verdaderos fuesen incluidos en los precios de los combustibles fósiles con base en el *Valor Presente Neto*, entonces muchas más tecnologías de energías renovables serían más competitivas, en términos económicos, que las convencionales.

Mejoras en la eficiencia energética

En el futuro próximo, la cantidad de energía primaria requerida para un servicio energético dado, podría ser reducida de manera costo-efectiva entre un 25 y 35% en los países industrializados (siendo el porcentaje más alto el que se lograría con las políticas más efectivas). En economías en transición se pueden lograr, de manera costo-efectiva, reducciones de más del 40 por ciento. En la mayor parte de los países en desarrollo –que tienden a tener un crecimiento económico elevado y viejas reservas de capital y vehiculares– el potencial de mejora costo-efectiva va del 30 a más del 45%, relativo a las eficiencias energéticas logradas con las reservas de capital existentes.

Más aún, cuando este potencial fuese aprovechado, todavía se tendría entre un 20 y un 40 por ciento en un periodo de 20 años, debido al progreso tecnológico.

(Johansson et al, 2004)

Para los gobiernos en el mundo en desarrollo hay una ventaja distintiva al tener cifras objetivas para las “líneas de base” de los costos externos, que incluyen las emisiones equivalentes de dióxido de carbono, dado que esto expedita grandemente los procedimientos de los MDL.

Los instrumentos descritos arriba pueden ser utilizados para incrementar la seguridad nacional en el suministro de energía mediante fuentes renovables.

Los Recursos Energéticos Renovables: Estado de la Tecnología y su Potencial Sustentable

Esta sección provee una visión general de las opciones tecnológicas para el aprovechamiento de las fuentes renovables de energía y su potencial contribución a la sustentabilidad energética, así como sus impactos. El *Consejo Alemán Asesor para el Cambio Climático (Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderung, WBGU, 2004)* publicó recientemente un análisis global detallado, el cual es utilizado en los siguientes párrafos.

Energía hidráulica

A nivel mundial, se han construido cerca de 45 mil grandes presas para la generación de electricidad, protección contra las inundaciones, almacenamiento de agua, irrigación agrícola, desarrollo de canales navegables y recreación. Como resultado de las economías de escala, aproximadamente el 97% de las plantas hidroeléctricas tienen capacidades de más de 10 MW.

El potencial en el mundo industrializado ya ha sido en su mayor parte utilizado, proporcionando 19% de la electricidad mundial y la mayor parte de la energía renovable comercial de hoy. Esto constituye alrededor de un tercio del potencial global de 150 EJ, mientras que el remanente está sin explotar en el mundo en desarrollo, principalmente en Sudamérica, Asia y África.

La tecnología hidroeléctrica es madura y extremadamente confiable, pero requiere de inversiones iniciales muy elevadas, con bajos costos de mantenimiento. Sus periodos de vida de diseño son de más de un siglo. Las presas naturales y de almacenamiento con bombeo son adecuadas para cubrir la demanda pico de electricidad. La energía hidráulica es barata, si se calcula de la manera convencional.

Desafortunadamente las presas grandes sí tienen efectos secundarios negativos: la tierra y los ecosistemas se pierden, los sistemas de drenaje y sedimentación son alterados radicalmente. Anualmente, del 0.5 al 1% de la capacidad se pierde por sedimentación, la cual también se pierde río abajo, impactando significativamente en su biodiversidad y en la estabilidad del estuario. El material orgánico que se pudre en los reservorios poco profundos de las regiones cálidas, libera GEI. Las presas modernas tienen un índice de falla del 0.5%, excluyendo los efectos del cambio climático, guerras y terrorismo. En áreas de clima cálido, las presas ocasionan un aumento del orden de diez veces en la esquistosomiasis. Otros riesgos de salud que se ven incrementados son la malaria, encefalitis, fiebre del Valle del Rift, filariosis y envenenamiento por algas azul-verdes y lixiviados de mercurio.

Otras fuentes de energías renovables, como la eólica o la solar, que produjeran la misma cantidad de energía eléctrica, podrían cubrir menos territorio que la Presa de Asuán, construida en Egipto.

Durante el último siglo, entre 30 y 80 millones de personas fueron afectadas adversamente por grandes presas. Más de 1.1 millones de personas serán desplazadas por la presa de las Tres

Los Recursos Energéticos Renovables: Estado de la Tecnología y su Potencial Sustentable

Gargantas, construida en China. La conciencia de los riesgos sociales y económicos de las grandes presas y la resistencia política hacia ellas se ha incrementado. La Comisión Mundial de Presas (CMP, 2000) resalta los problemas de sustentabilidad y las condiciones previas ha satisfacer.

Principios estratégicos para la construcción de presas

1. Ganar aceptación pública

Una amplia aceptación pública de decisiones clave es imperativa para el desarrollo equitativo y sustentable de los recursos hídricos y energéticos.

2. Evaluación exhaustiva de opciones

A menudo existen alternativas a las presas. Las necesidades de agua, alimentos y energía deben ser evaluadas y hay que definir claramente los objetivos. Además, las evaluaciones deberían incluir un proceso transparente y participativo, aplicando criterios económicos, sociales y ecológicos.

3. Tratamiento de presas existentes

Existen oportunidades para mejorar las presas existentes, tratando los demás aspectos sociales y fortaleciendo medidas ambientales y de restauración.

4. Ríos y condiciones de vida sustentables

Es importante entender, cuidar y restaurar los ecosistemas para proteger el bienestar de todas las especies y fomentar el desarrollo humano equitativo.

5. Reconocimiento de derechos y repartición de beneficios

Las negociaciones con comunidades adversamente afectadas pueden tener como resultado provisiones legalmente ejecutables de mitigación y desarrollo acordadas mutuamente. Sin embargo, las personas afectadas necesitan ser las primeras en beneficiarse del proyecto.

6. Aseguramiento del cumplimiento

La confianza pública requiere que gobiernos, desarrolladores, reguladores y operadores cumplan con todos los compromisos hechos para la planeación, implementación y operación de las presas.

7. Compartiendo ríos por la paz, el desarrollo y la seguridad

Las presas con impacto transfronterizo requieren de la cooperación constructiva y negociación de buena fe entre los estados ribereños.

(Comisión Mundial de Presas, 2000, en Johansson et al. 2004)

Las presas con una capacidad menor de 10 MW se consideran menos problemáticas. Dadas las consideraciones anteriormente citadas, la generación hidroeléctrica actual podría ser incrementada sustentablemente en 12 EJ/año hacia el 2030, y en 15 EJ/año para el 2100 (WBGU, 2004).

Bioenergía

Solamente el uno por ciento de la radiación que incide en las plantas verdes es utilizado en la fotosíntesis. Sin embargo, ésta es el sustento de la cadena alimenticia en la Tierra y la enorme fuente de bioenergía.

Una gran parte del mundo en desarrollo sobrevive con bioenergía tradicional recolectada libremente en forma de leña, residuos de cosechas y excremento.

Esto está muy lejos del uso sustentable de tecnologías más modernas de bioenergía como el biodiesel, el bioetanol, las briquetillas de madera, el gas proveniente de desechos municipales e industriales, el biogás y la energía de los desechos agrícolas.

Del área potencial mundial, los desiertos (19%) y las áreas con pendientes mayores a los 30 grados (11%), así como la tierra agrícola (12.5%) deben ser excluidos. Esto deja 322 millones de hectáreas efectivas (2.5%), dando en promedio de 6 a 7 ton/año en base seca (WBGU: 60).

Los Recursos Energéticos Renovables: Estado de la Tecnología y su Potencial Sustentable

Ahorros energéticos potenciales en países en desarrollo a partir de la mejora en estufas para cocinar

	Uso de bio-energía en los hogares rurales [MTOe]	Mejoras en la eficiencia [%]	Ahorros energéticos [MTOe]	Ahorros máximos de leña [MTOe]
China	198	20-30	40-59	180
India	168	20-35	34-59	178
Latinoamérica	28	10-40	3-12	36
África	116	30-40	35-46	141

(IEA, 2001, en Karekezi, 2004)

Generación de energía basada en biomasa en países en desarrollo

	1995	2010	2020
China			
Generación de energía basada en biomasa (TWh)	-	0.4	0.7
% del total de la generación de electricidad	-	1.7%	1.8%
Biomasa usada en la generación de energía (MTOe)	-	0.1	0.2
Asia del Este			
Generación de energía basada en biomasa (TWh)	0.3	0.6	1.5
% del total de la generación de electricidad	0.0%	0.0%	0.1%
Biomasa usada en la generación de energía (MTOe)	0.3	0.7	1.7
Sudáfrica			
Generación de energía basada en biomasa (TWh)	-	4.6	7.3
% del total de la generación de electricidad	-	0.4%	0.4%
Biomasa usada en la generación de energía (MTOe)	-	2.0	3.1
Latinoamérica			
Generación de energía basada en biomasa (TWh)	9.6	13.1	17.1
% del total de la generación de electricidad	1.2%	0.9%	0.8%
Biomasa usada en la generación de energía (MTOe)	3.3	4.5	5.8
África			
Generación de energía basada en biomasa (TWh)	0.3	0.6	0.6
% del total de la generación de electricidad	0.1%	0.1%	0.1%
Biomasa usada en la generación de energía (MTOe)	0.4	0.8	0.8
Total de los países en desarrollo			
Generación de energía basada en biomasa (TWh)	10.2	19.3	27.1
% del total de la generación de electricidad	0.3%	0.3%	0.3%
Biomasa usada en la generación de energía (MTOe)	4.0	8.1	11.7

(IEA, 1998, en Karekezi, 2004)

El potencial sustentable es de 100 EJ/año, del cual 40% vendría de madera y 36% de energía de cultivos. Un notable 38% del potencial global está siendo ya utilizado (Tabla 3.2.9 WBGU: 60).

La biomasa está siendo utilizada de una manera no sustentable cuando el consumo es mayor que la velocidad natural de reemplazo. En Asia, el uso no sustentable es del 20%, en África del 30% y en Latinoamérica del 10%. Esto destruye los bosques, degrada los suelos, reduce la biodiversidad y daña los cuerpos de agua, cuya destrucción impacta a los sistemas que soportan la vida, incluyendo a la existencia humana.

La contaminación interior del aire por fogatas causa efectos intolerables en la salud en cerca de la mitad de la población mundial, mayormente en mujeres y niños. Cerca de 1.6 millones mueren anualmente. Por cada niño que muere como resultado de la contaminación del aire en Europa, 270 mueren en África del Sur.

El potencial de producción global de largo plazo de la biomasa tradicional está estimado en 5 EJ/año.

Los Recursos Energéticos Renovables: Estado de la Tecnología y su Potencial Sustentable

Energía Eólica

En el mundo en desarrollo se pueden encontrar muy buenos sitios para energía eólica en la punta sur de Latinoamérica, con muy buenos sitios costeros en cualquier otro lugar. Muchos sitios eólicos en el mundo en desarrollo no han sido evaluados. En algunos casos los datos de las estaciones meteorológicas no son confiables, como resultado de la urbanización que las rodea y la falta de calibración de sus equipos.

Producción de electricidad de la biomasa

El bagazo es el subproducto de la molienda de la caña de azúcar. Éste corresponde a alrededor del 30% (en peso, 50% mojado, PCB = 7.535 MJ/kg) de caña de azúcar. El bagazo es utilizado para la cogeneración (producción de energía térmica y eléctrica) en el ingenio azucarero/alcoholero. Debido a que la producción de bagazo es elevada (para una producción promedio brasileña de 300 millones de toneladas de caña de azúcar, se producen 90 millones de toneladas de bagazo), su uso ha sido siempre ineficiente. Las calderas de baja presión (20 bar) y las turbinas de vapor de baja eficiencia son comunes en la mayoría de los ingenios brasileños. También, tanto el consumo de energía eléctrica como térmica en el proceso de producción de azúcar y/o alcohol es elevado: alrededor de 500 kg de vapor (a 2.5 bar) y 15-20 kWh de electricidad por tonelada de caña molida.

Hasta finales de los años 90 no había interés por parte de los propietarios de los ingenios azucareros en vender el excedente de generación de energía a la red. Las empresas de servicios públicos locales tampoco consideraban seriamente esta opción. A pesar de la disponibilidad comercial de sistemas de cogeneración más eficientes, ciertos aspectos culturales y la falta de un marco institucional dificultaron su implementación. Hoy en día, la situación de Brasil ha cambiado. El Banco Brasileño de Desarrollo (BNDES) lanzó un programa que otorgaba créditos especiales para plantas de energía de biomasa que vendieran electricidad a las empresas de servicios públicos o se involucraran en su comercialización directa, para fomentar la introducción de tecnologías más eficientes.

En el sistema interconectado, el proceso de reformulación del sector de energía, concebido en el ámbito federal, ha concedido un estatus especial a los recursos energéticos renovables. La Ley Federal 10438/02 que fue recientemente aprobada, crea incentivos para la generación de electricidad alternativa (PROINFA- Programa de Incentivo a Fontes Alternativas).

El plan PROINFA se divide en dos fases. En la primera fase de dos años, se supone que Eletrobrás (Propietaria del Sistema de Energía Eléctrica Brasileño) hará contratos de largo plazo (de 15 años) por más de 3 300 MW. Se supone que las siguientes fuentes de energía: la energía eólica, los proyectos hidroeléctricos pequeños y las biomasas, lograrán equitativamente el precio fijo. La adquisición de esta energía se definirá con base en el valor económico de cada tecnología específica. El Ministerio de Minas y Energía establece este valor, pero tiene que representar, para el usuario de energía, por lo menos el 80% de la tarifa nacional promedio.

Después de los primeros 3 300 MW comenzará la segunda fase. Un programa se diseña de tal manera que la energía eólica, la hidroeléctrica de proyectos pequeños y la biomasa alcanzarán el 10% de la producción de la energía brasileña. Se plantea que esta meta se logre dentro de los siguientes 20 años, como en la primera fase con contratos sobre los 15 años. El precio de la energía comprada se determina por el valor económico de la fuente de energía de referencia que compite, definida por los costos promedio de la producción del propietario por proyectos nuevos hidroeléctricos con una capacidad instalada arriba de 30 MW y las nuevas plantas de generación con gas. De nuevo, el Ministerio de Minas y Energía determina el precio. La regulación de PROINFA se estableció en diciembre de 2003 y presenta algunas inconsistencias, como la definición del valor económico y los aspectos ambientales. (Coelho et al, 2003)

En Argentina hay un programa similar, el cual tiene como meta el 8% de energía renovable en la mezcla nacional para el 2013. Esto incluye energía eólica, solar, geotérmica, mareomotriz, mini-hidro (hasta 15 MW) y biomasa. (Salvatori, 2003).

(Karekezi, 2004)

Pequeñas diferencias en la velocidad del viento hacen una diferencia muy grande debido a que la energía contenida en el viento se incrementa con el cubo de su velocidad. Un máximo teórico de cerca

Los Recursos Energéticos Renovables: Estado de la Tecnología y su Potencial Sustentable

del 59% de la energía puede ser extraída (límite de Betz). Por esta razón, los buenos sitios ventosos son importantes, y esto ha contribuido a que haya interés en parques eólicos fuera de la costa. Las modernas máquinas de eje horizontal tienen palas delgadas con perfiles aerodinámicos cuyas puntas se mueven más rápido que la velocidad del viento.

La bancada contiene al generador, y algunos diseños no requieren engranajes multiplicadores de la velocidad angular. Su capacidad media estimada ha crecido durante 3 décadas desde 30 kW a 3 MW, con 6 MW contemplados en el futuro inmediato. Debido a las fluctuaciones del viento, el promedio anual de los “factores de planta” es de 20 a 25% en sitios en tierra firme y de un 30% fuera de la costa. Las velocidades de operación de los vientos son de 3 a 25 m/s y la vida de servicio promedio es de 20 años.

Otras ramas más familiares de las tecnologías de energía eólica son los molinos de viento multipalas y los cargadores de baterías de pequeña potencia. Los primeros han permitido actividades agrícolas, la conservación de la vida salvaje y la población humana en muchas áreas del mundo en desarrollo.

La huella de uso de suelo de esta tecnología es mínima pues la tierra puede ser utilizada para la agricultura, frecuentemente proveyendo de ingresos locales adicionales bien recibidos. Las turbinas modernas han reducido ya la contaminación por ruido de manera sustancial, la cual es menor al ruido del tráfico vehicular. El impacto en las aves ha sido estudiado extensivamente, y es significativamente menor que el de las líneas de transmisión existentes y el tráfico motorizado. Los opositores han objetado la intromisión en el paisaje visual de objetos de gran escala en movimiento. Las sombras y reflejos también han sido considerados como “interferencia visual”.

Incluso bajo las actuales condiciones distorsionadas del mercado, la electricidad generada a partir del viento es competitiva económicamente en muchas áreas y sus periodos de retorno de la inversión son cortos. A pesar de la fase de estancamiento de la economía mundial, la industria eólica ha mostrado un crecimiento muy fuerte.

Del potencial técnico global de generación eólica (1,000 EJ anuales) cerca de 140 EJ anuales podrían ser sustentables.

Energía Solar

En contraste con las tecnologías previas, la energía solar directa es considerada como prácticamente ilimitada. También es abundante en el mundo en desarrollo, donde su carácter distribuido es un beneficio adicional, dado el estado de subdesarrollo de la infraestructura de servicio y de las redes de distribución energética hechas por el hombre.

Calor solar concentrado

Los sistemas centralizados existentes más grandes utilizan espejos parabólicos que enfocan la luz solar en tubos de vidrio evacuados que llevan el calor a turbinas convencionales de vapor, vía un intercambiador de calor. Estos producen energía centralizada más barata que los sistemas fotovoltaicos (FV). Otras variantes generan vapor directamente en las tuberías de los canales parabólicos. Otras variantes utilizan espejos planos en un arreglo de tipo Fresnel, que enfocan la luz solar en unidades pasivas de absorción. Otras aplicaciones tienen espejos parabólicos estáticos con

Los Recursos Energéticos Renovables: Estado de la Tecnología y su Potencial Sustentable

reflectores secundarios móviles que alcanzan muy altas razones de concentración solar. Todos estos sistemas son inminentemente aplicables para la cogeneración y se aprovechan del mercado masivo establecido para los ciclos de vapor convencionales. La energía suplementaria puede ser proporcionada por gas o, preferentemente, por cualquier energía renovable aplicable.

Plantas de energía de discos parabólicos

Los discos parabólicos siguen al Sol y enfocan la radiación en, digamos, un excelente motor que impulsa una bomba o un generador. La mayoría de las unidades son sistemas aislados con una capacidad nominal de unos 10 kW. Esta capacidad es de un tamaño muy útil para aplicaciones rurales remotas y granjas. Actualmente, las unidades no se han estandarizado.

Torres centrales de energía solar

Un campo extensivo de espejos móviles tridimensionales (helióstatos) concentra la radiación solar en un receptor central situado en lo alto de una torre. Ahí, el medio de intercambio de calor (aire, agua o sales fundidas) es calentado de 500 a 1000° C, impulsando una turbina de gas o una planta de ciclo combinado. En algunos casos, la sal fundida se vislumbra como un medio de almacenamiento. Las unidades típicas conectadas a la red serían de 200 MW_e.

Chimeneas solares y Torres verdes

Un gran invernadero que rodea a una chimenea alta calienta el aire que se mueve hacia arriba de ésta, accionando una turbina eólica colocada en su base.

En la variante de "Torre verde", el invernadero tiene una doble función: además de generar electricidad, es una unidad productiva agrícola. El almacenamiento térmico permite una entrega de energía las 24 horas del día. Las unidades serían de 200 MW_e conectadas a la red.

Fotovoltaicos

Las celdas fotovoltaicas (FV) conforman módulos, se colocan en arreglos y convierten la luz del Sol en electricidad de corriente directa, y no tienen partes móviles. Los materiales semiconductores son encapsulados y sellados herméticamente. Una larga vida de servicio de más de 25 años y períodos de garantía generalmente similares, hacen a esta moderna tecnología sumamente atractiva. Con sistemas electrónicos adecuados, los sistemas FV pueden estar conectados a la red o bien pueden ser unidades aisladas, en cuyo caso pueden ser utilizados también para bombeo de agua u otro trabajo mecánico. Una batería de almacenamiento es generalmente opcional para los sistemas conectados a la red, pero es una necesidad para los sistemas aislados que requieren de autonomía. No se requiere del uso de baterías eléctricas para el bombeo de agua u otro trabajo durante el día.

Los paneles FV no vibran, ni emiten ruidos ni contaminantes durante su operación. Esto significa que pueden ser integrados en edificios nuevos y los ya existentes, los cuales pueden convertirse entonces, en exportadores de energía en vez de consumidores.

Los Recursos Energéticos Renovables: Estado de la Tecnología y su Potencial Sustentable

Las celdas FV están hechas de silicio, el segundo elemento químico más abundante en la Tierra. Sin embargo, los escasos indio y telurio se usan en algunas celdas. En países en desarrollo soleados, el período de recuperación de la energía incorporada es de 18 meses, un período extremadamente pequeño, considerando su probada larga vida de servicio.

Cuando crece la demanda de una instalación FV ya existente, es relativamente sencillo aumentar su capacidad agregando más módulos FV al sistema.

El hecho de que los sistemas FV no sean costo-competitivos con relación a la electricidad subsidiada de la red, ha llevado a algunos países en desarrollo a introducir sistemas FV aislados en áreas rurales pobres y remotas, donde el mantenimiento del sistema y su aceptación social se espera que sean problemáticos. En contraste, se ha logrado una excelente penetración en el mercado internacional con aplicaciones conectadas a la red en países no tan soleados, en los cuales las políticas gubernamentales proveen de un ambiente propicio. En el mundo en desarrollo, con frecuentes apagones, los sistemas FV de energía ininterrumpidos tienen mucho sentido.

Calentamiento solar de agua

En los países en desarrollo el calentamiento de agua constituye del 30 al 40% del consumo de energía de un hogar. En la mayoría de los casos esto se da a partir de quemadores ineficientes o la generación de electricidad con gas o combustibles fósiles. Los calentadores eléctricos de agua instantáneos son más eficientes que los eléctricos con tanque de almacenamiento, pero añaden picos considerables al sistema de distribución municipal. En países en desarrollo, muchos calentadores eléctricos con tanque de almacenamiento tienen elevadas pérdidas anuales de energía (de más del 25%). Este desempeño tan pobre se tolera en lugares donde los precios de la energía son muy bajos o están subsidiados, donde no existe etiquetado de energía, o en donde los usuarios no pagan el valor del agua caliente.

Los calentadores solares de agua normalmente consisten en un captador solar y una unidad de almacenamiento de agua. Existen varios tipos establecidos:

Los captadores solares sin cubierta, consisten en tuberías negras de plástico, calentadas por el Sol, a través de las cuales el agua fluye, impulsada por un termosifón o una bomba de circulación. Para aplicaciones de baja temperatura como piscinas, usos agrícolas y calefacción de espacios, estos sistemas logran eficiencias de un 70% o más, debido a que a temperaturas bajas las pérdidas térmicas son muy reducidas. Estos captadores también pueden ser utilizados para enfriamiento nocturno.

Los captadores solares planos con cubierta transparente tienen eficiencias ligeramente menores que las de los captadores sin cubierta a temperaturas bajas, pero para diferencias de temperatura mayores entre las temperaturas de entrada y salida su desempeño es significativamente mejor. Si la superficie del captador se trata con una capa selectiva, las pérdidas por radiación se reducen. La eficiencia nominal promedio de los captadores planos es del 55%.

Los captadores de tubos evacuados tienen una capa exterior de vidrio que mantiene un vacío. El colector interior puede ser un tubo negro que contenga el medio calentado (tubo mojado), dos tubos (de suministro y de retorno) o una aleta selectiva ajustada a un tubo de calor. Los tubos evacuados

Los Recursos Energéticos Renovables: Estado de la Tecnología y su Potencial Sustentable

pueden alcanzar el punto de ebullición del agua y tienen eficiencias casi constantes del 65%, a través de todas las diferencias de temperatura entre la entrada y salida.

General

Los sistemas de captadores solares planos con cubierta directos o “de ciclo abierto” pueden utilizarse en unidades con circulación por termosifón o por bombeo. En los sistemas directos, el agua en el captador y en el tanque de almacenamiento es la misma. Esto es más barato, pero pueden tener problemas de congelamiento, corrosión e incrustación, a menos que se tomen las debidas precauciones, como la instalación de válvulas anticongelantes.

En los sistemas indirectos el fluido circula en un circuito cerrado a través del captador, previniendo la congelación, la incrustación y la erosión. El costo inicial de capital de estos sistemas es obviamente mayor.

En los sistemas solares “combi”, los servicios de agua caliente residencial y de calefacción se integran en uno. Esta innovación reduce la necesidad de tener un respaldo para el calentamiento de agua en el verano. Sin embargo, este sistema no se ha establecido aún en el mundo en desarrollo.

Todos los calentadores de agua, incluyendo los solares, requieren de diferentes grados de mantenimiento.

La tecnología es madura y hay normas disponibles, aunque es posible que los plomeros convencionales no estén familiarizados con ellas.

A pesar de que a menudo se piensa que la disponibilidad del agua caliente entubada tiene una baja prioridad en las viviendas de bajo ingreso, las implicaciones de higiene no deberían ser subestimadas. El agua caliente limpia para el lavado de ropa y la preparación de los alimentos, difícilmente puede catalogarse como un lujo.

Energía geotérmica

El calor subterráneo que se encuentra por debajo de los 100° C puede ser utilizado para propósitos de calentamiento de agua y calefacción. A mayores temperaturas se puede utilizar para generar vapor, que puede ser empleado para generación eléctrica, aunque se llegase a tener fugas considerables de calor. Alternativamente, se puede bombear agua fría en rocas calientes o en minas profundas de donde retornará como agua caliente. En donde el vapor o agua caliente emergen de manera natural, el agua utilizada debería ser regresada, debido a que a menudo contiene CO₂ y otros contaminantes. Algunas de estas tecnologías están en desarrollo.

Otro enfoque es en el que se utiliza calor cerca de la superficie a través de bombas de calor, dicha tecnología está ya madura. Estos sistemas tienen un “Coeficiente de Desempeño” (COP) de al menos 3.6, si se usa electricidad a base de carbón para compensar la energía de las pérdidas de transformación. Adicionalmente, el impacto ambiental relacionado con la extracción y adición de calor al ambiente debe de ser considerado cuidadosamente. El potencial global geotérmico está estimado en 30 EJ/año.

Los Recursos Energéticos Renovables: Estado de la Tecnología y su Potencial Sustentable

Enfriamiento solar

Una carga de enfriamiento muy elevada disparó el problema de demanda en California. La demanda de enfriamiento de espacios en casas y edificios crece a medida que los niveles de ingreso y confort se incrementan, y se agrava por el cambio climático y la urbanización. No es inusual que unidades de aire acondicionado bastante ineficientes sean usados para enfriar edificios térmicamente ineficientes. Varios escenarios postulan que las naciones en desarrollo seguirán la misma ruta.

Uso de biocombustibles modernos en el sector transporte en Latinoamérica

Ejemplos del uso de biocombustibles para el sector transporte en países de Latinoamérica pueden encontrarse en Brasil (con el programa del alcohol) y en Argentina (con el programa de biodiesel). El programa de alcohol de Brasil ha registrado éxitos notables.

El programa de Brasil fue iniciado en 1975 con el propósito de reducir las importaciones de petróleo mediante la producción de etanol a partir de la caña de azúcar. Ahora este programa proporciona significantes beneficios ambientales, económicos y sociales. Este programa se ha convertido en el programa líder de energía de biomasa en el mundo. El etanol es utilizado en automóviles como un aumentador de octanaje y aditivo oxigenado para la gasolina (mezclado en una porción de 20 a 26% de etanol anhidrido en una mezcla llamada gasohol) o en motores específicamente diseñados para consumir etanol hidratado. Desde 1999 el gobierno de Brasil eliminó el control de los precios y el etanol hidratado se vende por el 60 al 70% del precio del gasohol en la estación de bombeo, debido a reducciones significativas en los costos de producción. Estos resultados muestran la competitividad económica de largo plazo del combustible etanol comparado con la gasolina (Goldember et al, 2002).

El líder mundial en la producción del alcohol etílico continúa siendo Brasil, donde sus precios son competitivos y el desarrollo de nuevos coches de combustible flexible (CF) promueve un uso mayor del etanol al proporcionar flexibilidad a los consumidores. El etanol ha hecho una contribución valiosa al desarrollo de la agroindustria del país. Además, el incrementado uso del alcohol como un combustible en el transporte parece haber contribuido a la reducción de la contaminación del aire en mega ciudades, como Sao Paulo (Coelho, 2003).

La iniciativa brasileña experimentó altas y bajas como resultado de los mercados mundiales del petróleo y el azúcar. Esto parece indicar que sería prudente diversificar la materia prima del alcohol en plantas productoras no-alimenticias. De acuerdo con la Fundación Bariloche, existen alrededor de 4 plantas de biodiesel en Argentina, las cuales utilizan girasol, algodón y soya como materia prima (www.bariloche.com.ar/fb).

Una ley federal en Colombia requiere la adición del 10% de etanol a la gasolina regular. Para el 2007 se espera que las 7 ciudades más grandes de Colombia cambien a gasohol. El combustible gasohol será introducido en otras ciudades del país en paralelo con el desarrollo de la agroindustria del azúcar-alcohol. Cerca de 700 millones de litros de etanol se requerirán por año, lo cual corresponde a 150 mil hectáreas de cosechas de caña de azúcar (Campuzano, 2003).

(Karekezi, 2004)

El enfriamiento solar de espacios en edificaciones podría ofrecer las ventajas de una demanda máxima de enfriamiento en coincidencia con una máxima radiación solar. Lamentablemente, la tecnología está subdesarrollada. El enfriamiento solar para alimentos y medicinas podría satisfacer las necesidades urgentes en países cálidos y tropicales. El enfriamiento de comida y medicinas requiere de poca energía pero tiene un impacto significativo. Una bomba de calor debe desechar calor al ambiente. Por eso la máquina debe ser accionada a una temperatura mayor a la temperatura del ambiente (los condensadores de los refrigeradores emiten calor). Si la misma bomba de calor es utilizada para calefacción entonces no hay desecho de calor.

Los Recursos Energéticos Renovables: Estado de la Tecnología y su Potencial Sustentable

Por lo general, el enfriamiento en un grado kelvin requiere cerca de tres veces más energía que el calentamiento en un mismo grado kelvin.

Energía solar en edificios

“Desde la cuna hasta la tumba”, los edificios son responsables de una proporción significativa del consumo de energía y la demanda pico internacional. La adquisición de materia prima, la producción de materiales para la construcción, el transporte, los cortes a los tamaños requeridos, la colocación, el mantenimiento, la demolición y reciclado, todos consumen energía. Algunos materiales y componentes son desmesuradamente intensivos en energía, como lo es el aluminio, los plásticos, el cemento y los productos de cerámica. Otros materiales como la madera, la paja y la tierra son más ambiental y energéticamente neutrales.

Los edificios son consumidores de energía con ciclos de vida más largos que la mayoría de las centrales de energía. Algunos edificios construidos hace dos mil años están en uso aún hoy. Los costos de energía y de mantenimiento en los cuales se incurre durante la vida de un edificio son muchas veces mayores al costo inicial de construcción.

Con la llegada de la –artificialmente barata– electricidad generada con combustibles fósiles en el mundo en desarrollo, los arquitectos empezaron a diseñar edificios ambientalmente cuestionables, los cuales se tenían que hacer habitables mediante la participación de ingenieros mecánicos y de iluminación. Ellos encontraron en estos edificios interesantes y lucrativas oportunidades de negocio. No hubo ni la oportunidad ni el incentivo entre la fraternidad ingenieril para iluminar a los arquitectos, debido a que la estructura profesional de tarifas y la minimización de riesgos profesionales recompensaban el sobre-diseño de la iluminación artificial y de las plantas de aire acondicionado, en lugar de premiar la eficiencia energética y el uso de energía renovable.

Esta manera de diseñar prestigiosos edificios fue transferida al mundo en desarrollo, como símbolo de progreso y modernización. Consecuentemente, podemos encontrar el mismo diseño inapropiado de edificios desde el sub-Ártico hasta las regiones tropicales.

Las casas rurales tradicionales en regiones cálidas o frías incorporan el conocimiento de generaciones en edificios climáticos. Estos edificios requieren un mínimo de energía a lo largo de sus ciclos de vida.

Las ideas establecidas en la planeación de los pueblos y la industrialización del siglo anterior llevaron a establecimientos urbanos intensivos en energía, con ineludibles consumos por un largo plazo, servidos por combustibles fósiles.

Hoy, hombres de negocios de la industria de la construcción y de materiales de construcción intensivos en energía, son transportados a sitios remotos para erigir edificios que son baratos de construir pero caros de operar. El problema se profundiza a través del dilema del propietario-inquilino en el cual el arrendatario sufre las consecuencias de los edificios ineficientes en energía.

Los asentamientos informales o ilegales, como los cinturones de miseria, las ciudades perdidas y las favelas, tienen típicamente casuchas con un desempeño térmico muy pobre. Los residentes recurren a combustibles altamente contaminantes como madera, carbón, fogatas de estiércol o a electricidad robada. Dichas “pérdidas no técnicas” también se suman a los problemas que ocasiona la demanda

Los Recursos Energéticos Renovables: Estado de la Tecnología y su Potencial Sustentable

de electricidad con picos elevados. Curitiba en Brasil ha demostrado alternativas atractivas y eficientes en energía.

Los calentadores solares de agua y los sistemas *combi*, que combinan calentamiento de agua y de espacios interiores, pueden reducir la demanda nacional pico de electricidad en un 18%. Los ahorros resultantes de GEI son sustanciales.

Producción de etanol en África

En África, la producción de etanol a partir de las cosechas de maíz, llamada SATMAR fue asumida en Sudáfrica durante la década de los años 40. La producción de combustible sintético a partir de carbón sobrepasó esta producción. La producción experimental de biodiesel a partir de semillas de girasol en el Departamento de Ingeniería Agrícola de la Universidad de Sudáfrica no tuvo seguimiento.

La producción a gran escala de etanol también ha sido implementada en Zimbabwe, Malawi y Kenia, países en los cuales no se tienen reservas autóctonas de petróleo, por lo que dependen totalmente de su importación. La producción de etanol en Zimbabwe comenzó en 1980 en Triangle Ltd, una compañía azucarera localizada en el noreste del país, con una capacidad de producción anual de 40 millones de litros. Cuando se estaba arrancando, la meta para la mezcla del etanol/gasolina para el país era de 15/85. Pero para 1993, la proporción de la mezcla era de 12/88. El programa de producción de etanol ha contribuido significativamente a la economía de Zimbabwe. Entre los beneficios están la reducción en la importación de gasolina en cerca de 40 millones de litros, el incremento en los ingresos de cerca de 150 granjeros cañeros, y la disponibilidad de un mercado de melaza, el cual era previamente un producto de desecho (Scurlock et al 1991b; Hall et al, 1993).

En Malawi la compañía Ethanol Company Limited (ETHCO) es el único productor y distribuidor de etanol. Puesta en servicio en 1982, ETHCO tiene una capacidad de destilación de 17 millones de litros anuales y produce 13 millones de litros al año. Originalmente era obligatorio que toda la gasolina utilizada en el país estuviera mezclada con etanol. En 1993, la proporción en la mezcla era de 15/85.

Sin embargo, esta proporción no se ha mantenido debido a diferencias entre ETHCO y la industria petrolera, con respecto a una aceptable participación de mercado y el precio del etanol, con relación a la gasolina importada. Hay evidencia disponible que demuestra que la planta ha ayudado a reducir el uso de los escasos ingresos por conversión de la moneda en importaciones de petróleo, y ha ayudado a resolver el problema de la eliminación segura de melaza en la compañía azucarera, la cual era anteriormente un riesgo para el ambiente (Kafumba, 1994; Gielink, 1991).

El interés de Kenia en el etanol fue incitado por la crisis del petróleo a principios de los años setenta, cuando el país tenía entusiasmo por explotar localmente las fuentes de energía disponibles. Consecuentemente, se estableció la Cooperación Agro-Química y de Alimentos (CAQA) en 1978, con el objetivo de utilizar el excedente de melaza. Ubicada en Murohoni, cerca de tres fábricas de azúcar, la CAQA tenía una capacidad instalada de 60 mil litros por día con una producción diaria promedio de 45 mil litros. El índice de mezcla deseado era de 10/90. La planta originó empleos directa e indirectamente para cerca de 1 200 personas. Además redujo parcialmente la dependencia del combustible importado. Los retos mayores a los cuales se ha enfrentado el programa incluyen sequías e infraestructura pobre, las cuales han afectado el rendimiento y el transporte de la caña de azúcar a puntos de proceso. Pero sobre todo, la falta de un compromiso gubernamental y la ausencia de políticas claras de producción, mezcla y mercadeo eventualmente llevaron al cese del uso del etanol para propósitos de transporte (Omondí, 1991; Kyalo, 1992; Okwach, 1994; Baraka, 1991).

(Karekezi & Ranja, 1997; Karekezi, 2002, en Karekezi, 2004)

Usar energía renovable y eficiencia energética en edificios es factible técnica y económicamente, y es significativamente más barato que construir nuevas plantas de generación de energía eléctrica. Nuevos cristales y materiales de aislamiento están entrando en el mercado. La iluminación natural produce menor calor indeseable en el interior que la mayoría de las lámparas eléctricas para iluminación artificial. El calor no deseado de desecho de equipos y máquinas ineficientes, como impresoras y fotocopiadoras, debe ser removido por sistemas de aire acondicionado en edificios de oficinas en climas cálidos. La planeación de poblados y recursos integrales ofrece grandes oportunidades, especialmente a países con infraestructuras subdesarrolladas.

Los Recursos Energéticos Renovables: Estado de la Tecnología y su Potencial Sustentable

Transporte

Pocas naciones producen sus propios combustibles para el transporte a nivel mundial. Esto tiene impactos significativos en las economías nacionales, notablemente en el mundo en desarrollo. En principio, es posible enfocarse en la mejora en las tecnologías vehiculares actuales, en el desarrollo de nuevas tecnologías, el aprovechamiento de las tecnologías de información, del cambio modal y la planeación espacial.

La mejora en las tecnologías vehiculares actuales mediante tecnologías de manejo más eficientes es una estrategia estándar de planeación de todos los fabricantes de vehículos automotores europeos (combustión optimizada, componentes cerámicos, ignición refinada, manejo de válvulas y turbocargadores). Un aumento adicional del 50% en el rendimiento es considerado técnica y económicamente viable. Las reducciones de masa y de la resistencia de rodamientos pueden originar una reducción de CO₂ del 6% y 1%, respectivamente. Algunos de estos beneficios de la tecnología pueden perderse por un rápido retroceso, en el que la gente estaría inclinada a manejar más kilómetros porque los costos por kilómetro se hubiesen reducido.

El desarrollo de nuevas tecnologías es evidente en los sistemas híbridos y las nuevas baterías eléctricas que están apareciendo ya en el mercado, que potencialmente duplican el rendimiento del combustible. Estas aplicaciones son importantes peldaños para la total adopción de la tecnología de celdas de combustible.

Los vehículos de celdas de combustible reducirán las emisiones en cerca del 100%. El consumo de hidrógeno producido con fuentes renovables es la meta final. La producción actual de hidrógeno es intensiva en energía de origen fósil.

El gas natural es un combustible más limpio que el carbón, el petróleo y el diesel. Esto podría amortiguar una transición hacia la sustentabilidad. Las tuberías de gas con fugas podrían ser más que un simple riesgo teórico en el mundo en desarrollo. El aprovechamiento de las tecnologías de la información ha producido ya mejores flujos en el tráfico de vehículos y puede también mejorar la logística del manejo de mercancías. Existe la posibilidad de que una mejor eficiencia en el tráfico llevará a un incremento del tránsito por las carreteras.

El cambio modal y la integración efectiva deberían llevar a una mayor participación en el mercado del modo ferroviario, que es el más eficiente energéticamente, como una política nacional. La planeación espacial y la de asentamientos modernos ofrecen oportunidades para zonas peatonales, el uso de bicicletas, el mejorar la eficiencia del transporte público, y densificar el uso mixto del suelo.

Los Recursos Energéticos Renovables: Estado de la Tecnología y su Potencial Sustentable

Resumen

Se ha demostrado que las tecnologías de generación hidroeléctrica, producción de etanol de caña de azúcar, de biogás de rellenos sanitarios, del diseño solar pasivo de los edificios, del calentamiento solar del agua, de briquetillas de madera y de generación eléctrica con energía eólica son económicamente competitivas, aún en el actual mercado distorsionado. Las tecnologías de concentración solar, energía oceánica, torres verdes, el biodiesel y los vehículos impulsados por energías renovables innovadoras están en etapas intermedias de desarrollo. La tecnología del hidrógeno basada en energía renovable está en desarrollo aún. Los sistemas FV son competitivos en áreas rurales, pero la penetración en el mercado y el crecimiento más grandes en la actualidad se dan en las aplicaciones urbanas conectadas a la red. Los paneles fotovoltaicos integrados a los edificios ofrecen oportunidades en la reducción de costos. Los recursos globales de energía renovable son prácticamente inagotables. En tanto que los asuntos técnico-económicos son generalmente menos restrictivos que los asuntos socio-políticos, se espera que la eventual limitación de recursos de algunas tecnologías, junto con consideraciones ambientales, puedan llevar a las tecnologías de energía renovable a ciertos límites, excepto en el caso de la energía solar y, tal vez, la energía oceánica, las cuales son ilimitadas para todos los propósitos prácticos.

Factores Nacionales e Internacionales que impulsan el aprovechamiento de las Fuentes Renovables de Energía: Fijando Objetivos Nacionales dentro de Límites Admisibles de Daño

El combate a la pobreza mediante la generación de empleos relacionados con las energías renovables.

La reducción de la pobreza y el desempleo son prioridades en el mundo en desarrollo. Está fuera de toda discusión que la ola creciente de las energías renovables ofrece más oportunidades para la creación de nuevos empleos que las tecnologías nucleares y de combustibles fósiles. Todas las implicaciones de este hecho deben ser asimiladas por las naciones en desarrollo.

Por definición, las naciones en desarrollo tienen infraestructuras energéticas subdesarrolladas, pero éstas ofrecen una oportunidad de oro para crear empleos nuevos y sustentables basados en las tecnologías modernas para el aprovechamiento de las fuentes renovables de energía, en vez de invertir en tecnologías en vías de obsolescencia, o aceptar tecnologías baratas descartadas por el mundo desarrollado.

En el mundo en desarrollo, la creación de empleos al construir nueva infraestructura de energía renovable puede ser potencialmente combinada con los Mecanismos de Desarrollo Limpio del Protocolo de Kyoto.

Los calentadores solares de agua fabricados localmente crean oportunidades de trabajo de bajo capital y riesgo, situando las mayores oportunidades para la creación de empleos del lado del negocio de la venta, instalación y servicio de los calentadores solares de agua. Los empleos en la fabricación de calentadores solares de agua son más costosos y menos seguros. En el mundo en desarrollo, algunas de las barreras principales para lograr una penetración de mercado mayor son: la falta de conciencia de los diseñadores de las políticas públicas, plomeros y usuarios de la energía; la carencia de artesanos instaladores y proveedores del servicio; la falta de normas nacionales e instalaciones para pruebas, y la falta de medios para superar la barrera del costo inicial.

El financiamiento de MDL a 5 USD/ton CO₂ reduciría el costo tan sólo en 10%, lo cual parece decepcionantemente pequeño. El reemplazo de los calentadores eléctricos convencionales, con sistemas *combi* de calentadores solares de agua, reduciría la demanda pico nacional en un 18%. Debido a que los calentadores solares de agua son más baratos que construir nueva capacidad de generación altamente mecanizada, está en el interés económico nacional el implementar esta opción menos costosa para la creación de empleos.

Irónicamente, los mejores ejemplos que se han publicado de creación de empleos mediante las energías renovables provienen del mundo desarrollado, en donde las condiciones naturales de los recursos son menos favorables. En Alemania cerca de 40 mil nuevos empleos en electricidad de fuentes renovables de energía fueron creados en tan sólo 12 años hasta el 2002, mientras que la industria nuclear, que suministra el 30% de la electricidad de ese país, sólo empleó a 38 mil personas.

Factores Nacionales e Internacionales que impulsan el aprovechamiento de las Fuentes Renovables de Energía: Fijando Objetivos Nacionales dentro de límites admisibles de daño

Alemania espera crear entre 250 mil y 350 mil nuevos empleos de energías renovables para el año 2050.

En los Estados Unidos de América, el potencial empleo de 300 mil puestos para el 2025 solamente en la industria FV, es comparable al de las industrias mayores de computadoras, como Dell Computer de Sun Microsystems.

Si el estado de Winsconsin, EUA, comprara energía de combustibles fósiles, estaría penalizando a 45 mil fuentes de trabajo locales, lo que sería un golpe duro para la economía estatal. Mediante la producción local de energías renovables, 2.5 centavos de dólar por kWh serían reinvertidos.

Con cada nuevo empleo que es creado, hay un multiplicador económico que refleja el producto derivado inducido por los trabajos creados indirectamente. Un estudio desarrollado por el Departamento de Energía de Estados Unidos reveló que la fabricación de una planta de FV de 10 MWp cerca de San Francisco, produciría un efecto multiplicador de 500%. Estos multiplicadores también traen consigo beneficios de desarrollo regional, así como ingresos por impuestos sobre la renta para fondos estatales.

Si Sudáfrica generara tan sólo el 15% del total de energía eléctrica en el año 2020 mediante el uso de tecnologías de energía renovable, crearía 36 400 empleos directos, sin quitar ningún trabajo a la industria de la electricidad basada en carbón.

Más de 1.2 millones de nuevos empleos directos e indirectos se generarían si una porción de las necesidades totales de energía de Sudáfrica, incluyendo combustibles, fueran abastecidos con tecnologías de energía renovable para el año 2020.

Resumen de trabajos directos e indirectos generados por energías renovables en el año 2020

Tecnología		Trabajos directos	Trabajos indirectos	Trabajos totales
Solar térmica	(10% de la meta)	8 288	24 864	33 152
Solar fotovoltaica	(0.5% de la meta)	2 475	7 425	9 900
Eólica	(50% de la meta)	22 400	67 200	89 600
Biomasa	(30% de la meta)	1 308	3 924	5 232
Rellenos sanitarios	(5% de la meta)	1 902	5 706	7 608
Biogás	Donde se instalan 150 mil digestores residenciales de biogás en áreas rurales	1 150	2 850	4 000
Calentadores solares de agua	Incluye la fabricación e instalación del equivalente a un calentador solar de agua de 2.8m ² en cada casa del país.	118 400	236 800	355 200
Biocombustibles	Incluye el 15% de la sustitución del etanol y el diesel	350 000	350 000	700 000
TOTAL		505 923	698 769	1 204 692

(Banks & Doublas, 2005)

Nueva infraestructura energética

Las naciones en desarrollo podrían darse cuenta pronto que tanto la generación distribuida a partir de energías renovables, como las plantas generadoras de electricidad y calor (cogeneración), crean empleos locales, son ambientalmente más benignas y no dependen de las debilidades (mantenimiento, robo, sabotaje, terrorismo, manipulación política) de un sistema central de generación con una red que se vuelve prohibitivamente cara en cuanto se lleva a áreas rurales remotas.

Factores Nacionales e Internacionales que impulsan el aprovechamiento de las Fuentes Renovables de Energía: Fijando Objetivos Nacionales dentro de límites admisibles de daño

Las pérdidas típicas en la cadena de conversión de la energía de los sistemas convencionales (de carbón a electricidad para calentar agua) son significativas: para el calentamiento de agua, tan sólo cerca del 10% de la energía original del carbón se aprovecha.

En el caso de la iluminación convencional incandescente, el porcentaje útil puede ser menor al 2%. Todo el resto es contaminación en forma de cenizas, SO_x, NO_x, CO₂ y otros gases de efecto invernadero, así como calor de desecho.

Una planta de generación distribuida puede construirse gradualmente siguiendo de cerca el perfil de la demanda. En contraste, esto es imposible de hacer con plantas convencionales de generación, las cuales se construyen en bloques grandes mucho tiempo antes de ser realmente requeridas, y están atadas a grandes inversiones. Los recursos nacionales que no se utilicen para construir capacidad de generación excedente ociosa pueden ser empleados en otros programas de desarrollo, muy necesitados.

En las zonas rurales es posible impulsar industrias secundarias mediante el desarrollo de la generación distribuida, agregando valor a los productos y creando empleos locales. Esto sucesivamente podría contener la migración rural a las ciudades y el paracaidismo urbano –ambos serios problemas sociales en las naciones en desarrollo.

Cogeneración en Mauricio

La experiencia Mauritana en la cogeneración es una historia de éxito en África. A través de un uso extensivo de cogeneración en Mauricio, la industria azucarera del país es autosuficiente en electricidad y vende energía excedente a la red nacional. En 1998 casi el 25% de la electricidad del país era generada en gran parte utilizando el bagazo, un subproducto de la industria azucarera (Deepchand, 2001). Para el año 2002, la generación de electricidad en los estados azucareros representaba el 40% (la mitad de ésta a partir del bagazo) del total de la demanda de electricidad en el país (Veragoo, 2003).

El apoyo y compromiso del gobierno ha permitido el desarrollo de un programa de cogeneración en Mauricio. El Decreto del Paquete de Acuerdo del Sector Azucarero (1985) fue promulgado para estimular la producción de bagazo para la generación de electricidad, mientras que el Decreto de Eficiencia en la Industria Azucarera (1988) proporcionó incentivos fiscales para la inversión en generación de electricidad y estimuló a pequeños sembradores a proporcionar bagazo para la generación de electricidad. Tres años después se inició el Programa de Desarrollo de Energía del Bagazo (PDEB) para la industria del azúcar. En 1994, el Gobierno Mauritano abolió el impuesto de exportación del azúcar, el cual servía como un incentivo adicional para la industria. Un año después, los controles de cambio fueron removidos y la consolidación de la industria azucarera se aceleró. Estas medidas han resultado en un crecimiento firme de la generación de electricidad a partir del bagazo en el sector eléctrico del país.

Esto ha reducido la dependencia en la importación del petróleo, aumentado la diversificación en la generación de la electricidad y mejorado la eficiencia en el sector energético en general. Empleando una gran variedad de medidas innovadoras de participación de ingresos, la industria cogeneradora ha trabajado de cerca con el Gobierno de Mauricio, asegurando un flujo de beneficios substanciales para todos los interesados clave de la economía del azúcar, incluyendo al pobre granjero azucarero minifundista. Las políticas de participación equitativa de ingresos de Mauricio pueden proveer de un modelo para proyectos modernos de energía de biomasa en curso y en diseño en África.

(Veragoo, 2003; Deepchand, 2001 en Karekezi, 2004)

Los sistemas de generación distribuida generan calor y electricidad en el punto de consumo, o cerca de éste, y son mucho más eficientes que las viejas plantas centralizadas de energía a partir de combustibles fósiles, debido a que utilizan tanto la electricidad como el calor que normalmente se desperdicia en estas últimas. También reducen dramáticamente las pérdidas de transmisión, las

Factores Nacionales e Internacionales que impulsan el aprovechamiento de las Fuentes Renovables de Energía: Fijando Objetivos Nacionales dentro de límites admisibles de daño

cuales generalmente van del 10% hasta el 50%, sin considerar las “pérdidas no técnicas” (eufemismo para el robo de energía).

Este concepto está dirigido a adaptar la tecnología moderna disponible de la generación distribuida, a las necesidades de las naciones en desarrollo, en vez de tratar de convencerlas de comprar modelos de tecnologías hechas para el mundo occidental. De esta manera, la energía renovable contribuye al desarrollo sustentable y a la democratización de la energía y del poder.

Las “Zonas de Empresas Solares” (Nicklas, 1998) integran beneficios técnicos, sociales y ambientales. Dichas zonas de empresas solares empiezan con sistemas de generación distribuida que se ligan mediante mini-redes, las cuales eventualmente son ligadas con redes nacionales o regionales, diversificando la oferta.

Objetivos Nacionales de Energías Renovables dentro de Límites Globales Admisibles de Daño

Los gobiernos responsables consideran nuestro futuro común y tienen una mano firme para darle forma.

Un signo de buen liderazgo es el don de establecer metas inspiradoras a largo plazo. Éstas determinan el marco, y retan a las mejores fuerzas nacionales para ir hacia delante.

Las metas deben ser lo suficientemente demandantes para justificar compromisos de largo plazo del potencial emprendedor de las personas, recursos y dinero de la industria y la academia. Deben ser también de una duración tal que permitan que los sistemas educacionales y burocráticos se adapten.

Parece ser que en el pasado muchas naciones en desarrollo estaban inclinadas hacia modelos de toma de decisiones centralistas en vez de descentralizados. Esto tenía la tendencia de ir de la mano de monopolios de empresas prestadoras de servicios de gobiernos centralistas que eran forzados a proveer energía eléctrica a precios no sustentables, sirviendo a conveniencias políticas.

Inevitablemente, los fines no se cumplieron y los tiempos se redujeron, llevando a apagones con grandes costos nacionales.

Resulta interesante ver que el modelo alternativo, que consistió en la privatización y liberalización radical del mercado, agarró por el cuello a muchas de las naciones en desarrollo, en donde la producción de energía, inicialmente más barata, pero con el consecuente desaliento a la frugalidad del usuario final, no fueron lo más conveniente en el largo plazo. La privatización y la liberación del mercado no son la panacea.

Factores Nacionales e Internacionales que impulsan el aprovechamiento de las Fuentes Renovables de Energía: Fijando Objetivos Nacionales dentro de límites admisibles de daño

Organizaciones internacionales con la energía en sus agendas

El Fondo Ambiental Global (Global Environmental Facility o GEF)	El GEF (mediante agencias operadoras) opera más de 100 programas para la promoción de producción y consumo de energía a partir de FRE (respaldado por el desarrollo del sector privado y algunas veces por la reforma del sector energético), principalmente con un alcance nacional. En los proyectos no se abordan asuntos tales como impuestos, subsidios o leyes comerciales a escala global.
El Sistema de la ONU	Las Comisiones Económicas Regionales de la ONU juegan un papel importante en la construcción de capacidades en sus respectivas regiones (por ejemplo: la Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa (UNECE), o la Comisión Económica y Social de las Naciones Unidas para Asia y el Pacífico (UNESCAP). Globalmente, el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) es un actor importante (involucra la Red Global de Energía para el Desarrollo Sustentable, la iniciativa del PNUD para Energía Sustentable, y la Evaluación Mundial de Energía). Muchas otras agencias especializadas de la ONU han abordado las FRE dentro de su campo de acción (por ejemplo: el Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas (DAES), la Organización Mundial de la Salud (OMS), la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) y la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). El DAES ha desarrollado proyectos de FRE en el contexto de la Agenda XXI, y ha firmado un acuerdo con el e7, fundado por compañías eléctricas globales, y dedicado a desarrollar energía rural. La Comisión de Desarrollo Sustentable (CDS) incluye a la energía como un componente mayor de su plan de trabajo para los próximos años. El recientemente establecido Consorcio Energético para la Aldea Global (GVEP) se enfoca en el acceso a servicios modernos de energía para los pobres. La ONU consideró a la energía como una de las cinco áreas clave para darle un enfoque particular ("AESAB": Agua, Energía, Salud, Agricultura y Biodiversidad) para la Cumbre Mundial de Johannesburgo sobre Desarrollo Sustentable (CMDS).
La Cumbre Mundial de Johannesburgo sobre Desarrollo Sustentable (CMDS) y su Plan de Implementación (y las consecuentes alianzas "tipo II")	El Plan de Implementación de la CMDS, aunque no es vinculante, es el instrumento internacional con referencias más extensivas a la energía renovable y la eficiencia energética producido por la comunidad mundial. Se enfoca en el desarrollo, implementación, transferencia tecnológica y rápida comercialización de FRE. Ve a la energía como un factor clave para la erradicación de la pobreza mundial y para cambiar los patrones de consumo y producción no sustentables. Un ejemplo de una iniciativa gubernamental proveniente de la CMDS es la Coalición de Energías Renovables de Johannesburgo. Más de 20 alianzas tipo II (publico-privadas) están activas en FRE, por ejemplo: el Consorcio para Energía Renovable y Eficiencia Energética (REEP). Otra organización con múltiples promotores es la Organización Internacional de Energía Sustentable (ISEO).
Organizaciones No Gubernamentales (ONG)	La comunidad de las ONG incluye desde defensores verdes (la mayor parte de las ONG ambientales tienen un programa en energía y cambio climático), a ONG que se enfocan específicamente en la energía, y a grupos de interés de consumidores. Algunos ejemplos son: la Sociedad Internacional de Energía Solar (ISES), el Consejo Mundial de Energía (WEC), el Consejo Mundial para Energías Renovables (WREC), la Asociación Mundial de Energía Eólica (WWEA), y la Red Internacional de Energía Sustentable. Algunas fundaciones de caridad también apoyan las actividades en FRE.
La comunidad de investigación	Este grupo incluye una gran variedad de actores, que realizan desde investigación fundamental en universidades hasta investigación aplicada para el desarrollo de tecnología específicamente para propósitos comerciales.
El sector privado	Comprende a compañías independientes involucradas en el suministro de energía (empresas de servicios, cada vez más trabajando en varios países) y el suministro de tecnología e investigación y desarrollo (I+D), pero también a grupos tales como asociaciones industriales (por ejemplo Eurelectric) y el Consejo Mundial de Negocios en Desarrollo Sustentable.

(A partir de Steiner et al, 2004)

Factores Nacionales e Internacionales que impulsan el aprovechamiento de las Fuentes Renovables de Energía: Fijando Objetivos Nacionales dentro de límites admisibles de daño

El contexto internacional: los límites admisibles globales de daño

Los objetivos nacionales no se establecen en el vacío, sino que se establecen con información del contexto internacional.

El Consejo Alemán Asesor en Cambio Climático (WBGU) desarrolló un reporte muy completo intitulado: “El mundo en Transición – Hacia los Sistemas Energéticos Sustentables” (2004), en el cual se introduce el innovador concepto de “Límites admisibles de daño” ligando los caminos hacia la sustentabilidad energética global. Los *límites admisibles de daño* son aquellos niveles de daño que sólo pueden ser rebasados con costos inaceptables, de tal manera que aún los ingresos de corto plazo de las empresas de servicios son incapaces de compensar tal daño. Existen seis límites socio-económicos de daño, y cinco ecológicos. Estos son fácilmente entendibles (ver el cuadro adjunto).

Los *límites admisibles globales de daño* no son metas. Representan los requerimientos mínimos que deben de ser cumplidos si el principio de sustentabilidad se mantiene firme. Una corrida de prueba con un modelo computarizado demuestra que el convertir los sistemas energéticos hacia la sustentabilidad es viable tanto técnica como económicamente. Independientemente del WBGU, Donald W. Aitken, PhD, de la *Unión de Científicos Preocupados* (2005), llega a la misma conclusión. El proceso de cambio sugerido es 10/20/50% de energía renovable primaria para los años 2010/20/50. Esto también ha sido corroborado por el *Consejo Europeo de Energía Renovable*, el cual establece que la energía renovable podría suministrar incluso el 50% de la energía global para el año 2040.

(www.erec-renewables.org)

Límites admisibles globales de daño para las políticas energéticas sustentables

Límites admisibles de daño socio-económicos

- *Acceso a energéticos avanzados para todos.*
Es esencial asegurar que todos tengan acceso a los energéticos avanzados. Esto involucra el asegurar el acceso a la electricidad, y sustituir, por combustibles modernos, el uso no sustentable de la biomasa que pone en peligro la salud.
- *Cubrir los requerimientos individuales mínimos para energéticos avanzados.*
El Consejo Mundial de Energía considera las siguientes cantidades de energía final como los requerimientos mínimos para las necesidades básicas individuales: para el año 2020 a lo más, todo mundo deberá tener al menos 550 kWh de energía por persona por año, y para el 2050 por lo menos 700 kWh. Para el año 2100 el nivel deberá alcanzar 1,000 kWh.*
- *Limitar la proporción del ingreso gastado en energía.*
Las viviendas pobres no deberían necesitar más de un décimo de su ingreso para cubrir los requerimientos elementales de energía por persona.
- *Desarrollo macroeconómico mínimo.*
Para cubrir el requerimiento macroeconómico mínimo per capita de energía (para servicios energéticos utilizados indirectamente), todos los países deberán ser capaces de desarrollar un Producto Interno Bruto per capita anual de al menos unos US \$ 3,000, en dólares de 1999.
- *Mantener los riesgos dentro de un rango normal.*
Un sistema sustentable de energía necesita construirse a partir de tecnologías cuya operación permanezca dentro del “rango normal” del riesgo ambiental. La energía nuclear no cumple este requerimiento, particularmente debido a sus intolerables riesgos de accidentes y a la carencia de una solución al manejo de los residuos radiactivos, pero también por los riesgos de proliferación nuclear y terrosismo.
- *Prevenir las enfermedades causadas por el uso de la energía.*
La contaminación intramuros del aire resultante de la quema de biomásas tradicionales, y la contaminación del aire en

Factores Nacionales e Internacionales que impulsan el aprovechamiento de las Fuentes Renovables de Energía: Fijando Objetivos Nacionales dentro de límites admisibles de daño

pueblos y ciudades resultante del uso de fuentes fósiles de energía, causa severos daños alrededor del mundo. El impacto total a la salud causado por esto no debería exceder, en todas las regiones de la OMS, el 0.5 por ciento del impacto total a la salud en cada región (medida en AVDA = años de vida de discapacidad ajustados).

Límites de daño ecológicos

- **Protección climática.**
Un exceso de 0.2° C (0.2 K) en la tasa de cambio de temperatura por década, y una media global de aumento en la temperatura de más de 2 ° C (2 K) en comparación con los niveles de la era pre-industrial, son parámetros intolerables de cambio climático global.
- **Uso sustentable.**
Entre el 10 y el 20 por ciento de la superficie global de la Tierra debería ser reservada para la conservación natural. No más del 3 por ciento debería ser utilizada para cosechas de bio-energía o secuestro terrestre de CO₂. Como cuestión de principio, los ecosistemas naturales no deberían ser convertidos en cultivos para bioenergía. En donde se desaten conflictos entre diferentes tipos de uso de suelo, la seguridad alimenticia debe ser una prioridad.
- **Protección de los ríos y su zona de captación.**
En la misma línea que en las áreas terrestres, cerca del 10 al 20% de los ecosistemas ribereños, incluyendo su zona de captación, deberían ser reservadas para la conservación natural. Esta es una razón por la cual la hidroelectricidad, después de que se hayan cumplido algunas condiciones necesarias de estructura (inversión en investigación, instituciones, construcción de capacidades, etc.) sólo puede ser expandida hasta una extensión limitada.
- **Protección de los ecosistemas marinos.**
Según el Consejo, el uso de los océanos para el secuestro de carbono no es tolerable debido a que el daño ecológico puede ser mayor, y el conocimiento acerca de las consecuencias biológicas es muy fragmentario.
- **Prevención de la contaminación atmosférica del aire.**
No son tolerables los niveles críticos de la contaminación del aire. Como un límite de daño preliminar cuantitativo, se podría determinar que en ningún lugar los niveles de contaminación deberían ser más altos de lo que son hoy en la Unión Europea, aunque la situación ahí no sea satisfactoria aún para todos los tipos de contaminantes. Un límite de daño final debería ser definido e implementado por estándares ambientales nacionales y acuerdos ambientales multilaterales.

(WBGU, 2004)

* *Comentario: Esto podría ser un valor relativamente alto para los países cálidos de Latinoamérica, si se consideran las mejoras en la eficiencia energética.*

Los hallazgos clave del estudio del WBGU son los siguientes:

- La transición sólo se logrará intensificando la transferencia de capital y tecnología de los países industrializados a los países en desarrollo. Por ejemplo, se necesita acelerar la madurez de los mercados de energía renovable (ER) y eficiencia energética (EE) en los países industrializados, mediante el incremento y redirección de los recursos de I+D, así como estrategias de demostración e implementación. Esto tiene el propósito de reducir las barreras de entrada a todos, especialmente las naciones en desarrollo.
- Es probable que la cooperación mundial y la convergencia de los estándares de vida faciliten rápidamente el desarrollo tecnológico y la diseminación.
- Es un pre-requisito ligar compromisos de reducción de CO₂.
- Se requieren políticas adicionales para la reducción de GEI por otros sectores (v. g.: NOx y NH₄ de la agricultura).

Factores Nacionales e Internacionales que impulsan el aprovechamiento de las Fuentes Renovables de Energía: Fijando Objetivos Nacionales dentro de límites admisibles de daño

- Una concentración de 450 ppm de CO₂ puede no ser suficiente para la estabilización climática, y no debería considerarse como un nivel seguro para alcanzar dicha estabilización.
- Un camino alternativo mediante el uso de combustibles fósiles y de la energía nuclear supone riesgos e impactos ambientales más altos, y es más costoso, principalmente por los costos de secuestro de CO₂.
- En un sistema con un período largo de respuesta, las próximas dos décadas ofrecen una ventana de oportunidad que se cerrará rápidamente. Postergar decisiones costará desproporcionadamente mucho más y causará más problemas sociales, políticos, económicos y ambientales. Solamente podemos suponer por cuáles daños irreversibles tendrán que responder los actuales tomadores de decisiones.
- Las tecnologías actuales más costo-efectivas, como la eólica y las biomásas, tienen que ser usadas incondicionalmente en el corto y mediano plazos.
- El uso eficiente de combustibles fósiles es parte de la transición, en particular el uso eficiente del gas natural.
- En este siglo será necesaria una cierta cantidad de secuestro de carbono en cavernas geológicas.

El camino con metas y opciones de políticas para la transformación subraya la necesidad de lo siguiente:

- Erradicar la pobreza energética y establecer un suministro global mínimo.
- Establecer una nueva política del Banco Mundial para integrar la energía en las estrategias de reducción de la pobreza, así como fortalecer a los bancos de desarrollo regionales.
- Promover el desarrollo socio-económico.
- Combinar las iniciativas reguladoras y del sector privado.
- Proteger los sistemas que soportan la vida. Esto significa la reducción de emisiones globales de CO₂ cuando menos al 30% de los niveles de 1990 para el año 2050. Para las naciones industrializadas esto supone una reducción del 80%, mientras que las emisiones de países en desarrollo y países recientemente industrializados no deben de incrementarse en más del 30%.
- Se requiere mejorar la productividad energética (relación PIB a energía primaria) cuando menos en 1.4% anual, seguido por un 1.6% para alcanzar el triple de la productividad actual para el 2050 a partir de los niveles de 1990. Esto requiere de normas internacionales para plantas de generación a partir de combustibles fósiles, y el 20% de electricidad generada a partir de energía renovable en la Unión Europea (UE) para el año 2012; el etiquetado obligatorio; la salida de subsidios a la energía no renovable y metas de energía primaria para edificios.
- Expandir substancialmente la energía renovable, del actual 12.7% a un 20% para el año 2020, y
- Retirar la energía nuclear para el año 2050, con un monitoreo más estricto de todos los sitios.

Factores Nacionales e Internacionales que impulsan el aprovechamiento de las Fuentes Renovables de Energía: Fijando Objetivos Nacionales dentro de límites admisibles de daño

Disponibilidad de tierras para alimentos y combustibles

La disponibilidad de tierras para la producción de biomasa en países en desarrollo está determinada por la demanda de tierras para la producción de alimentos. Con una población creciente, se espera que la producción y consumo de alimentos se incremente en las regiones en desarrollo (FAO, 1995). Estimaciones del Grupo de Trabajo de las Estrategias de Respuesta del Panel Intergubernamental para el Cambio Climático (IPCC) indican que el uso de tierras para la producción de alimentos en regiones en desarrollo (Asia, África y Latinoamérica) se incrementaría en un 50% para el año de 2005 (PICC, 1996). Además, también se esperaba que se incrementase la demanda de energía de biomasa con el incremento de la población. Estimaciones del Consejo Mundial de Energía (WEC) indican que para el 2100 se necesitarán cerca de 1 700 millones de hectáreas adicionales de tierra para la agricultura, mientras que cerca de 690 a 1359 millones de hectáreas adicionales de tierra serían necesarias para respaldar los requerimientos de la energía de biomasa (PNUD, 2000). Por lo tanto, el reto es que el suministro sustentable de biomasa satisfaga la demanda creciente de energía, sin retirar tierras para la producción de alimentos. Algunas de las opciones para evitar la competencia por tierra entre los alimentos y el combustible son: incrementar la producción de alimentos en tierras que actualmente son agrícolas; establecer grandes plantaciones de árboles; y usar prácticas modernas de silvicultura (IPCC, 1996).

(Sudha & Ravindranath, 1999, en Karekezi, 2004)

Organizaciones internacionales actrices en FRE

Organizaciones inter-gubernamentales cuya actividad principal está relacionada con la energía

Los ejemplos incluyen a la Agencia Internacional de Energía (IEA, afiliada a la OCDE); la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE) y la Conferencia de Estatutos y Tratado de Energía (Energy Charter Conference and Treaty). Por otro lado, estas organizaciones tienen experiencia, una base de apoyo gubernamental y, en algunos casos, la autoridad para establecer reglas vinculantes. Por otro lado, la membresía a la mayoría de estas organizaciones se limita geográficamente o de otra manera (si bien sus actividades y estudios influyen indudablemente a no miembros), y ninguna tiene a las FRE como su enfoque principal.

El grupo del Banco Mundial (incluyendo a la Corporación Internacional de Financiamiento), y los Bancos Regionales de Desarrollo

Éstos son jugadores significativos con un impacto importante en las FRE en los países en desarrollo. Ellos financian un número importante de proyectos de FRE a través del mundo, extendiéndose desde asistencia tecnológica a reformas del sector energético, algunas veces con co-financiamiento del sector privado. Un proyecto muy conocido del Banco Internacional de Reconstrucción y Desarrollo (BIRD) es ESMAP (Programa de Asistencia a la Administración del Sector Energético), el cual promueve un papel de la energía ambientalmente responsable en la reducción de la pobreza y el crecimiento de la economía.

Organizaciones Regionales

Los ejemplos incluyen a la Unión Europea (UE), la Asociación del Sudeste de las Naciones Asiáticas (ASEN), la Comunidad de Desarrollo del Sur de África (SADC), y la Cooperación Económica de Asia-Pacífico (APEC).

(Steiner et al, 2004)

Políticas para Acelerar el Aprovechamiento de los Recursos Energéticos Renovables en los Países en Desarrollo

Nuestra actual situación energética, tanto global como nacional, es el resultado de las políticas energéticas y subsidios del pasado que persisten ampliamente en nuestro presente. Los precios de los combustibles fósiles y de la energía nuclear no son el resultado de mecanismos de libre mercado, ni reflejan sus costos reales.

Los usuarios de energía que se benefician de los actuales precios bajos de la energía generalmente no cargan con los costos y las consecuencias de las externalidades y las guerras modernas.

Tales distorsiones del mercado crean barreras serias y dominantes a las renovables. Las barreras de costos adicionales recaen en un costo de capital relativamente mayor, impuestos de importación, falta de economías de escala, falta de acceso a créditos, costos especialmente altos de conexión a la red, carencia de normas, así como falta de capacitación y de conciencia.

En los países en desarrollo, la barrera del riesgo percibido por el inversionista es incluso mayor debido a incertidumbres políticas, regulatorias y de estabilidad del mercado.

Además, ciertos proyectos bien intencionados de donadores, intervenciones inconsistentes de corto plazo del gobierno, mantenimiento y tecnología pobre, y promesas irreales de acceso universal a la red, también han distorsionado los mercados para las energías renovables en muchos países en desarrollo.

Las políticas y medidas tienen que enfrentarse con estas realidades y no solamente superar las barreras, sino también proporcionar un ambiente propicio para el crecimiento sostenido de las energías renovables. Dicho ambiente propicio supone condiciones de nivel macro en el mercado nacional, de nivel medio en el mercado de energía, y de nivel micro en el mercado de energía sustentable.

Cada suprasistema fija las condiciones límite para sus subsistemas. Por ejemplo, el supramarco macroeconómico legal, político, financiero, de infraestructura, burocrático y económico, determina las condiciones límite para el subsistema del mercado nacional de energía. Por su parte, el mercado nacional de energía define las condiciones límite para su subsistema, que es el mercado de energía sustentable. Por el contrario, cada subsistema realimenta a su suprasistema con recursos, energía e información.

Se sigue que una intervención en un solo nivel de trabajo y en una sola dirección (ya sea sólo de abajo hacia arriba, o de arriba hacia abajo) está condenada al fracaso. El mundo en desarrollo continúa siendo testigo de varios fracasos de proyectos bien intencionados a nivel local dirigidos por ONG con un enfoque de abajo hacia arriba, y otros tantos programas gubernamentales de reestructuración con enfoque de arriba hacia abajo, que han sido abandonados –a menudo asesorados por intereses internacionales. Los países que se están transformando exitosamente tienen

Políticas para Acelerar el Aprovechamiento de los Recursos Energéticos Renovables en los Países en Desarrollo

políticas propicias en varios niveles. Un mercado de energía renovable sustentable prospera cuando no sólo hay un empuje a la energía renovable del lado del suministro, sino también un empuje a la demanda por parte del consumidor de energía. Sawin (2004) preparó un documento autorizado de lecciones aprendidas.

Lecciones aprendidas

Antes de discutir los detalles de las políticas, se debe notar que hay un acervo sustancial de conocimiento en energía renovable que los líderes del mundo han acumulado. Las naciones en desarrollo pueden beneficiarse de esta experiencia al ajustar este conocimiento a sus propios contextos locales.

▪ Compromiso de largo plazo, metas y consistencia

La transición hacia la energía renovable no sucede automáticamente una vez que se ha formulado una política. La experiencia muestra que se necesitaron intervenciones considerables y consistentes de todo tipo en los mercados energéticos, antes de que se evidenciaran resultados significativos en las energías renovables.

Hay varios casos de estudio en el mundo desarrollado y en desarrollo que ilustran el efecto dañino de políticas intermitentes sobre energías renovables. En Estados Unidos se ha permitido que el crédito fiscal a la producción expire varias veces, creando ciclos de bonanza y desplome. Esto generó efectos dominó de despido de trabajadores y la pérdida de memoria institucional en el sistema. Inversionistas potenciales tienden a rechazar dichas incertidumbres (Gipe, 1998).

En India, las políticas de estado conflictivas e inconsistentes, agravadas por los reglamentos del *Consejo Estatal de Electricidad*, retrasaron el desarrollo de las renovables (CSE, 2002).

En contraste, Alemania ha aprendido a desarrollar políticas más consistentes. Estas fueron retribuidas con un notable desarrollo del mercado a pesar de tener condiciones ambientales y de economía mundial menos favorables. Las políticas consistentes fomentan el crecimiento de la industria nacional y el empleo. Esto, a su vez, contribuye a la estabilidad política y la economía nacional. Las políticas consistentes son también más baratas de administrar. Ambos beneficios eventualmente atraen a los interesados en la economía nacional.

Con la globalización de la economía, los inversionistas tienen una importante elección acerca de dónde involucrarse. Ellos invariablemente invierten en donde perciben estabilidad de largo plazo y políticas gubernamentales consistentes. Para países en desarrollo, que son a menudo percibidos como políticamente poco estables, la lección importante es contrarrestar esta reputación mediante compromisos de políticas inequívocas y firmes.

▪ Buenas leyes y aplicación consistente

Las buenas intenciones no son suficientes. La efectividad de intervenciones positivas depende de si son tomadas seriamente. Si una nación en desarrollo no tiene la voluntad política y capacidad para implementarlas, entonces los mejores modelos de políticas no tendrán ningún valor. Por lo tanto, las

Políticas para Acelerar el Aprovechamiento de los Recursos Energéticos Renovables en los Países en Desarrollo

políticas de energía renovable deben de ser fáciles de conocer e implementar, de otro modo serán de más daño que de ayuda. Mientras haya un cierto grado de acuerdo en la conveniencia de las energías sustentables, los medios individuales para ir hacia delante serán muy numerosos.

▪ **Desarrollo de condiciones de mercado confiables y predecibles**

Dinamarca, Alemania, Japón, España y Brasil han demostrado que el secreto para lograr reducciones significativas y firmes en el precio de la energía renovable radica en la creación de mercados transparentes y firmes. Bajo tales condiciones las pequeñas y medianas empresas pueden permitirse entrar en este mercado. Dichas empresas proporcionan lo esencial del empleo e invierten significativamente en investigación y desarrollo. También representan los factores que impulsan la reducción en el precio de la “curva de aprendizaje nacional”, la cual puede diferir de los mercados internacionales.

▪ **Reparación de las fallas del mercado**

Los mercados de energía nunca han sido completamente abiertos o competitivos. “La liberalización del mercado nacional de energía”, como se ha propagado por algunas partes, es a menudo un modo de rematar los activos nacionales a los participantes internacionales mayores. Típicamente el resultado ha sido una baja temporal en los precios de la energía hasta que el excedente en la capacidad de generación se erosiona, mientras “los activos sudan”. Entonces, los sistemas se colapsan o amenazan con un estado de choques en los precios –sin mencionar los trabajos locales perdidos– un signo claro de falla del mercado. En esa etapa final, el gobierno tiene que intervenir para controlar el daño, a menudo en un modo de administración de la crisis.

Las políticas de apoyo a las energías renovables no sólo se justifican por sus beneficios sociales y ambientales, sino también reparan otras distorsiones de mercado que favorecían a los combustibles fósiles y a la energía nuclear en el siglo pasado.

▪ **Los sistemas más exitosos de suministro a la red eléctrica de energía renovable (en cuanto a precios)**

A la fecha, las políticas de suministro a la red eléctrica (*feed-in*) han obtenido las mejores penetraciones de mercado de la energía renovable, han producido la energía renovable más económica, establecido industrias locales, construido mercados nacionales, creado puestos de trabajo y atraído a inversionistas pequeños y grandes, así como a banqueros.

En contraste, los sistemas de cuotas han sido más volátiles, con una tendencia a los mercados de bonanza y caídas en los cuales la industria exterior respaldada por políticas firmes en sus países de origen, tienen una ventaja sobre las locales.

Los sistemas de cuotas no pueden lograr precios de energía más baratos.

▪ **Sistemas de suministro a la red eléctrica más adecuados para países en desarrollo**

Políticas para Acelerar el Aprovechamiento de los Recursos Energéticos Renovables en los Países en Desarrollo

Mientras que los sistemas de cuotas demandan procedimientos de licitación intrínsecos y no son inmunes a la corrupción, los sistemas de suministro a la red eléctrica (*feed-in*) están caracterizados por tener procedimientos simples, transparentes y económicamente más adecuados para los países en desarrollo.

Estos sistemas transparentes combaten efectivamente la reputación de la inestabilidad política y de fraudes con los que los países en desarrollo tienen que lidiar a menudo.

Mecanismos de política

Existen cinco categorías de mecanismos relevantes de políticas públicas.

1. Regulaciones que controlan el acceso y las cuotas de capacidad y generación en el mercado eléctrico
2. Intervenciones financieras e incentivos
3. Normas de la industria, permisos de planeación y reglamentos de construcción (códigos)
4. Educación y disseminación de información
5. Propiedad pública e inclusión de los interesados

Éstos serán considerados ahora con mayor detalle

1. Regulaciones que controlan el acceso y las cuotas de capacidad y generación en el mercado eléctrico

El acceso preferencial a la red es tan importante como los incentivos iniciales para la introducción de las energías renovables. Existen dos tipos generales de políticas reguladoras para el acceso a la red: una rige el precio y la otra rige las cuotas.

1.1 Tarifas de suministro a la red eléctrica o “sistema de precios”

De acuerdo con las leyes de suministro a la red eléctrica (*feed-in laws*), los operadores de la red (empresas que proporcionan el de servicio) están obligados a aceptar la electricidad generada por energías renovables y a pagar tarifas mínimas fijas (precios). Los precios están relacionados con los costos específicos de producción con fuentes renovables, que generalmente son mayores que la energía eléctrica generada a partir de combustibles fósiles.

Los precios se diferencian de acuerdo con la tecnología, el tamaño y la ubicación. Esto evita que solamente la tecnología que actualmente sea la más barata (por ejemplo, la energía eólica) sea promovida. También previene que sólo ciertas áreas (por ejemplo los cinturones de mayor radiación solar) sean desarrolladas. Finalmente, esto también fomenta el acceso equitativo a todos los inversionistas, desde la vivienda de padres solteros de bajos recursos con paneles fotovoltaicos en el techo, hasta un desarrollador de una granja eólica mar adentro de muchos megavatios de capacidad instalada.

Políticas para Acelerar el Aprovechamiento de los Recursos Energéticos Renovables en los Países en Desarrollo

Los pagos están garantizados típicamente por 20 años, disminuyen anualmente, y son ajustados cada dos años para nuevos participantes. El precio decreciente refleja la “curva de aprendizaje”, manteniendo a la industria con los pies sobre la tierra. Esto atrae a inversionistas de largo plazo y además alienta a los participantes a unirse en una etapa temprana –una consideración decisiva para el desarrollo.

Las empresas públicas de servicio también califican para los precios de suministro a la red eléctrica.

Existe un contrato estándar entre el suministrador a la red y los distribuidores de la misma, quienes entonces solamente distribuyen el costo extra entre todos los usuarios de energía nacionales.

Este sistema de precios está en uso en muchos países: se incluyen Dinamarca, Alemania, España, Austria, Portugal, Grecia, Francia, Irlanda, Corea del Sur, Brasil, la República Checa, y está en proceso de implementarse en una forma modificada en China. Por mucho, los mejores éxitos en el mercado de las energías renovables se han logrado en donde hay un sistema de precios en uso. El sistema de precios no despegó donde la duración de los contratos era muy corta: las tarifas eran poco atractivas, las condiciones del lugar eran demasiado restrictivas o los costos de conexión eran exorbitantes.

La “medición neta” (*net metering*) es una variante de lo anterior, en donde el excedente de generación renovable es alimentado a la red al precio de menudeo actual, el cual es menor que el precio de suministro a la red eléctrica de la energía renovable. En algunos casos los productores reciben el pago por cada kilowatt-hora, y en otros solamente les pagan cuando la producción iguala al consumo.

Es entendible que el sistema de medición neta, sin otros incentivos financieros, no sea suficiente para tener una penetración de mercado, y podría ser considerada como una fase de transición hacia un sistema completo de precios de suministro a la red. Japón, Tailandia, Canadá y varios estados de Estados Unidos, utilizan la medición neta. Si la demanda pico del sistema coincide con la producción máxima de los sistemas FV conectados a la red, por ejemplo, sería más atractivo basar las tarifas de la medición neta en el tiempo de uso.

1.2 Sistema de cuotas; capacidad o generación obligatorias

Esto es lo opuesto al sistema de precios. En lugar de que el gobierno establezca el precio, fija la meta y confía en que el mercado determine el precio. Un gobierno puede hacer obligatorio que una participación mínima (cuota) de capacidad o energía provenga de renovables. Este mandato puede ser impuesto a productores, distribuidores o consumidores finales.

Las cuotas pueden ser aplicadas a la electricidad conectada o no conectada a la red, así como a otras energías renovables, como los biocombustibles o la energía solar térmica. En comparación con el sistema de suministro a la red eléctrica, hay relativamente menos experiencia con las cuotas de electricidad, y ninguna en el mundo en desarrollo.

Políticas para Acelerar el Aprovechamiento de los Recursos Energéticos Renovables en los Países en Desarrollo

Existen dos variantes para la generación de electricidad: *sistemas Estándar de Portafolios Renovables (EPR)*, *obligaciones certificadas* y *sistemas de licitación*.

El sistema EPR es utilizado en 13 estados de la Unión Americana, en donde los generadores están obligados a generar una cuota de electricidad basada en energía renovable, ya sea permitiendo la elección de la tecnología al productor, o mediante la prescripción específica de participaciones tecnológicas de energía renovable. Los productores reciben “certificados verdes” (CERT), “sellos verdes”, o “créditos de energía renovable” (CRE) para la energía renovable producida. Los créditos tienen que ser verificados de manera independiente y pueden ser intercambiables o vendibles para equilibrar el déficit o exceso de obligaciones. Si un productor no cumple su obligación al final del período, tiene que pagar una penalización. Esto deja la opción al productor ya sea para producir energía verde o pagar la penalización, si este costo es menor. También puede optar por salir del negocio al final del período. Los gobiernos únicamente verán lo que sucedió al final de éste.

En el sistema de licitación los gobiernos definen las metas, así como un precio de electricidad máximo. Los licitadores presentan ofertas para estos contratos. La obligación, ya abandonada, de *No-Combustibles Fósiles* (NFFO) del Reino Unido era un sistema de este tipo. Los gobiernos pueden establecer licitantes individuales para varias tecnologías de energías renovables, si es que no desean propagar una monocultura energética. Normalmente, los licitantes se asignan a partir del más bajo hacia arriba, hasta que la cuota se cubra. El gobierno subsidia la diferencia que existe entre el licitante ganador y la referencia del mercado. Ambos sistemas, el EPR y el de licitación, son de duración más corta que el típico sistema de precios de veinte años. Los sistemas de cuota se utilizan en Japón, Reino Unido, Italia y Australia.

1.3 Discusión de los sistemas

Algunas de las discusiones acerca de los sistemas de precios y cuotas parecen ser más de una naturaleza ideológica, con protagonistas de mente capitalista que favorecen al sistema de cuota en el entendido de que el mercado es el árbitro final, mientras que los socio-ambientalmente orientados tienden hacia el sistema de precios (suministro a la red), en el entendido de que el mercado no alcanza a reconocer el bien común. Las naciones en desarrollo no pueden siempre darse el lujo de tales debates. La cuestión es más bien qué se ajusta y qué sirve en el mundo real.

1.3.1 Capacidad y generación de la energía renovable

Visto desde la perspectiva del gobierno, parece ser que los precios son determinados con esquemas tipo *feed-in*, mientras que se dice que la energía resultante es incierta. De manera contraria, con los sistemas de cuotas se dice que la incertidumbre está en los precios. Para los gobiernos de las naciones en desarrollo, los precios de energía firme son más importantes que lograr de manera precisa ciertas cuotas predeterminadas de energía renovable en una fecha predeterminada. Adicionalmente, las políticas pueden ser ajustadas si los gobiernos desean controlar el ritmo de la transformación del mercado de la energía renovable a través del sistema de precios. Con los sistemas de cuotas existe el riesgo de que

Políticas para Acelerar el Aprovechamiento de los Recursos Energéticos Renovables en los Países en Desarrollo

el ritmo de introducción de la energía renovable, determinada políticamente, no esté bien correlacionado con el estado técnico-económico de la tecnología en un país determinado.

El hecho es que los países con sistemas de precios han sobrepasado las metas nacionales. Además, los gobiernos no son los únicos participantes en el juego de la energía. Si en el mundo desarrollado se requieren inversionistas nacionales e internacionales, desarrolladores y empresarios, en el mundo en desarrollo se requieren incluso más. Estas personas permanecen en el negocio porque entienden cómo evaluar los riesgos. Los sistemas de precios son menos riesgosos para los empresarios que los sistemas de cuotas. El mundo en desarrollo tiende a tener índices pobres de riesgo, en consecuencia tiene sentido optar por un sistema que es también favorecido por desarrolladores e inversionistas. En los países desarrollados también se presenta este caso. Mientras que más de 45 países construyeron turbinas eólicas –algunas con muy buenos regímenes eólicos– durante los años 90, sólo tres de ellos con sistemas de precios (Alemania, Dinamarca y España) representaron cerca de dos tercios de las nuevas adiciones durante la década. Después de la introducción del sistema de precios en 1994, España llegó a la segunda posición en el ranking mundial en el año 2002.

De una manera notable los paneles FV no fueron tan exitosos en España. Aunque la ley de suministro a la red era similar a la Alemana, hubo grandes barreras en las conexiones de empresas de servicios a la red y una ley obstructiva que demandaba que los propietarios de equipos FV se registraran como empresas generadoras; en fin, le agregaron suficiente burocracia para bloquear el progreso. De manera similar, los costosos procedimientos de aprobación de construcciones, las reglas de espaciamiento de las turbinas y el tope en la capacidad, dificultaron el desarrollo en Francia.

1.3.2 *Innovación, industria local y beneficios acumulados*

Se ha discutido repetidamente que el sistema de precios desincentiva la innovación y la competitividad. En realidad parece ser que, una vez que las compañías logran un cierto nivel de ingreso, comienzan a invertir en I+D para aumentar su competitividad e incrementar sus ganancias, por lo tanto fomentan la innovación radical. Esto sucede sin originar un costo al gobierno, sino al contribuyente.

En el sistema de cuotas, el excedente, si es que hay alguno, tiende a acumularse para el usuario de energía, cuando el productor no tiene suficiente margen para invertir en el futuro inherente e incierto de los sistemas de cuotas y licitaciones.

Aún peor, compañías extranjeras que se han fortalecido en sistemas de precios en su casa matriz, compiten exitosamente en países extranjeros con sistemas de cuotas. Los costos de transacción y la naturaleza intermitente de los sistemas de cuotas desincentivan el establecimiento de industrias nacionales y limitan el crecimiento de empleos en el país. De las personas que trabajan en energía eólica a escala mundial, aproximadamente el 75% viven en la UE, y de ellas, cerca de la mitad habitan en Alemania.

Políticas para Acelerar el Aprovechamiento de los Recursos Energéticos Renovables en los Países en Desarrollo

1.3.3 *Equidad geográfica y de propiedad*

Bajo los sistemas de cuotas, los proyectos más baratos dominan, gravitando en las áreas geográficas donde las fuentes de energía renovable más baratas y las tecnologías de energía renovable están disponibles. También tienden hacia la tecnología momentáneamente más costo-efectiva, dejando descapitalizadas a otras futuras tecnologías potencialmente mejores.

Los sistemas EPR (Estándares de Portafolios Renovables) también favorecen a compañías intensivas en capital, las cuales pueden darse el lujo de manipular el mercado con el objetivo de eliminar a competidores menores.

Estos son serios asuntos en países en desarrollo con industrias nacientes y débiles.

El sistema de precios no tiene estas desventajas. Los Países Bajos (Holanda) empezaron un sistema de cuotas voluntario, pero pronto se dieron cuenta de la participación leonina en los contratos que fueron a parar a licitantes extranjeros y detuvieron el sistema. El hecho de que las leyes del sistema de precios disminuyen las barreras de entrada del mercado a los pequeños productores, mientras que al mismo tiempo reciben a los inversionistas grandes, es de inmenso interés para países en desarrollo que deseen atraer a inversionistas extranjeros y fomentar al mismo tiempo a la industria local más pequeña.

Las leyes del sistema de precios también realzan la participación de granjeros y comunidades locales. Esto hace que se incremente el convencimiento y la participación local, en tanto que reduce el síndrome NEMPT (*No en mi patio trasero*).

1.3.4 *Diversidad de tecnologías y diversidad de suministro*

Debido a que los sistemas de cuotas se enfocan en las tecnologías más baratas, hay muy poca o no hay diversidad en el suministro de energía. Esto implica que las curvas de aprendizaje de otras tecnologías permanecen estáticas. Esto también significa que una nación está expuesta a los caprichos climatológicos. Una sobredependencia en la energía eólica puede suponer un riesgo serio si llegara a presentarse un año con vientos muy pobres. Similarmente, una sobre-exposición a la energía hidráulica conlleva grandes riesgos, como se ha ilustrado repetidamente en un número de casos con los esquemas africanos de energía hidráulica. Esta exposición se está incrementando con los efectos del cambio climático en el mundo en desarrollo. No existe suficiente experiencia con los sistemas diversificados de cuotas como para justificar su uso en las naciones en desarrollo.

Políticas para Acelerar el Aprovechamiento de los Recursos Energéticos Renovables en los Países en Desarrollo

1.3.5 Costos, precios y competencia

En teoría, uno esperaría una falta de competencia y precios de energía más elevados con el sistema de suministro a la red (*feed-in*). Sin embargo, en la vida real las economías de escala y la mejor predicción del mercado llevó a los desarrolladores a invertir en I+D, incrementándose la competitividad y las reducciones de costos. Adicionalmente, las tarifas decrecientes de la ley de suministro a la red eléctrica, aseguran la disminución de los precios de la electricidad. Varios estudios confirman esto: Un estudio *BET* estima que el costo extra de los consumidores de electricidad alemanes atribuible a la ley de precios fue de sólo 0.11 centavos de euro por kWh en el año 2000, y se espera que sea de sólo 0.09 centavos de euro por kWh en una década, si la participación de las renovables se duplica (Lackmann, 2003).

Esto suma 8 euros anuales por vivienda (EoG, 2003). Un tercer estudio (Uh, 2003 y 2004) estima los costos adicionales en 0.25 centavos de euro por kWh en 2001. Estas son cifras que desaparecen en el ruido en los precios. Analistas del *Diario Ambiental* (2003) encuentran que las energías renovables obtenidas con los sistemas de suministro a la red eléctrica son más baratas que las producidas con sistemas de cuota o por certificados verdes. Nitsch et al (2001/02) presenta evidencias de que las iniciativas nacionales, como las leyes de suministro a la red eléctrica, reducen los precios más rápidamente a través de las curvas de aprendizaje nacionales. Esto fomenta la fabricación local, la competencia y los negocios secundarios. Asimismo, evita la necesidad de una plétora de subsidios, por ejemplo en la agricultura. Mediante la distribución de los costos entre todos los consumidores nacionales de electricidad, se lleva la ligera carga de manera equitativa.

Las rápidas reducciones de los precios de puja adscritos al sistema de cuotas (de 0.189 dólares por kWh a 0.043 dólares por kWh [Wiser et al, 2000]) deben, en parte, ser adscritos a las políticas de suministro a la red eléctrica en otros países en los cuales los costos fueron disminuidos por I+D (Moore & Ihle, 1999), y en parte porque las condiciones de la *Obligación de No-Combustibles Fósiles* (NFFO) del Reino Unido fueron mejoradas, e incluyeron períodos más largos para los proyectos (Kleiburg, 2003). Además, el uso de las licitaciones NFFO como una medida estándar puede ser engañoso debido a que muchas de las ofertas nunca se materializan, ya sea por la resistencia local o porque los licitantes encuentran a los proyectos menos atractivos en cuanto surgen más detalles.

Los sistemas de cuotas tienden a reducir la participación a un limitado número de jugadores, lo cual puede llevar a cárteles y al abuso del mercado de energía (Epey, 2000). Los sistemas a partir de cuotas no son inherentemente más baratos, ni los sistemas de precios son inherentemente más costosos (Sawin, 2004:13). En una comparación más reciente hecha por la Universidad de Cambridge (Butler y Neuhoff, 2004) en el sector energético eólico entre el sistema de cuotas del Reino Unido y el de precios de Alemania (ley de suministro a la red eléctrica de ER) - para crear una posibilidad de un mejor régimen eólico en el Reino Unido - se encontró que los precios alemanes son menores.

Políticas para Acelerar el Aprovechamiento de los Recursos Energéticos Renovables en los Países en Desarrollo

1.3.6 Seguridad financiera

Bajo el sistema de precios, la certeza de largo plazo que resulta de los precios garantizados (típicamente a 20 años) origina que las empresas inviertan en I+D en tecnología, capacitación de personal, y mantenimiento de recursos y servicios con una perspectiva de largo plazo. Esto a su vez lo hace más atractivo para los financieros. Por ejemplo, en Alemania los bancos presionaron al *Bundestag* (Parlamento alemán) para lograr una continuación de las leyes de precios en el 2000.

En contraste, el sistema de cuotas abriga incertidumbres políticas y de procedimientos. Las políticas intermitentes de energías renovables de muchos países son perjudiciales para la industria y ponen nerviosos a los potenciales inversionistas. La preparación de licitaciones agrega un elemento de riesgo y costo del que muchos potenciales desarrolladores no pueden darse el lujo (Menanteau et al, 2003). Esta es una gran preocupación en los países en desarrollo, en donde las industrias locales están subdesarrolladas y a menudo no pueden competir con los jugadores globales establecidos en un ambiente de capital intensivo. El hecho de que representantes gubernamentales en países en desarrollo son a menudo retados por procedimientos de licitación, expone a licitantes y desarrolladores locales a una incertidumbre adicional.

Los certificados pueden fluctuar significativamente con la volatilidad del mercado, la bolsa de valores o las vicisitudes de las condiciones del tiempo. Agregar precios base y tope a los certificados puede ayudar a estabilizar los precios (Meyer, 2003), pero esto significa cambiar hacia el sistema de precios. Esto también incrementa la complejidad y el costo del sistema.

En resumen, parece ser que los sistemas de precios proveen de una mayor seguridad que los sistemas de cuotas, particularmente en países en desarrollo, debido a que existe una duda mayor acerca de los mercados futuros en certificados de energía renovable (Frost, 2003). Las metas fijadas bajo el sistema de cuotas son muy dependientes de la estabilidad política, agregando al riesgo real y percibido por los inversionistas en los países en desarrollo. Con sistemas de precios el precio futuro y los plazos son conocidos.

1.3.7 Facilidad de implementación

Las leyes de precios son fáciles de administrar e implementar, y son altamente transparentes. Por razones obvias, esto es absolutamente crucial para las naciones en desarrollo. En Alemania, institutos independientes de investigación facilitaron el establecimiento de tarifas para cada tecnología de energía renovable y sus futuros decrementos a lo largo del tiempo. El gobierno sólo debió supervisar el proceso.

En el sistema de cuotas los requerimientos son mucho más demandantes. Primero, se tienen que establecer metas reales. Esto requiere de encuestas de mercado detalladas, evaluación de recursos de energía renovable, análisis de la futura demanda de energía y precios y planeación de escenarios. Las naciones en

Políticas para Acelerar el Aprovechamiento de los Recursos Energéticos Renovables en los Países en Desarrollo

desarrollo generalmente no tienen datos, experiencia, recursos ni tiempo para estos ejercicios.

El riesgo de establecer metas muy bajas para las cuotas es que las economías locales de escala no serán alcanzadas, lo cual significa que las industrias nacionales nunca llegan a la masa crítica. Los empleos se pierden y los costos para la economía nacional son consecuentes.

Si la meta es muy alta, los precios serán empujados hacia arriba dramáticamente mientras los inversionistas de largo plazo no estarán necesariamente interesados debido a que sabrán que la siguiente ronda será más baja. Establecer las metas de cuota requiere del conocimiento de los costos y de las curvas de aprendizaje de varias tecnologías para desarrollar tecnologías de energía renovable –toda una hazaña (Barry & Jaccard, 2001).

Después de esto, los gobiernos o sus agencias deben certificar a los productores, emitir certificados, monitorear el cumplimiento, instituir penalidades y actuar en casos de no cumplimiento, incluyendo una litigación concomitante. Esto apoya el argumento de que los sistemas de cuota y certificados son, por su naturaleza, más complejos, difíciles de administrar y abiertos a la manipulación –y que dichos problemas podrían ser incluso más pronunciados en países en desarrollo (Frost, 2003).

Por otro lado, los aspectos de eculización de costos en el sistema de leyes de suministro (*feed-in laws*) a la red eléctrica también han sido acusados de no ser ni transparentes ni simples (Saghir, 2003).

En resumen, los procesos de licitación son burocráticos, causan altos costos de transacción y son muy consumidores de tiempo, tanto para los desarrolladores de proyectos, como para las autoridades públicas (Wagner, 2000; Goldstein et al, 1999). Esto los hace inapropiados para naciones en desarrollo.

1.3.8 Flexibilidad

Los sistemas de precios fijan éstos para los nuevos participantes del mercado. Esto significa que los nuevos participantes tienen certidumbre acerca del precio durante la duración del contrato. Si un gobierno determina que el precio es muy alto o muy bajo, puede fácilmente ajustar el precio para nuevos participantes.

Con el sistema de cuotas no es tan fácil manipular los objetivos y los calendarios debido a que éstos se basan en decisiones tomadas con años de anticipación.

Políticas para Acelerar el Aprovechamiento de los Recursos Energéticos Renovables en los Países en Desarrollo

1.4 Resumen

Sistemas de Precios

Aspectos positivos

- *Es más exitoso en el desarrollo de mercados de energía renovable e industrias nacionales con beneficios sociales, económicos, ambientales y de seguridad.*
- *Alienta el establecimiento de participantes tanto de grande, pequeña y mediana escala.*
- *Bajos costos de transacción.*
- *Facilidad para participar.*
- *Bajo costo para el gobierno.*
- *Facilidad para financiar.*
- *Flexible a cambios en la tecnología y el mercado.*
- *Apropiado para países en desarrollo.*

Aspectos negativos

- *Las tarifas requieren de un ajuste para reflejar la curva de aprendizaje.*
- *Sólo es aplicable para la generación de electricidad a partir de fuentes renovables de energía. No es apto para aplicaciones no eléctricas.*

Sistema de Cuotas

Aspectos positivos

- *Dirigido hacia una participación bien definida en un mercado de energías renovables.*
- *Atractivo para jugadores ya establecidos en el mercado global.*
- *Aplicable a todas las energías renovables.*

Aspectos negativos

- *Alto riesgo y márgenes bajos retardan la innovación.*
- *Favorece únicamente a la tecnología más barata en el momento.*
- *Favorece a los grandes jugadores globales (las transnacionales), desfavorece a los pequeños participantes nacionales.*
- *Hace que se pierdan oportunidades para la creación de empleos y el desarrollo económico equitativo en áreas rurales y la mejora ambiental local.*
- *Se concentra en las áreas de mejores recursos, perdiéndose el acceso distribuido, y evocando el principio NEMPT (No en mi patio trasero).*
- *Tiende a ciclos intermitentes, dañando el desarrollo nacional.*
- *Las metas fijan el límite para el desarrollo de las FRE.*
- *Diseño, administración y verificación del cumplimiento complejos.*
- *Altos costos de transacción.*
- *Flexibilidad pobre en cambios de corto plazo.*
- *No es apropiado para naciones en desarrollo.*

Políticas para Acelerar el Aprovechamiento de los Recursos Energéticos Renovables en los Países en Desarrollo

2. Incentivos financieros

Los incentivos financieros son una manera en la cual los gobiernos pueden tratar las fallas del mercado energético, tratando de ese modo de nivelar el campo de juego.

Cuando se implementan en la mayoría de los países en desarrollo, estos incentivos pueden tomar la forma de créditos fiscales, reembolsos, inversión o apoyo a la producción.

2.1 Reducciones Fiscales

2.1.1 Inversión y Créditos Fiscales de Producción (CFP)

Éstos pueden cubrir, ya sea el total de los costos de instalación, o los costos de la planta únicamente. Están diseñados para fomentar la inversión en tecnologías de energía renovable.

Las reducciones en la carga del impuesto sobre la renta son sólo interesantes para aquellos con un ingreso relativamente alto –este difícilmente es el problema dominante en el mundo en desarrollo.

En los EUA (en los años 80) e India (en los 90) las deducciones fiscales de inversión ayudaron a arrancar la industria eólica, pero también llevaron a prácticas fraudulentas y al uso de diseños de baja calidad. El ciclo fiscal –y no la demanda del mercado de energía renovable– tiende a influenciar el flujo de inversiones en energías renovables. Los CFP sólo funcionaron en aquellos estados de EUA con incentivos adicionales (Sawin, 2001). Como resultado de esta experiencia ha habido un movimiento general hacia la producción de incentivos, los cuales están relacionados con el rendimiento, en vez de hacerlo con el insumo. Los incentivos relacionados con el rendimiento también tienden a asegurar un mejor desempeño y mantenimiento.

La excepción puede ser la innovación tecnológica en donde los CFP parecen apropiados.

2.1.2 Otras formas de reducciones fiscales

Las reducciones de impuestos ambientales o impuestos de carbono son un incentivo con más impacto relacionado, como lo es la depreciación acelerada. Las obligaciones fiscales de importación pueden ser reducidas para las tecnologías de energías renovables hasta que la industria doméstica esté lo suficientemente establecida, pero tiene que estar dentro de las líneas de la *Organización Mundial de Comercio*.

Políticas para Acelerar el Aprovechamiento de los Recursos Energéticos Renovables en los Países en Desarrollo

2.2 Reembolsos y pagos

Japón ha proporcionado reembolsos en el precio de la capacidad instalada con FV, en combinación con préstamos de bajo interés y educación pública. Éstos deben estar ligados a normas técnicas.

California inició pagos por producción de kWh generado. Siempre que dichos pagos sean lo suficientemente altos y garantizados por un período suficientemente largo, éstos tendrán un efecto similar al de los sistemas de precios (Sawin, 2003).

Los pagos y reembolsos son preferibles a las deducciones fiscales porque éstos se aplican a todos los niveles de ingreso. Éstos producen un crecimiento más parejo que la repentina reducción del impuesto sobre la renta o inversiones de ciclo de fin de impuesto, impulsadas por la evasión. Los reembolsos y pagos no son suficientes en sí mismos para estimular el mercado (Haas, 2002). Los reembolsos y pagos deben estar también relacionados con el desempeño.

2.3 Préstamos de bajos intereses y garantías

Se ha discutido que el financiamiento, más que la innovación tecnológica, maneja la curva de costo de la energía renovable. En Alemania, los préstamos bancarios de bajos intereses y de largo plazo son re-financiados por el Gobierno Federal (Twele, 2000).

En el mundo en desarrollo, muchas, muchas más personas pobres podrían tener acceso a las energías renovables si tuvieran acceso a préstamos razonables. Los préstamos de energía renovables son factibles si los re-pagos del préstamo mensuales son comparables al desembolso mensual para velas, parafina (queroseno) y electro-domésticos. Sin este financiamiento, solamente del dos al cinco por ciento de la población en la República Dominicana, India, Indonesia y Sudáfrica podrían tener acceso a la energía moderna, mientras que podría ser del 50% con préstamos apropiados (Eckart et al, 2003). Este es un incremento multiplicado por diez.

Dichos esquemas tienden a ser específicos para cada país y cultura. Los créditos o quitas promovidas por los compradores, normalmente no tienen control de calidad o garantías de calidad para el producto. No se deben esperar pagos en efectivo mensuales y regulares en comunidades agrícolas y pesqueras en donde el ingreso es por temporadas.

El sistema de servicio por honorarios, dirigido por concesionarios designados por el gobierno en Sudáfrica, recibió una reacción mixta por parte del gobierno.

2.4 Aplicación de subsidios y precios de la energía convencional

A mediados de los años 90, entre 250 y 300 mil millones de dólares en subsidios fueron pagados cada año a las industrias nuclear y de combustibles fósiles del mundo (PNUD, 2000). Incluso los subsidios globales actuales para energías convencionales permanecen bastante más altos que aquellos para las energías renovables (Geller, 2003). Sorpresivamente, alrededor del 80 al 90 por ciento de estos subsidios globales para las industrias de combustibles fósiles y nucleares son pagados por el mundo en desarrollo (Sawin, 2004). Esos países, que son los que menos pueden darse el lujo, de esta manera

Políticas para Acelerar el Aprovechamiento de los Recursos Energéticos Renovables en los Países en Desarrollo

mantienen sus precios de energía de modo poco realista por debajo de los verdaderos costos de producción y entrega. Ocho países en desarrollo, que representan un cuarto del uso de energía mundial, subsidian combustibles fósiles por 257 mil millones de dólares, lo cual iguala el 11% de su producción económica combinada (OCDE/IEA, 1999).

Incluso pequeños subsidios para productos de petróleo en países en desarrollo pueden mandar las señales equivocadas y dirigir a las naciones hacia los caminos de la energía no sustentable, atrapando eventualmente a los pobres. Los subsidios, si son concedidos, deben de incluir cláusulas de salida y deben preparar a los receptores para una transición a las energías renovables.

El mundo en desarrollo gasta 20 mil millones de dólares cada año en lámparas de parafina de alto riesgo, en velas y en baterías. Del diesel que se transporta a regiones remotas, de dos tercios a tres cuartos de poder energético es gastado en su transporte (Perlin, 1999). Se proyectan de 50 a 60 mil millones de dólares para subsidios de proyectos de generación en el mundo en desarrollo hasta el 2030 (*Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente –PNUMA–*, 2000). Más aún, si todos los subsidios para combustibles fósiles se detuvieran inmediatamente, la inercia de los subsidios gubernamentales en la infraestructura existente, estaría todavía predispuesta a favor de la energía nuclear y de los combustibles fósiles.

En su mayor parte, sería una mejor política el canalizar recursos hacia la eficiencia energética, la conservación de la energía y las energías renovables. En vez de tratar de encontrar nuevas fuentes de dinero para subsidiar las tecnologías establecidas, ya en vías de obsolescencia, las fuentes existentes deberían ser reasignadas a las energías renovables.

Los gobiernos de los países en desarrollo son grandes consumidores de energía a través de sus edificios, vehículos, sistemas de transporte, milicia e infraestructura ineficientes en energía. Se sigue que podrían guiar con el ejemplo.

3. Normas de la industria, permisos de planeación y reglamentos de construcción

Las naciones en desarrollo tienen razones para temer convertirse en sitios de tiraderos de tecnologías energéticas inferiores. Los estándares esenciales para promover las energías renovables son las normas tecnológicas y la certificación, las normas de localización y permisos, las normas de conexión a la red y los reglamentos de construcción.

Las normas industriales fomentan una competencia justa y construyen la confianza del inversionista. Las tecnologías nuevas, como los sistemas FV y las turbinas eólicas, demandan nuevas normas de desempeño, durabilidad, seguridad y compatibilidad con los sistemas existentes. También facilitan la exportación e importación, la cual requiere de acuerdos difundidos ampliamente, como el *Keymark Solar* de la Unión Europea para calentadores solares de agua, o los estándares ISO. Algunas culturas están menos interesadas en la normalización, alegando que esto rigidiza la innovación al ser demasiado prescriptivo. Mientras tanto, la tendencia moderna Nórdica se dirige hacia la integración del desempeño y se estima que va a satisfacer todos los estándares.

Políticas para Acelerar el Aprovechamiento de los Recursos Energéticos Renovables en los Países en Desarrollo

Mecanismos innovadores de financiamiento y sociedades para la provisión de energía

La iniciativa del PNUMA para el Desarrollo de Empresas de Energía en el África Rural (DEEAR), financiada por la Fundación de las Naciones Unidas, busca desarrollar empresas sustentables que utilicen tecnologías limpias, eficientes y de energía renovable, que cumplan con los requerimientos de energía de los pobres. El DEEAR proporciona servicios de desarrollo de empresas para empresarios en la etapa temprana del financiamiento, en forma de deuda y activos físicos para ayudar a construir negocios exitosos que suministren tecnologías y servicios de energía limpios a clientes africanos rurales.

El Fondo de Energía Renovable y Eficiencia Energética (FEREE), el cual se volvió operacional en marzo de 2002, fue lanzado por el Banco Mundial con el apoyo del Fondo Global de Medio Ambiente (GEF) y varios otros grupos de los sectores privado y público. Éste es el primer fondo global de capital privado dedicado exclusivamente a inversiones en proyectos del mercado emergente de energía renovable y eficiencia energética.

Los fondos del GEF para la Organización Grameen Shakti les permitió, en 1998, ofrecer condiciones de crédito mejoradas, incrementando el período de pago de uno a tres años para sistemas solares para viviendas. Esto tuvo un efecto significativo en la demanda entre 1997 y 1998. Grameen Shakti vendió 1 500 sistemas en el año 2000, e instaló de 2 000 a 2 500 sistemas. Grameen Shakti cree que después de tres o cuatro años de crecimiento con utilidades provechosas, será capaz de obtener financiamiento de la banca comercial. De esta manera, el uso del financiamiento del GEF para apoyar un proyecto de alto riesgo, el cual es incapaz de atraer financiamiento comercial por sí mismo, puede resultar en un crecimiento significativo y proporcionar los medios por los cuales las organizaciones pueden obtener financiamiento comercial.

La Oficina Pública-Privada de Asesoría para Infraestructura, una oficina multi-donante de asistencia técnica, se enfoca en la ayuda a países en desarrollo para mejorar la calidad de su infraestructura a través del uso de recursos del sector privado. Esto ha sido operacional ya por tres años y ha atraído el apoyo de 12 donantes, incluyendo al Departamento del Reino Unido para el Desarrollo Internacional (DPDI). La demanda actual excede a los recursos y el DPDI busca construir sobre estos éxitos.

El DPDI lanzó el Fondo Emergente de Infraestructura de África (EAIF) en enero de 2002, con un capital base inicial de 300 millones de dólares americanos, con el objeto de proporcionar financiamiento a deuda de largo plazo para la infraestructura en África sub-Sahariana. El estudio de factibilidad mostró una necesidad inmediata de 11 mil millones de dólares americanos para inversión. Existe obviamente un alcance para incrementar la base capital del EAIF y de establecer un mecanismo similar para cubrir las necesidades urgentes en los países más pobres de Asia (y posiblemente en cualquier parte).

(DPDI, 2002, en Christensen, 2004)

Las normas de localización y las evaluaciones de impacto ambiental pueden retardar el proceso de establecer tecnologías de energía renovable. Por ejemplo, todos los tipos de objeciones han sido presentadas en contra de las turbinas eólicas, algunas por motivos ulteriores y otras por preocupaciones genuinas. En un país, el *Proyecto de Demostración de Energía Eólica* del propio gobierno se retrasó no menos de cuatro años, originando un costo de alrededor de 3 millones de euros. Para evitar esfuerzos repetitivos y sin frutos, tanto de los protagonistas como de los oponentes, se han desarrollado procedimientos estándar. Tanto Dinamarca como Alemania han solicitado a las municipalidades (autoridades locales) que identifiquen sitios para energía renovable –por ejemplo para turbinas eólicas– anticipadamente, y han impuesto restricciones a su proximidad a edificios, lagos y otras áreas sensibles.

Estas políticas proactivas han sido un gran factor positivo en la reducción de incertidumbres y gastos infructuosos de tiempo y dinero. Lo opuesto sucedió en el Reino Unido. El *Código de Prácticas* desarrollado por la *Asociación Australiana Hidráulica* podría ayudar también.

Las normas de conexión a la red son necesarias por razones técnicas y de seguridad, pero también porque tanto las cargas de los consumidores como del productor de energía renovable

Políticas para Acelerar el Aprovechamiento de los Recursos Energéticos Renovables en los Países en Desarrollo

pueden variar, si se producen por fuentes intermitentes. Los sitios favorables para la energía renovable pueden no estar necesariamente ubicados en el punto de consumo. En el pasado, algunas empresas de servicios trataron de bloquear a las renovables mediante la imposición de condiciones onerosas de conexión o porteo. Algunas inventaron creativos cargos para el acceso a las líneas, incluso si no se les utilizaba. Los gobiernos, actuando en el interés global y nacional, deben establecer normas bajo las cuales los desarrolladores de energía renovable paguen únicamente los costos directos de conexión a la red, y no por la mejora de la línea requerida por la capacidad adicional. Los alimentadores a la red deben también pagar solamente por el servicio de transmisión que en realidad utilicen. Finalmente, la electricidad a partir de la energía renovable (excepto la generada a partir de biocombustibles, corriente oceánica, rocas calientes y secas geotérmicas y –potencialmente- chimeneas solares, deben tener siempre la prioridad de acceso a la red, por que no puede ser diferida. La electricidad despachable, como la producida con turbinas de gas de ciclo abierto, turbinas hidráulicas y –posiblemente– con aire comprimido, así como del almacenamiento dinámico giroscópico, puede ser fácilmente aterrizada como se requiera. Las plantas de generación convencionales a base de carbón tienen características pobres de respuesta a las fluctuaciones de la demanda. Se requiere de una buena interconexión a la red y una mejor predicción de la demanda y la oferta.

Los reglamentos de construcción de edificios deben promover la eficiencia energética y el uso de renovables, considerando el costo de ciclo de vida “de la cuna a la tumba” de todos los edificios.

Los materiales y componentes intensivos en energía deben ser usados con discriminación y reciclarse tanto como sea práctico. El uso de materiales locales, naturales y de baja energía lleva a los edificios a tener un menor contenido de energía incorporado, y debería ser fomentado por políticas, investigación, capacitación y regulación.

En los países en desarrollo más cálidos, el calentamiento de agua residencial y la preparación de alimentos son predominantes en las viviendas, mientras que la calefacción del espacio y el calentamiento de agua toman la primera posición en regiones más frías. Es una falacia común considerar que todas las áreas de bajas latitudes son cálidas. De hecho, las temperaturas promedio ocultan la realidad de que los desiertos tierra adentro son crudamente fríos de noche y las montañas altas en las latitudes entre 30° N y 30° S incluso presentan nieve.

Barcelona, España, instituyó una ordenanza en la que requiere que todos los edificios nuevos o sujetos a modificación satisfagan el 60% de su consumo de agua caliente con calentamiento solar de agua. Alternativamente, los edificios deben estar electrificados por instalaciones fotovoltaicas.

Los efectos de esta ley son dramáticos y no le origina ningún costo al fisco.

La clasificación de electrodomésticos eficientes en energía es una manera de eficientar y promover la conciencia energética. Además, esto simplifica la introducción de las energías renovables. Los edificios representan inversiones con una vida mayor que la mayoría de las plantas de generación y pueden ser generadores de energía distribuida, en vez de ser consumidores. Para este propósito es necesario tener directivas para el acceso al recurso solar.

Políticas para Acelerar el Aprovechamiento de los Recursos Energéticos Renovables en los Países en Desarrollo

Egipto

La Agencia de Energía Nueva y Renovable (AENR) fue establecida en 1998 como un cuerpo de I+D gubernamental que trabaja para el Ministerio de Electricidad. Los objetivos primarios para establecer la AENR fueron:

- Contribuir a la necesidad de Egipto de incrementar la participación de renovables en la mezcla de suministro de energía.
- Conducir varios proyectos de investigación en asuntos relacionados con tecnologías de energía renovable.
- Actuar como el punto focal de energía renovable y como agencia contra-parte para todas las organizaciones internacionales interesadas en el sector de renovables en Egipto.
- Asesorar al Ministerio de Electricidad acerca de las tecnologías de energías renovables y sus aplicaciones en el país.
- Colaborar con otras instituciones gubernamentales y no-gubernamentales en varios proyectos de investigación.

(Christensen, 2004)

El uso de la luz diurna y de lámparas compactas fluorescentes eficientes en energía vuelven el costo de la energía FV significativamente menor.

Los gobiernos están a menudo avergonzados por los asentamientos informales, los cuales son vistos como semilleros para el crimen, así como una visible evidencia de programas sociales fallidos. Sin embargo, el retirar estos asentamientos no remueve la razón para su crecimiento, la cual radica en la necesidad de la población de bajo ingreso de estar cerca de las supuestas oportunidades de trabajo. Esto les es negado por el urbanismo dogmático y pasado de moda, el cual prohíbe el uso de suelo mixto, pontificando que no se debe de vivir cerca del trabajo.

La planeación integral de los recursos optimiza el uso de largo plazo de todos ellos, sean naturales (agua, tierra, energía, desperdicios), sociales (experiencia, patentes, compromisos) o económicos (dinero, créditos). La legislación dirigida a la planeación integral de los recursos en asentamientos urbanos y la arquitectura son un bien común que se debe considerar en los ámbitos locales, municipales, provinciales, nacionales e internacionales.

La energía es utilizada en edificios para lograr ciertos niveles de servicios (iluminación, confort, etc.). Estas metas de niveles deben de ser ajustadas según el clima y la estación del año, ser reales para tareas específicas, y no estar dirigidas únicamente por la industria.

En edificios acondicionados artificialmente, el uso de ciclos económicos y controladores de velocidad del aire debe ser obligatorio. Los reglamentos nacionales de edificios deben fomentar los diseños relacionados con el desempeño, y estar dirigidos a la demanda pico y a la reducción de CO₂. Esto fomentará la innovación en materiales de aislamiento (el aislamiento al vacío tiene 10 veces la resistencia térmica del aislamiento convencional), mejores ventanas, materiales de cambio de fase, almacenamiento térmico e iluminación natural, así como iluminación artificial y dispositivos eficientes en energía. El uso obligatorio del etiquetado de eficiencia energética para edificios crea conciencia energética, reduce el consumo infructuoso y crea empleos.

Los derechos solares (acceso al Sol) deben ser legislados.

Políticas para Acelerar el Aprovechamiento de los Recursos Energéticos Renovables en los Países en Desarrollo

El uso de transporte energéticamente eficiente como el ferrocarril, los vehículos eficientes, con límites de velocidad y planeación multi-uso, debe ser regulado.

El enfoque de género lleva a la mejor eficiencia del proyecto: Caso de estudio “ Casas con sistemas solares FV en Guatemala”

La Fundación Solar, al operar un proyecto FV en Guatemala, encontró que en su mayoría los hombres participaban en las sesiones de capacitación en mantenimiento de equipo y que las mujeres que asistían, únicamente se mantenían en pie y observaban mientras sus esposos se involucraban en actividades prácticas, tales como el cambio de baterías. Como consecuencia, cuando el sistema FV necesitaba mantenimiento, como llenar las baterías, y los hombres no se encontraban en casa, las mujeres no tenían la capacidad o la confianza de tomar acción, lo cual tenía una influencia negativa en la duración de largo plazo del sistema. La Fundación Solar observó un mucho mejor cuidado general del sistema (y por ende mejor desempeño del proyecto) cuando tomaron acciones específicas para entrenar a las mujeres en el mantenimiento del sistema. Esto se lograba en casa cuando los hombres estaban fuera. Mediante este enfoque en la capacitación, la ONG creó un ambiente en el cual las mujeres no tenían miedo de cometer errores o de hacer preguntas.

(Wides, 1998, en Clancy, 2004)

India

El precio creciente del petróleo llevó al resurgimiento del interés por la energía renovable en la India. En 1981, el gobierno de la India estableció la Comisión de Fuentes Adicionales de Energía en el Departamento de Ciencias y Tecnología. En 1982 se creó un departamento independiente de Fuentes No-Convencionales de Energía, en el Ministerio de Energía. Diez años después, en 1992 un Ministerio separado fue fundado, el único país en el mundo con un Ministerio exclusivo para Fuentes de Energías No-Convencionales (MNES). El papel principal del MNES en el sector de energía renovable es:

- Promover las tecnologías de energía renovable.
- Crear un ambiente propicio para la promoción de tecnologías de energía renovable (TER).
- Crear un ambiente propicio para la comercialización de TER.
- Evaluar los energéticos renovables.
- Investigación y desarrollo.
- Demostración.
- Extensión.

(Christensen, 2004)

Políticas para Acelerar el Aprovechamiento de los Recursos Energéticos Renovables en los Países en Desarrollo

4. Educación y diseminación de información

La mera disponibilidad de recursos energéticos renovables, incentivos, tecnología, capital, experiencia y políticas gubernamentales no es suficiente si falta la conciencia de los usuarios de la energía. Alemania tiene menos radiación solar que Francia y menos recursos eólicos que el Reino Unido. Pero su aplicación de las energías renovables es mucho mayor debido a la conciencia general de la población alemana (Hua, 2002).

Algunos fracasos iniciales han creado percepciones negativas en algunos países. Esto puede ser superado mediante esfuerzos de información concertados mediante los gobiernos, ONG y la industria.

Las instituciones educativas tienen la tarea de iluminar a la nueva generación acerca del papel de la energía en el desarrollo socio-económico y el ambiente. Por ejemplo, la *Iniciativa Hindú de Construcción de Capacidades Financieras Solares* ilumina a oficiales de bancos hindúes acerca de las tecnologías solares, fomentando la inversión. Asimismo, las iniciativas de comunicación e información están vigentes.

La *Sociedad Internacional de Energía Solar* (ISES) contribuye a la diseminación del conocimiento a través de conferencias, talleres, publicaciones y cursos de verano. También mantiene redes electrónicas internacionales para la diseminación de información. Finalmente, reconoce y premia a triunfadores excepcionales que promueven la ciencia y aplicación de las energías renovables.

5. Propiedad pública, cooperativas e interesados

Muchas naciones en desarrollo tienen una tradición fuerte en la propiedad pública comunal y en iniciativas de cooperativas. Esto no parece ser la tendencia general con la generación de energía renovable en el mundo en desarrollo.

En Dinamarca y Alemania, las cooperativas juegan un papel importante como propietarios y desarrolladores de energía renovable. Incluso hay una cooperativa de mujeres llamada "*Windfang*". Los granjeros locales agrupan recursos y obtienen una cosecha adicional a partir de la energía renovable. Esto promueve ampliamente el convencimiento y el apoyo local.

En Alemania, al menos 340 mil individuos invirtieron alrededor de 12 millones de euros en proyectos de energía renovable (PREDAC, 2002/03). Middelgrunden es cofinanciado por una empresa de servicios y miles de daneses.

Una gran planta FV montada en un techo de Munich fue financiada por ciudadanos privados entusiastas (Maycock, 2003).

El convencimiento público genera orgullo público y evita la obstrucción o el vandalismo. Esto también apoya las políticas de energía renovable del gobierno cuando periódicamente están bajo la presión de intereses creados de grupos de energía menos ambientalmente amigables.

Políticas para Acelerar el Aprovechamiento de los Recursos Energéticos Renovables en los Países en Desarrollo

La participación local en proyectos solares pequeños en Nepal y las Islas Hindúes (*Sundarban* http://news.bbc.co.uk/2/hi/south_asia/3209239.stm) ha jugado un papel decisivo en evitar los robos (BBC News, 2000).

Interesados en el desarrollo energético sustentable

INTERESADO

- 1 Autoridades legislativas - representantes electos
- 2 Planificadores gubernamentales macroeconómicos y de desarrollo
- 3 Ministerio o autoridad gubernamental de energía
- 4 Cuerpos de regulación de energía
- 5 Agencias de coordinación de mercado
- 6 Ministerios - Autoridades gubernamentales no energéticas
- 7 Industria del suministro energético
- 8 Empresarios e industrias productivas
- 9 Fabricantes de equipo de energía y equipo de uso final
- 10 Instituciones de crédito
- 11 Sociedad civil - organizaciones no gubernamentales
- 12 Especialistas en energía y consultores
- 13 Academia y organizaciones de investigación
- 14 Medios de comunicación

FUNCIONES Y ACTIVIDADES

- Fijar las prioridades políticas nacionales; las metas sociales, económicas y ambientales; las condiciones del marco legal.*
- Definir las metas de desarrollo y políticas macro; políticas económicas generales; asuntos innovadores; subsidios y política comercial; metas de desarrollo sustentable y marcos de trabajo.*
- Fijar metas sectoriales; prioridades tecnológicas; funciones de desarrollo de políticas y fijación de estándares; marco legal y regulatorio; sistemas de incentivos; jurisdicción en los ámbito federal, estatal y local.*
- Tener funciones de monitoreo y supervisión; implementar el marco regulatorio; administrar incentivos y honorarios.*
- Entidades de despacho; tener funciones de coordinación operacional, interactuar con inversionistas de la industria; corredores de información.*
- Políticas de sector; asuntos innovadores; interrelación con políticas energéticas; consumidores de energía del sector público; solicitar aportaciones de energía para provisión de servicios sociales.*
- Compañías privadas y empresas de servicios públicos; administrar el suministro de energía, generación de electricidad; administración y transporte de combustibles; financiar algo de I+D.*
- Desarrollo de negocios; valor económico agregado; generación de empleos; consumidores energéticos del sector privado.*
- Suministrar equipo para la industria energética y otras industrias, incluyendo vehículos y electrodomésticos; impactar la eficiencia energética en el uso final; adaptar y diseminar la tecnología; financiar algo de I+D.*
- Opciones financieras para la generación de energía a gran y pequeña escala; provisión de capital para empresas usuarias de energía; opciones financieras para consumidores de energía residenciales.*
- Participación y concienciación del consumidor; monitoreo y supervisión; apoyo ambiental y social; consideraciones de equidad.*
- Consejo estratégico, definición de problema y análisis; desarrollo de sistemas; entrega de servicios de especialistas; análisis de opciones; compartir la información.*
- I+D, generación de conocimiento y difusión: educación formal e informal; capacitación técnica; adaptación tecnológica, aplicación e innovación.*
- Incrementar la conciencia, apoyo; compartir la información; investigación periodística, funciones de organismo de control; monitoreo, transparencia pública.*
- (Bouille & McDade, 2002 en Christensen, 2004)*

Políticas para Acelerar el Aprovechamiento de los Recursos Energéticos Renovables en los Países en Desarrollo

Conclusiones y recomendaciones

Las naciones en desarrollo desean ocupar su legítimo lugar en el concierto de las naciones. Las energías renovables jugarán un papel importante en el camino de transición hacia el desarrollo sustentable.

Para poder cumplir este papel, se indican las políticas pertinentes. Hasta la fecha, los sistemas de precios (leyes de suministro a la red eléctrica) han representado las transformaciones de mercado más rápidas y sostenidas, al tiempo que crean puestos de trabajo y disminuyen los costos mediante el avance de la tecnología, economías de escala y financiamiento costo-efectivo. Esto ha disparado las inversiones privadas y por ende aligerando la carga del gobierno.

Los sistemas de cuotas no han sido tan efectivos, y más bien han mostrado una tendencia a generar mercados intermitentes. No hay una compatibilidad entre los dos sistemas.

Se requieren combinaciones complementarias de políticas alineadas. La reducción de riesgos reales y los percibidos es una componente crucial.

No todos los estereotipos de las naciones en desarrollo son necesariamente correctos. Por ejemplo, no se puede suponer que todas las naciones en desarrollo se esfuerzan inherentemente hacia el sistema actual de valores occidentales. Tampoco puede ser supuesto que la provisión de electricidad automáticamente lleva al desarrollo. Además, existe una confusión ampliamente difundida acerca de la energía y la electricidad, las cuales se consideran como sinónimos. Esta confusión ha sido profundizada por expectativas creadas con promesas políticas populistas como el eslogan: “electricidad para todos”.

En un país en desarrollo con una población rural, pobre, numerosa y altamente dispersa, el eslogan político de “electricidad para todos” es entendido como “electricidad de la red para todos”. Sin embargo, la realidad del costo de la extensión de la red, el consumo de baja productividad y los niveles de bajo ingreso tienden a convertir esta promesa en algo que no se puede cumplir. Crear expectativas que no pueden ser llenadas es un juego peligroso. Las comunidades rurales que esperan “electricidad de la red existente” tienden a rechazar sistemas solares para viviendas como una opción “inferior”. Ellos no ven que dichos sistemas sean utilizados por el sector de la población pudiente y además no pueden proporcionar los servicios energéticos de calefacción. Si la extensión a la red repentinamente aparece en áreas que habían sido recientemente provistas con sistemas solares para vivienda, después de extensas deliberaciones, la credibilidad de las autoridades y sus políticas se vuelven cuestionables.

En países en desarrollo, la prioridad en la electrificación debería ser para usos productivos (industria, negocios), salud (clínicas, hospitales), educación (escuelas, capacitación), con la parte social, de entretenimiento y residencial tentativamente al final.

Personas del mundo desarrollado y en desarrollo requieren de servicios energéticos como calefacción, enfriamiento, iluminación, y/o movimiento de objetos. El servicio de energía para calefacción puede ser proporcionado por el Sol, una fogata o con calefacción eléctrica. De éstos, la electricidad es la forma más solicitada y la más cara. Por lo tanto, tiene más sentido el utilizar otras formas limpias de energía como la solar y los biocombustibles limpios para los servicios energéticos de calefacción de edificios, agua y alimentos.

Políticas para Acelerar el Aprovechamiento de los Recursos Energéticos Renovables en los Países en Desarrollo

Los dos apoyos del exterior más grandes para los programas de electrificación rural han sido el Banco Mundial (BM) y la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID). Durante los años 70 y los 80 estas dos agencias prestaron o concedieron a fondo perdido 1.9 mil millones de dólares americanos para 40 proyectos de electrificación rural en veinte países, representando un 60 por ciento de los gastos actuales de 11.5 mil millones de dólares americanos por estos proyectos. Debido a dudas persistentes acerca de su solidez económica, las dos agencias realizaron una revisión minuciosa de estos proyectos a principios de los años 90. Mientras que el fundamento para esta evaluación y los hallazgos detallados han sido publicados en otros documentos, un número de lecciones útiles han sido esbozados en este estudio:

Desafortunadamente, resultó que en la mayoría de los casos, las proyecciones diversas de los resultados benéficos fueron demasiado optimistas y, además, a menudo basados en metodologías defectuosas. Como resultado, incluso los beneficios netos más modestos identificados después del evento, al ser comparados con las expectativas y pronósticos, fueron sujetos de duda y, en varios casos importantes, fuertemente negativos.

Al tomar en consideración las experiencias del pasado, así como las del presente, tales como el masivo y multimillonario Programa para Electrificación de Viviendas de Sudáfrica, es claro que la electrificación mediante la expansión de la red en áreas rurales de baja densidad, enfrenta severas dificultades y económicamente no puede ser soportada. Esto es así debido a que el consumo de estos usuarios está limitado al espectro de valor elevado de los usos eléctricos, lo cual por sí mismo no puede justificar el alto costo de las conexiones a la red. Como ha mostrado el estudio longitudinal de cinco años del Programa de Electrificación de Eskom, "El electrodoméstico más frecuentemente comprado es un equipo de televisión y entretenimiento, como un aparato de alta fidelidad o una radio-grabadora, mientras que el cambio a electrodomésticos eléctricos para cocinar es muy lento". Sin embargo, estos usos de la electricidad pueden ser cubiertos confortablemente mediante sistemas solares aislados para viviendas de bajo costo. Estos no requieren del suministro de electricidad de la red.

Estos hallazgos son de fundamental importancia en la planeación de estrategias para la electrificación de regiones de bajos ingresos, baja densidad, o rurales, en el mundo. En lugar de proceder con estrategias costosas y, en muchos casos, de extensiones no económicas de la red, las instalaciones individuales en viviendas de las familias que estén interesadas en obtener los beneficios de la electrificación y sean capaces financieramente, parecen ser mucho más sólidas y mucho más sustentables.

Dada esta conclusión, se deben resaltar cuatro asuntos:

- El suministro debe tener prioridad* para aquellas familias y viviendas que aprecien el valor de los servicios proporcionados y que estén dispuestas a pagar por ellos de acuerdo con su propio ingreso discrecional. Esto sugiere selectividad, en vez de una cobertura total del área.

- Para identificar selectivamente a esos usuarios potenciales, se requiere cierta forma de "sacrificio" como una expresión de interés de su parte, por ejemplo un pago al contado significativo previo a la instalación, para indicar la buena voluntad de pagar en el futuro por los servicios proporcionados. Este principio se mantiene sin importar la cuestión de si la instalación es o no subsidiada parcialmente por el gobierno, agencias de apoyo donantes, fundaciones de desarrollo, o por otros usuarios eléctricos (a través de subsidios cruzados de empresas de servicios, por ejemplo).

- En donde las ventas a crédito de equipos (o arreglos de arrendamiento) sean parte del programa de electrificación fuera de la red, se deben encontrar los medios para proteger al proveedor del incumplimiento en el pago. Se tienen esperanzas en que el reciente desarrollo tecnológico francés y sudafricano de equipo de medición dependiente del tiempo y dispositivos con microchips antirobo ayuden a lograr este objetivo.

- Las necesidades de energía calorífica (por ejemplo para enfriamiento y/o refrigeración), deben ser cumplidas a partir de otras fuentes. El desarrollo sistemático de las redes de distribución de queroseno o gas LP (incluyendo ventas a crédito de los electrodomésticos respectivos), preferentemente en conjunción con un programa sistemático de FV, debería ser capaz de satisfacer estas necesidades.

Una vez que los principios de desarrollo citados arriba son tomados en consideración, varios enfoques y direcciones de políticas específicas se vuelven claros:

Limitar la expansión del sistema por cableado a aquellas áreas (en urbanización o altamente urbanizadas) en donde el ingreso corriente y el crecimiento del ingreso de la población esperado, prometan cubrir como mínimo los costos de operación del sistema, con un fuerte indicio de que dentro de la esperanza de vida de la red instalada y del equipo de conexión a las casas, la demanda promedio y la utilidad crecerán lo suficiente como para cubrir también los gastos iniciales de capital.

- Para todas las regiones, desarrollar sistemas de empresas de servicios fuera de la red que estén basados en el uso de equipos FV (tanto estaciones locales de carga de baterías, así como unidades FV aisladas para viviendas, han demostrado economías favorables en las aplicaciones seleccionadas). Donde estén garantizados, y la demanda local concentrada sea lo suficientemente alta, los pequeños sistemas conectados a la red basados en FV, eólicas, biomasa, mini-hidroeléctricas o unidades híbridas, pueden ofrecer soluciones costo-efectivas.

- Para incrementar la penetración del mercado, se deben desarrollar sistemas de crédito (incluyendo arreglos de arrendamiento extendido) que permitan a los propietarios de las viviendas participar en el programa. Estos sistemas de crédito (menos la contribución del subsidio público, si es que hay alguno) deben basarse en una evaluación rigurosa de la voluntad y capacidad de pagar de cada uno de los usuarios prospecto. Esto requiere de encuestas socio-económicas de pre-electrificación. Esto también significa que una cobertura completa del área de todas las viviendas debe ser rechazado como un objetivo de programas de electrificación fuera de la red. Si no se sigue este principio selectivo, la probabilidad de tener varios clientes no pagadores es muy elevada, lo cual incrementaría los costos promedio del sistema a niveles no sustentables. El riesgo del no pago es independiente de cualquier sistema de protección contra robos, o del equipo de medición en tiempo real, y debe de ser integrado en el financiamiento crediticio del equipo.

- Se debe encontrar un balance por entre el tamaño del pago inicial de contado, el tipo y tiempo del pago periódico (el cual puede estar relacionado con el ingreso – por ejemplo, después de la cosecha en zonas agrícolas, pero no en forma mensual) y la duración del crédito. El objetivo debe ser captar, en una región dada, tantas viviendas como sean posibles en donde estén dispuestos y sean capaces de pagar, con el objetivo de reducir los costos del servicio posterior y del mantenimiento.

- En donde sea posible, los desarrollos fotovoltaicos deben ser combinados con programas de equipos de cocina para la vivienda (gas LP o queroseno principalmente) para proporcionar calor para cocinar, bajo las mismas condiciones de crédito que aplican al equipo FV. Esto podría proporcionar una fuente secundaria de ingresos para el servicio posterior, el mantenimiento y el suministro de infraestructura, que es esencial para que el programa sobreviva.

(Schramm en Holm & Berger, 1998)

*Esta sensata recomendación puede ser inaceptable para aquellos políticos populistas a los cuales les gusta hacer promesas de campaña como: "electricidad para todos", mientras saben bien que ésta es una promesa que no podrán cumplir.

Políticas para Acelerar el Aprovechamiento de los Recursos Energéticos Renovables en los Países en Desarrollo

La electricidad por sí misma no proporciona nuevos recursos de ingreso. Como se ha mostrado repetidamente, la electricidad sigue, en vez de guiar y conducir, al desarrollo económico (Schramm, 1998). Mientras que la vida sin un acceso fácil a la electricidad parece impensable hoy, reconocemos que la civilización actual es un período corto en el curso de la raza humana de alrededor un millón de años. Los grandes logros del pasado de China, América y el Mediterráneo, incluyendo África del Norte, no puede ser adscrito al uso de la electricidad.

Esto es cierto: el mundo en desarrollo no puede seguir el camino energético de EUA, aún si lo quisiera. Simplemente no existen suficientes recursos fósiles, ni el mundo puede absorber tal impacto ambiental. Esta perspicacia, combinada con el hecho de que la infraestructura de energía en los países en desarrollo está actualmente subdesarrollada, dio origen al concepto de “salto tecnológico” (*technology leapfrogging*). Éste ha sido demostrado exitosamente por la telefonía celular moderna, la cual no requiere de una gran inversión en las líneas terrestres ya pasadas de moda.

Una vez que son conocidos los recursos potenciales y las necesidades, que se tiene suficiente conciencia de los interesados y el apoyo político, las recomendaciones de políticas de prioridad para las naciones en desarrollo son:

- 1. Establecer metas de energía renovable y marcos regulatorios transparentes, consistentes y de largo plazo**, preferentemente con un sistema de precios (ley de suministro a la red eléctrica), creando un ambiente amigable para el inversionista. Esto podría iniciarse con la medición neta. Se requiere internalizar las externalidades en el sistema de precios. Y hay que fijar metas, no techos.

1.1 La oportunidad del Protocolo de Kyoto

A pesar de que el *Protocolo de Kyoto* puede ser criticado de muchas maneras, éste ofrece una oportunidad para las naciones en desarrollo.

- Acceder a (firmar) el Protocolo de Kyoto.
- Establecer una Autoridad Nacional Designada con personal dedicado y bien entrenado, y con ligas poderosas a los Ministerios de energía y ambiente.
- Establecer la Línea Base de Emisión de Carbono y difundirla entre los interesados.
- Establecer el Criterio Nacional de Desarrollo, evitando el oportunismo político, y diseminarlo entre los interesados.
- Fomentar el desarrollo de programas, en lugar del desarrollo de proyectos.
- Reducir los muy altos costos de transacción mediante la facilitación y apoyo a las ONG y consultorías, y mediante el fomento a la competencia.
- Considerar cuidadosamente las “adicionalidades” y monitorearlas de cerca.
- Publicitar ampliamente los resultados.
- La ventana de oportunidad de los importantes emisores de CO₂ como China, India y Sudáfrica podría terminarse para el año 2012. Hay que aprovechar ahora.

1.2 El Libro Blanco de Energía Renovable y Eficiencia Energética

Políticas para Acelerar el Aprovechamiento de los Recursos Energéticos Renovables en los Países en Desarrollo

Un **Libro Blanco Nacional** demuestra las intenciones del gobierno. Es un documento importante para otros Ministerios (Secretarías de Estado) así como para los jugadores nacionales e internacionales.

- Proporcionar la motivación para el Libro Blanco, por ejemplo:
 - a) El desarrollo social sustentable
 - Reducción de la pobreza a través de la creación de empleos locales
 - Asuntos de género
 - Asuntos de salud
 - b) El desarrollo económico sustentable
 - Diversidad en el suministro energético
 - Reducción de la volatilidad de los precios de los energéticos importados
 - Seguridad en el suministro local
 - Crecimiento de la industria nacional, exportación y experiencia
 - Competitividad internacional
 - Riesgos reducidos de conflictos armados y terrorismo
 - c) El desarrollo ambiental sustentable
 - Protección de los bienes de turismo
 - Mejoramiento de la salud (enfermedades, contaminación del aire)
 - Protección de los recursos hídricos y la agricultura
 - Contribución a la estabilización del clima global
- Fijar metas, no techos, de energía renovable, por ejemplo:

Año	Meta mínima de energía renovable	Energía final mínima per cápita
2010	10%	100 kWh/año
2020	20%	500 kWh/año
2050	50%	700 kWh/año

- Fijar metas y fechas para mejorar la productividad nacional de energía (reduciendo la intensidad energética nacional).
- Fijar metas y fechas para la introducción ordenada de un impuesto ambiental de ingreso neutral.
- Fijar metas y fechas para la salida de los combustibles fósiles y las plantas nucleares y, si existiese alguna.
- Establecer políticas de precios (ley de suministro a la red eléctrica) para la energía renovable conectada a la red, incluyendo reducciones futuras de precios.
- Establecer créditos fiscales (no de inversión) con reducciones futuras.
- Establecer descuentos fiscales o reembolsos por la producción de energía renovable ligados a normas técnicas.

Políticas para Acelerar el Aprovechamiento de los Recursos Energéticos Renovables en los Países en Desarrollo

- Facilitar y/o proporcionar préstamos con intereses bajos de largo plazo con refinanciamiento del gobierno para tecnologías de energías renovables, ligados a normas.
- “Nivelar el campo de juego” del subsidio para los combustibles fósiles o nucleares y las renovables conectadas y no conectadas a la red, mediante la redirección de fondos para la energía renovable.
- Establecer normas técnicas, en armonía con las normas de energía renovable de la UE y de la ISO.
- Obligar a las municipalidades y autoridades locales a que identifiquen sitios de energía renovable y que ejecuten estudios de alcance de impacto ambiental.
- Establecer reglamentos de eficiencia energética y energía renovables para edificios adaptados a los climas locales.
- Determinar las tarifas de los consultores profesionales con base en las reducciones de CO₂ que logren, y no en el costo de las instalaciones mecánicas que recomienden.
- Establecer políticas para todos los niveles de gobierno para guiar con el ejemplo en los programas de adquisiciones de gobierno, basándose en el uso de la energía durante ciclos de vida.
- Comprometerse con una estrategia de energía renovable y eficiencia energética, priorizando las condiciones locales. No tratar de introducir las tecnologías de energía renovable en áreas rurales remotas, antes de que hayan sido ampliamente probadas, promovidas, aceptadas y establecidas en áreas conectadas a la red.

1.3 Publicitar ampliamente, y elaborar mediante talleres el borrador del Libro Blanco, para lograr el convencimiento y el compromiso de todos los interesados nacionales, y llamar la atención de donantes, inversionistas y desarrolladores internacionales.

Antes de la electrificación rural mediante una red, se esperaba que pasara lo siguiente:

- *Que actuara como catalizador para el desarrollo agrícola, industrial y comercial de las áreas rurales, incluyendo electricidad para bombeo para irrigación;*
- *Reemplazara recursos energéticos más costosos y cualitativamente inferiores, tales como el queroseno para iluminación, diesel para motores, bombas de riego y generadores;*
- *Mejorara la calidad de vida de los pobres en las comunidades rurales;*
- *Frenara la migración de las áreas rurales a las urbanas; y*
- *Enfrentara los prejuicios urbano – rurales.*

(Schramm, 1998)

Políticas para Acelerar el Aprovechamiento de los Recursos Energéticos Renovables en los Países en Desarrollo

Después de la electrificación rural, resultó que:

- *La electrificación en sí misma no habría sido un catalizador para el desarrollo económico. De hecho, lo que podría deducirse a partir de una comparación entre los esquemas de electrificación rural más exitosos con los menos exitosos, es que la electrificación debería seguir, en vez de tratar de dirigir, el desarrollo económico regional.*
- *El impacto de la electrificación en el crecimiento agrícola fue a menudo sobreestimado como lo fue, por ejemplo, en Tailandia, Indonesia, India y Bolivia.*
- *Existía poca evidencia de que la electricidad en sí trajera como resultado nuevas actividades agro-industriales, comerciales o industriales de pequeña escala.*
- *Comparada con otras opciones, la provisión de electricidad de la red fue, por mucho, la forma de suministro energético más costosa para áreas rurales de baja densidad y baja demanda. Si sus costos reales se hubiesen cobrado a los usuarios, no habría estado al alcance de la mayoría de ellos, a menos que ya tuviesen por sí mismos una base de ingreso creciente y razonable.*
- *La electrificación rural en general no contribuyó al combate a la pobreza. Benefició principalmente a los grupos de ingresos más altos.*
- *La electricidad reemplazó fuentes de energía más costosas en algunos casos, sin embargo, esto sólo fue así porque en casi todos los casos la electricidad fue subsidiada fuertemente, mientras que las alternativas en general, no lo fueron. Un resultado de este subsidio fue que el crecimiento de la demanda observado fue más rápido de lo que hubiera sido de otra manera, haciendo que los proyectos de electrificación rural parecieran, en términos físicos (v. gr. por el número de conexiones hechas), más exitosos de lo que habrían sido sin los subsidios.*
- *Los grandes subsidios para la electrificación rural impusieron una pesada carga financiera a las empresas de servicios (o a sus otros clientes a través de subsidios cruzados) incluso en aquellos casos en que los proyectos eran justificados económicamente. Las tarifas de electrificación rural rara vez cubrieron más del 15 al 30 por ciento de los costos estimados del suministro.*
- *Los costos reales de la electricidad suministrada a través de proyectos de electrificación rural fueron muy altos, promediando los 20 centavos de dólar americano por kWh; además, en la mayoría de los casos, estos costos fueron todavía subestimados porque los factores de baja carga de la electrificación rural, las grandes pérdidas de distribución y la carga adicional impuesta durante los períodos pico, como por ejemplo, los sistemas constreñidos de suministro como en India y Pakistán, contribuyeron fuertemente al racionamiento de la energía y a la ocurrencia de apagones. Los costos por apagones para otros usuarios estuvieron cerca de 1 dólar americano por kWh o más, en algunos casos.*
- *La electrificación rural mejoró la calidad de vida percibida para aquellos que pudieron darse el lujo de ser electrificados.*
- *No hubo impacto de la electrificación rural en la contención de la migración desde el campo hacia las zonas urbanas; es más, lo opuesto bien podría ser cierto, principalmente porque el creciente acceso a la información llevó al conocimiento de que había mejores oportunidades en éstas.*
- *La electrificación rural no contribuyó a la conservación de leña porque la electricidad raramente fue utilizada para cocinar para calefacción; en los casos que lo fue (por unas pocas viviendas de ingreso más alto) su uso probablemente podría haber sido sustancialmente reducido si las tarifas hubiesen sido ajustadas para cubrir los costos actuales del suministro de electricidad.*

De esto se concluye que una disgregación de energía rural en sus sub-componentes podría haber mostrado que una mezcla de otras opciones de suministro (incluyendo una pequeña y adecuada cantidad de electricidad de fuentes descentralizadas para usos limitados y muy específicos) podría haber sido mucho más costo- efectiva que la red para la electrificación rural, en regiones con escasa población y en una etapa de tan precario desarrollo económico.

(Schramm, 1998)

- 2. Instituir mecanismos financieros de apoyo** a través de pagos por producción, en vez de créditos fiscales para inversiones. Instituir préstamos de bajos intereses y de largo plazo, en

Políticas para Acelerar el Aprovechamiento de los Recursos Energéticos Renovables en los Países en Desarrollo

vez de créditos fiscales de inversión. Fijar reembolsos a las unidades de producción, no a los porcentajes de costo. Todos los subsidios deben estar ligados a normas y reducciones o salidas graduales. Introducir impuestos ambientales neutrales al ingreso, de acuerdo con un plan de largo plazo y adherirse a éste.

- 3. Establecer, mantener e implementar normas** para tecnologías, ubicación de sitios, edificios y conexiones a la red. Guiar con el ejemplo.
- 4. Apoyar la investigación, el desarrollo y la demostración de los sistemas para aprovechar las fuentes renovables**, así como la educación y la diseminación. Reconocer los fracasos y aprender de ellos. Crear centros de excelencia.
- 5. Fomentar la propiedad, participación pública y orgullo de los interesados** en el proceso y los productos.

Estrategia de implementación

La transición de la política a la estrategia no siempre está claramente diferenciada. Muchas acciones pueden ser desarrolladas en paralelo:

- Lanzar campañas de concienciación dirigidas a tomadores de decisiones.
- Conducir un estudio de línea base para establecer el uso de la energía y utilizarlo como punto de referencia y comparación con las mejores prácticas.
- Involucrar a los interesados arraigados y a las potenciales cooperativas de energía renovable. Su convencimiento es crucial.
- Incluir a los interesados regionales de países vecinos.
- Desarrollar un Plan Nacional Integral de Energía de Largo Plazo dentro del Plan Nacional de Recursos Integrales, tendiendo el cuidado de no confundir los requerimientos de servicios energéticos con los portadores de energía o las tecnologías energéticas.
- Priorizar la concienciación energética, las medidas de conservación de energía y la eficiencia energética. Éstas son más costo-efectivas que proporcionar nueva capacidad de generación.
- Implementar el etiquetado para los sistemas consumidores de energía y las edificaciones mediante el uso de sellos internacionalmente establecidos y métodos de campaña probados.
- Integrar la electrificación conectada a la red con estrategias de energización rural, introduciendo rápidamente a las energías renovables a través de una ley de suministro a la red eléctrica. Esto establece a las renovables en un sector del mercado en el que el público puede darse la posibilidad de emplearlas y estar más abierto a la innovación. Por asociación, las tecnologías de energía renovable se vuelven símbolos de estatus. Las instalaciones conectadas a la red requieren de poco respaldo y son de fácil alcance para los instaladores y para reparaciones y mantenimiento. La capacidad, los estándares y la confiabilidad de la industria se construyen más fácilmente y con más sustentabilidad.
- Identificar áreas para la extensión de la red y publicitarlas, empleando mapas de Sistemas de Información Geográfica (SIG).

Políticas para Acelerar el Aprovechamiento de los Recursos Energéticos Renovables en los Países en Desarrollo

- Tan pronto como se haya establecido una capacidad suficientemente confiable a través de renovables conectadas a la red, iniciar la energización rural extensiva en zonas concentradas para empresas solares.
- Establecer e insistir en normas adecuadas para tecnologías y códigos de prácticas en edificios, electrodomésticos y otros equipos.
- Integrar la educación y la investigación.
- Implementar incentivos financieros.
- Establecer empresas conjuntas (joint ventures).
- En áreas rurales, enfocarse en los servicios de energía para la generación de ingresos, mejora de la salud y la educación. Extender mini-redes a partir de talleres, clínicas y escuelas, que sean atendidos por personal residente dedicado. Inicialmente utilizar el modelo selectivo de propiedad para casas, asistido por subsidios iguales a los de la conexión a la red, más los incentivos financieros listados en la sección de “prioridades de políticas”.
- Una vez que el mercado de propietarios haya sido saturado, considerar el modelo de “pago por servicio” para servicios de energía.
- Mapas de medición y de SIG.
- Identificar a consumidores potenciales.
- Evaluar el potencial de las fuentes renovables de energía:
 - Mapas eólicos y de mareas
 - Mapas hidráulicos
 - Mapas solares
 - Mapas geotérmicos
 - Mapas de biogás
 - a) Rellenos sanitarios
 - b) Biogás de digestores de metano
 - c) Biogás natural
 - Biocombustibles, bosques, agricultura, turba y desechos
- Designar a evaluadores independientes y realimentar regularmente en intervalos acordados a los desarrolladores de políticas. Admitir errores y reconocer éxitos.
- Promover la producción local.

La necesidad de Investigación, Desarrollo y Demostración

La Investigación, el Desarrollo y la Demostración (I+D+D) son los cimientos para el progreso y el cambio hacia los sistemas de energía sustentables que erradican la pobreza energética en los países en desarrollo, protegen los sistemas globales que soportan la vida y reducen el riesgo de conflictos geopolíticos por los recursos energéticos fósiles.

Los países con las iniciativas más visionarias de I+D+D serán los futuros líderes tecnológicos. Motivada por la crisis del petróleo de 1973, la *Unión Europea* vio a la energía como una alta prioridad y dedicó el bloque de inversión más grande de entre los marcos de trabajo quinquenales para la investigación en energía. El presupuesto de investigación en energía de 23 países miembros de la *Agencia Internacional de Energía* alcanzó un máximo de 13 mil millones de dólares americanos en 1980, y después de dicha fecha se redujo a solamente 38.5% de su valor más alto. Cerca del 70% de este presupuesto se gastó en investigación de fisión y fusión nuclear, representando un subsidio enorme para esas industrias, lo cual no tiene ninguna relación con su producción. Extrañamente, cuando se enfrentaron con una **CRISIS PETROLÍFERA EN EL TRANSPORTE**, se enfocaron en la **ELECTRICIDAD NUCLEAR**. Además, el presupuesto asignado a los combustibles fósiles ha sido consistentemente cerca del doble que el presupuesto para energía renovable, ilustrando la influencia de la afianzada presión de la industria de la Unión Europea, en donde se dice que es elevada la conciencia ambiental y que ésta está en crecimiento. Sólo el 10% del presupuesto se destinó a las renovables y la eficiencia energética. A la vista de la importancia estratégica de las energías renovables, esto es desconcertante.

El presupuesto desagregado para las renovables también muestra un máximo en 1980, cayendo hasta el 30% en 1998, con la relativa participación de la biomasa y el crecimiento fotovoltaico. Es entendible que hubo un fuerte llamado en la *Conferencia de Energías Renovables de 2004*, celebrada en Bonn, para que el presupuesto para I+D se incrementara en al menos una orden de magnitud.

Algunas naciones de la UE invierten en la mayor parte de la I+D que se realiza en energía renovable. La información acerca de las actividades de I+D en los países en desarrollo es bastante limitada. Parece ser que países como China, India, Brasil, Sudáfrica, Egipto y algunos otros sí tienen programas individuales de energía. Sin embargo, no se pudo encontrar ninguna evidencia de programas multinacionales de investigación concertados por el mundo en desarrollo que reflejen la importancia estratégica de las renovables en éstos.

Muchas naciones en desarrollo no están actualmente en el camino hacia una energía sustentable, y están enfrentando crecientes presiones energéticas y ambientales causadas por el incremento en las demandas de energía.

Luther (2004) ha presentado una visión general actualizada de los retos a la I+D+D: debido a que las curvas del precio de la experiencia, o "curvas de aprendizaje", de las tecnologías de energía renovable

La Necesidad de Investigación, Desarrollo y Demostración

son también impulsadas por la I+D, es imperativo dirigir fondos concertados hacia estas iniciativas de investigación.

Se deben seguir dos enfoques principales:

- Las nuevas tecnologías para el mundo en desarrollo, como el gas biogénico embotellado como un portador descentralizado de energía sustentable, las casas y edificios eficientes de bajo costo, los esquemas adicionales de almacenamiento para energía de alta calidad, y la transferencia de tecnología.
- Las reducciones significativas de los costos de las tecnologías de energía renovable existentes: con mayores eficiencias, períodos de vida más largos, menor mantenimiento, e impacto ambiental reducido. Este trabajo de I+D+D tiene que ser dirigido y sincronizado con los mercados, debido a que existe un retraso de tiempo considerable entre el laboratorio y el mercado. Se requiere de investigación y desarrollo en aspectos tecnológicos y no tecnológicos.

Aspectos no tecnológicos: económicos, sociológicos y políticos

- La penetración de los mercados de energías renovables no está ni directamente relacionada con la disponibilidad de los recursos energéticos renovables, ni con la disponibilidad de las tecnologías para aprovecharlos. Otros aspectos parcialmente indefinidos parecen desempeñar un papel. Por consiguiente, se debe dar prioridad a la identificación de esos factores que impulsan o detienen el uso de las renovables, que incluyen la I+D en:
 - La forma en que los procesos de innovación trabajan
 - El desarrollo de indicadores de sustentabilidad
 - Proyectos modelo y diseminación (por ejemplo: la alianza estratégica de UE-África del Norte, la infraestructura del gas biogénico embotellado, la vivienda de bajo costo energéticamente eficiente, la energización rural, y la de un millón de cabañas en países en desarrollo)
 - El financiamiento y la economía
 - Las aplicaciones óptimas de los MDL y la Implementación Conjunta
 - Las externalidades de la energía nuclear y de los combustibles fósiles
 - Los efectos de la liberalización y globalización de los mercados de energía
 - La comparación entre las mejores prácticas de políticas nacionales de energía renovable, los programas y los procedimientos de financiamiento
 - La construcción acelerada de capacidades
 - La concienciación, aceptación, acceso y capacidad de realización
 - Datos, estadísticas y evaluación de recursos
 - Energía y salud
 - Servicios de energía generadores de ingresos

La Necesidad de Investigación, Desarrollo y Demostración

Paradigmas en Energía Renovable	
Viejo Paradigma	Nuevo Paradigma
<i>Evaluación de tecnologías</i>	<i>Evaluación de mercados</i>
<i>Enfoque de suministro de equipo</i>	<i>Aplicación, valor agregado y enfoque del usuario</i>
<i>Viabilidad económica</i>	<i>Políticas, financiamiento, necesidades sociales y soluciones institucionales</i>
<i>Demostraciones técnicas</i>	<i>Demostraciones de esquemas de negocios, financieros, institucionales y sociales</i>
<i>Aportaciones de equipos por donantes</i>	<i>Donantes que comparten los riesgos y el costo de la construcción de mercados sustentables</i>
<i>Programas e intenciones</i>	<i>Experiencia, resultados y lecciones</i>
<i>Reducciones de costos</i>	<i>Competitividad en el mercado</i>
<i>\$/kWh</i>	<i>Servicios de energía</i>

(Adaptado de: Martinot et al, 2002 en Johansson, 2004)

Aspectos tecnológicos

Debido a que no existe ninguna “bala de plata”, la investigación en tecnologías de energía renovable debe seguir un enfoque integral de amplio espectro. Se identifican tres categorías:

- Tecnologías que son actualmente aplicables para el uso costo-efectivo mundial (edificios energéticamente eficientes, FV fuera de la red, biomasas, calentamiento solar de agua comercial en países cálidos)
- Tecnologías con necesidad de un desarrollo menor para entrar en mercados nuevos o más grandes (estaciones térmicas de energía solar, chimeneas solares, energía eólica en países en desarrollo, combustibles sintéticos basados en biomasas)
- Nuevas tecnologías con visión en la sustentabilidad energética de largo plazo (hidrógeno a partir de energía renovable, mejores baterías y otros sistemas de almacenamiento, así como corrientes oceánicas, energía de las olas y de mareas)

Las primeras dos categorías de energía renovable pueden ser agrupadas bajo los títulos de generación de electricidad, calefacción, enfriamiento y luz de día, edificios solares, combustibles y tecnologías de punta.

▪ **Generación de electricidad**

Las tecnologías existentes de energía renovable requieren de I+D+D en áreas específicas:

- Viento: potenciales mar adentro, climas extremos y adaptaciones al mundo en desarrollo
- FV: reducciones de costos, concentración óptica, innovación, integración a edificios
- Solar térmico: almacenamiento térmico, evaporación directa, híbridos, automatización
- Energía hidráulica: evaluación de riesgos, impacto ambiental
- Biomasa: cogeneración, ciclo de Stirling, integración a sistemas, dilema alimentos-energía

La Necesidad de Investigación, Desarrollo y Demostración

- Geoterminia: exploración, convertidores eficientes de baja temperatura, uso de calor de desecho
- Marítima: durabilidad de las mareas, olas, corrientes y sistemas térmicos

▪ Calefacción, enfriamiento, luz de día

- Calentamiento solar de agua: almacenamiento de largo plazo
- Cocina solar: almacenamiento térmico, reducción de precio
- Enfriamiento solar: absorbentes, sistemas híbridos
- Biomasa: especies locales, especies ajenas invasoras, integración de sistemas
- Geoterminia: cogeneración, mejora de bombas de calor, almacenamiento de largo plazo

Innovaciones en la producción brasileña de carbón

Brasil tiene una de las mejores tecnologías en el mundo para la implementación de bosques de eucaliptos. El uso industrial de gran escala de los eucaliptos incluye la producción de pulpa y carbón, y se han desarrollado tecnologías para reducir los costos de producción de la pulpa y el acero. Debido a las condiciones climáticas favorables, la selección genética, y las tecnologías mejoradas de plantación, el rendimiento promedio de 22 t/ha-año (con base seca) es común para el eucalipto.

La División Forestal de la Industria del Acero, Mannesmann – MAFLA en Brasil – ha desarrollado un horno rectangular de gran capacidad. Este horno tiene un condensador de alquitrán que permite la recuperación y posterior destilación de valiosos subproductos. Los gases también pueden ser reciclados y usados como combustible en el proceso de carbonización. En comparación con los hornos tradicionales, la tecnología presenta una productividad mayor, mayores rendimientos, mejoras en la calidad del carbón, y mecanización parcial. Muchos de los hornos rectangulares desarrollados en Brasil son lo suficientemente grandes para alojar camiones dentro de ellos, reduciendo el tiempo de carga y descarga.

Un horno conceptualmente similar fue desarrollado por la Cía. Acerera Belgo Mineira entre 1991 y 1998. En comparación con los hornos tradicionales, los resultados del programa de I+D muestran que la nueva tecnología reduce el costo de capital inicial y de mano de obra, mejorando la calidad del carbón.

Por otra parte, la industria Acerera ACESITA desarrolló un programa para modernizar la producción y consumo del carbón. Este programa incluye el desarrollo de una réplica de carbonización continua, por ejemplo: un horno en el cual el calentamiento se logra por un gas de circulación. Durante las pruebas, el rendimiento medido fue del 35 por ciento, mientras que el rendimiento máximo para la producción de carbón –dependiendo de la composición de la madera– se estima entre 44 y 55 por ciento (con base seca). La misma compañía desarrolló un horno rectangular con un costo de producción de carbón 15 por ciento más bajo que los hornos tradicionales. Como parte de este mismo programa de I+D, un proceso continuo de pirólisis para la producción de carbón y la recuperación de líquidos se desarrolló hasta mediados de los años 90. Teóricamente, los hornos continuos permiten un mejor control del proceso y, como consecuencia, una producción de carbón de mejor calidad. Los gases producidos por la pirólisis son recuperados y quemados, proporcionando energía para el proceso, mientras que los líquidos son también recuperados –incluyendo el alquitrán– y pueden ser utilizados en la producción de químicos. De acuerdo con los resultados de las pruebas, el rendimiento del carbón se estimó en 33 por ciento (con base seca). **Es importante mencionar que este programa de I+D fue conducido mientras que ACESITA era una compañía propiedad del estado; la planta de pirólisis, por ejemplo, fue desmantelada después de la privatización de la compañía.**

(Coelho & Walter, 2003 en Karekezi, 2004)

▪ Edificios solares

- Energía integrada: contenido de energía “de la cuna a la tumba”, reducir, reciclar, reusar
- Aislamiento de cascarones: aislamiento de vacío, aislamiento benigno
- Ventanas solares optimizadas: optimización de la luz diurna, mejoras en aislamientos
- Almacenamiento de calor y frío: cambios de fase, intercambiadores de calor aire-tierra, ventilación nocturna
- Calefacción, ventilación, aire acondicionado: unidades solares compactas eficientes

▪ Combustibles

La Necesidad de Investigación, Desarrollo y Demostración

- Combustibles biogénicos: biodiesel más barato, separación de biogás, suministro a la red eléctrica, reservas para celdas de combustible
- Hidrógeno: reformación solar de metano, electrólisis avanzada
- Química solar: hidrógeno fotobiológico o químico, vía energías renovables

▪ Tecnologías transversales

- Diseño de generación distribuida con red: Manejo avanzado del lado de la demanda, electrónica, fluctuaciones, e investigaciones para encontrar los medios para adicionar grandes contribuciones de los generadores intermitentes de ER a las redes de distribución y transmisión de electricidad.
- Sistemas fuera de la red: diagnósticos avanzados, medición, mantenimiento.
- Meteorología energética: pronóstico satelital, edificios inteligentes proactivos.
- Evaluación del impacto: tecnologías de reciclaje, recursos materiales.
- Almacenamiento de energía: baterías innovadoras, almacenamiento de hidrógeno, almacenamiento cinético, superconductores.
- Eficiencia energética: etiquetado, motores mejorados, iluminación con diodos emisores de luz (LED), pruebas.
- Planeación: derechos al acceso al Sol, planeación integral de recursos, ciudades solares.
- Normalización: normas internacionales, códigos de prácticas.
- Educación: centros de excelencia, alianzas de investigación, currícula, sistemas.
- Cooperación: alianzas en I+D, programas conjuntos, foros vía Internet.

En la actualidad, los países en desarrollo generalmente no son fuertes en investigación y desarrollo. Ha habido una tendencia a depender de las tecnologías, patentes y experiencia importadas. Esto a menudo trae consigo una dependencia en los combustibles importados. La compleja tecnología para el transporte ilustra este punto.

Sin embargo, países en desarrollo como Brasil se las han ingeniado para construir sus propias tecnologías autóctonas para combustibles sintéticos obtenidos a partir de energías renovables, así como su tecnología vehicular asociada. Sudáfrica continuó desarrollando el proceso alemán Fischer-Tropsch para producir combustibles líquidos a partir del carbón. Esto ha sido extendido ahora hacia aplicaciones más limpias de gas natural a combustibles líquidos, y es extensible a las energías renovables.

La transformación del mercado chino de calentamiento solar de agua con tecnologías de tubos evacuados de Alemania, también ilustra cómo las alianzas de investigación y desarrollo pueden llevar a éxitos contundentes.

El crecimiento de la capacidad de investigación y desarrollo de las energías renovables en el mundo en desarrollo puede ser fortuitamente integrado con iniciativas de MDL.

Ejemplos de Modelos de Políticas Nacionales

Esta sección cubre un modelo regional y dos modelos nacionales de políticas.

Latinoamérica

Compromisos Políticos

La región de Latinoamérica y el Caribe acordó, en mayo del 2002, lo siguiente acerca de las metas y tiempos para las renovables:

“Incrementar en la región el uso de la energía renovable al 10% del total de la energía consumida para el año 2010” (Borrador del Reporte Final de la 7ª Reunión del Comité Intersectorial del Foro de Ministros del Ambiente de Latinoamérica y el Caribe, Sao Paulo, mayo 2002).

En el párrafo 19 del *Plan de Implementación de la Cumbre Mundial para el Desarrollo Sustentable* (CMDSD) adoptado en Johannesburgo se lee:

19. Llamado a los Gobiernos, así como a las organizaciones regionales e internacionales relevantes y otros interesados de peso, a implementar, tomando en consideración especificidades y circunstancias nacionales y regionales, las recomendaciones y conclusiones de la *Comisión de Desarrollo Sustentable* concernientes a la energía para el desarrollo sustentable adoptada en esta novena sesión, incluyendo los asuntos y opciones presentadas abajo, teniendo en mente que en vista de las diferentes contribuciones a la degradación ambiental global, los Estados tienen responsabilidades comunes pero diferenciadas.

Esto incluiría acciones en todos los niveles para:

- c) Desarrollar y diseminar tecnologías alternativas de energía con el propósito de proporcionar una mayor participación a las energías renovables en la mezcla de energía, mejorando la eficiencia energética y una dependencia mayor en tecnologías avanzadas de energía, incluyendo a las tecnologías más limpias de combustibles fósiles.
- d) Combinar, como sea apropiado, el uso creciente de recursos energéticos renovables, el uso más eficiente de la energía, una mayor dependencia en tecnologías energéticas avanzadas, y el uso sustentable de los recursos tradicionales de energía, los cuales podrían cubrir la necesidad creciente de servicios energéticos en el largo plazo para lograr el desarrollo sustentable;
- e) Diversificar el suministro de energía mediante el desarrollo de tecnologías de energía avanzadas, más limpias, más eficientes, más confiables y económicas, incluyendo la

Ejemplos de Modelos de Políticas Nacionales

hidráulica, y su transferencia a países en desarrollo en términos de concesión, como se acuerde mutuamente. Incrementar substancialmente, con un sentido de urgencia, la participación global de los recursos energéticos renovables con el objetivo de incrementar su contribución al suministro total de energía, reconociendo el papel de las metas nacionales y regionales voluntarias, así como de iniciativas, en donde existan, y asegurando que las políticas energéticas sirvan de soporte a los esfuerzos de los países en desarrollo para erradicar la pobreza, y evaluar regularmente los datos disponibles para revisar el progreso de este fin.

(Karekezi, 2004)

La Ley Alemana de Suministro de Energía Renovable a la Red Eléctrica

Este decreto tiene un historial muy exitoso y probado y podría ser emulado con grandes beneficios. Los términos dentro de corchetes pertenecen específicamente a Alemania.

Decreto para Garantizar la Prioridad de los Recursos Energéticos Renovables

(Decreto sobre las Fuentes Renovables de Energía)

Sección 1: Propósito

El propósito de este Decreto es el facilitar un desarrollo sustentable del suministro de energía [en el interés de manejar el calentamiento global y proteger el ambiente, y para lograr un incremento substancial en el porcentaje a la contribución hecha por los recursos energéticos renovables al suministro de energía, con el objeto de al menos duplicar la participación de las energías renovables en el consumo total de energía para el año 2010, manteniendo los objetivos definidos por la Unión Europea y por la República Federal de Alemania.

Sección 2: Alcances para su aplicación

- (1) Este Decreto trata sobre la compra y la compensación a ser pagada por la producción de electricidad exclusivamente proveniente de generación hidroeléctrica, energía eólica, radiación solar, energía geotérmica, gas de rellenos sanitarios, plantas de tratamiento de aguas negras, minas, o biomasa dentro del alcance territorial de este Decreto o [dentro de la zona Alemana económica exclusiva] por empresas de servicios, las cuales operan redes para el suministro público de energía (operadores de redes). [El *Ministerio Federal del Ambiente, Conservación de la Naturaleza y Seguridad Nuclear*] debe ser autorizado para establecer reglas – de acuerdo con el [Ministerio Federal de Alimentos, Agricultura y Bosques, así como el *Ministerio Federal de Economía y Tecnología*] -mediante la adopción de una ordenanza, la cual debe estar sujeta a la aprobación del [Parlamento Alemán]. Dicha ordenanza debe especificar cuáles son las circunstancias y los procesos técnicos usados en conexión con biomasa que caen dentro del alcance de aplicación de este Decreto; además, la ordenanza debe establecer los estándares ambientales relevantes.
- (2) Este decreto no deberá aplicarse a energía eléctrica:

Ejemplos de Modelos de Políticas Nacionales

1. Producida por plantas hidroeléctricas e instalaciones alimentadas a partir de gas de rellenos sanitarios, o plantas de tratamiento de aguas negras con una capacidad eléctrica instalada de más de 5 MW, o por instalaciones en las cuales la electricidad sea generada a partir de biomasa, con una capacidad eléctrica instalada de más de 20 MW, ni
2. Producida por instalaciones de las cuales más del 25 por ciento sea propiedad de [la República Federal de Alemania o uno de los Estados Federados de Alemania], ni
3. Producida por instalaciones para la generación de electricidad a partir de la radiación solar, con una capacidad eléctrica instalada de más de 5 MW. En el caso de instalaciones para la generación de electricidad a partir de la radiación solar que no estén ligadas o construidas en estructuras que sean utilizadas principalmente para otros propósitos diferentes a la generación de electricidad, a partir de energía de radiación solar, el límite superior para la capacidad de lo especificado en la primera oración de este párrafo, debe ser 100 kW.
4. Las instalaciones nuevas deben ser instalaciones que fueron puestas en servicio después de la fecha de entrada en vigor de este Decreto en Alemania. Las instalaciones reactivadas o modernizadas deben ser consideradas como instalaciones nuevas si los componentes mayores de la instalación son reemplazados. El trabajo de modernización debe considerarse como mayor si los costos de modernización suman al menos el 50 por ciento del costo de la inversión requerida para construir una instalación completamente nueva. Las instalaciones existentes deben ser instalaciones que fueron puestas en servicio antes de la fecha de entrada en vigor de este Decreto en Alemania.

Sección 3: Obligación de compra y pago de compensación

- (1) Los operadores de la red estarán obligados a conectar a sus redes las instalaciones para la generación de electricidad como las definidas en la Sección 2 especificada anteriormente, a comprar la electricidad disponible de estas instalaciones como una prioridad, y a compensar a los proveedores de esta electricidad de acuerdo con las provisiones en las Secciones 4 a la 8 a que se especifican más adelante. Esta obligación se aplicará al operador cuya red esté más cercana a la ubicación de la instalación de generación de electricidad, con tal que la red sea técnicamente apropiada para ser alimentada por esta electricidad. Una red debe ser considerada como “técnicamente apropiada” aún si –no obstante la prioridad de ser subvencionado de acuerdo la primera oración de arriba– un operador de red necesite actualizarla a un costo razonablemente económico para alimentar la electricidad; en este caso, el operador de la red estará obligado a actualizarla sin demora, si esto es solicitado por una parte interesada en suministrar la electricidad. Los datos de la red y los de la instalación de generación de electricidad deben ser compartidos cuando sea necesario por el operador de la red y la parte interesada en suministrar la electricidad para hacer su planeación y determinar si la red es adecuada.
- (2) De acuerdo con las Secciones 4 a la 8 especificadas abajo, el operador de la red de transmisión corriente arriba estará obligado a comprar y pagar una compensación por la cantidad de energía comprada por el operador de la red corriente abajo, de acuerdo con la cláusula (1) descrita arriba. Si no hubiese una red de transmisión local en el área servida por el operador de la red con derecho a vender electricidad, el operador de la red de transmisión local más cercana debe estar obligado a comprar y pagar la compensación por esta electricidad, como está especificado en la primera oración de arriba.

Ejemplos de Modelos de Políticas Nacionales

Sección 4: Compensación a ser pagada para la electricidad generada a partir de hidroeléctricas, gas de rellenos sanitarios, minas y plantas de tratamiento de aguas negras

La compensación que debe ser pagada por la electricidad generada a partir de plantas hidroeléctricas, del gas de rellenos sanitarios, minas y plantas de tratamiento de aguas negras, debe sumar la cantidad de al menos [7.67 centavos] por cada kilowatt-hora. En el caso de las instalaciones de generación de electricidad con una capacidad eléctrica de más de 500 kilowatts, esto se aplicará únicamente a la parte de la cantidad total de la electricidad suministrada durante un año contable, que corresponda a (el cociente de) 500 kW divididos entre la capacidad total de la instalación en kilowatts; la capacidad debe ser calculada como el promedio anual de la capacidad eléctrica media efectiva medida en los diversos meses del año. El precio a ser pagado por la otra electricidad debe ser al menos de [6.65 centavos] por kilowatt-hora.

Sección 5: Compensación a ser pagada para la electricidad generada a partir de biomasa

(1) La siguiente compensación deberá ser pagada para la electricidad generada a partir de biomasa:

1. Al menos [10.23 centavos] por kW-h, en los casos de plantas con una capacidad eléctrica instalada de hasta 500 kW.
2. Al menos [9.21 centavos] por kilowatt-hora, para el caso de plantas con una capacidad eléctrica instalada de hasta 5 MW.
3. Al menos [8.70 centavos] por kilowatt-hora, en el caso de plantas con una capacidad eléctrica instalada de más de 5 MW; sin embargo, esta provisión no se hará efectiva antes de la fecha de entrada en vigor de la ordenanza especificada en la segunda oración de la Sección 2 (1).

La primera cláusula de la segunda oración de la Sección 4 de arriba, debe aplicarse *mutatis mutandis*.

(2) A partir del [1° de enero del 2002], las cantidades mínimas de compensación especificadas arriba en (1), deberán ser reducidas en uno por ciento anualmente para instalaciones nuevas puestas en marcha a partir de esta fecha; las cantidades a pagar deberán ser redondeadas a una cifra decimal.

Sección 6: Compensación a ser pagada para la electricidad generada a partir de energía geotérmica

La siguiente compensación deberá ser pagada por la electricidad generada a partir de energía geotérmica:

1. Al menos [8.95 centavos] por kilowatt-hora, si la instalación involucrada tiene una capacidad eléctrica instalada de hasta 20 MW, y
2. Al menos [7.16 centavos] por kilowatt-hora, si la instalación involucrada tiene una capacidad eléctrica instalada de más de 20 MW.

La primera cláusula de la segunda oración en la Sección 4, debe aplicarse *mutatis mutandis*.

Sección 7: Compensación a ser pagada para la electricidad generada a partir de energía eólica

- (1) La compensación que deberá ser pagada para la electricidad generada a partir de energía eólica debe ser al menos [9.10] centavos por kilowatt-hora durante un período de 5 años, empezando a partir de la fecha de puesta en servicio de la planta eoloeléctrica. Por ende, la compensación a ser pagada a las instalaciones que, durante este período lograsen un 150 por ciento del rendimiento calculado para la instalación de referencia, como se describe en el Anexo a este Decreto, será de al menos [6.19 centavos] por cada kilowatt-hora. Para otras instalaciones, el período mencionado en la primera oración de arriba, debe ser prolongado dos meses por cada 0.75 por ciento por debajo del 150 por ciento del rendimiento de referencia. Si la electricidad es generada por instalaciones que estén ubicadas al menos a tres millas náuticas mar adentro a partir de las líneas de base utilizadas para demarcar las aguas territoriales, y si estas instalaciones son puestas en operación no más tarde que el [31 de diciembre de 2006], los períodos especificados en la primera oración y en la segunda oración de arriba serán de nueve años.
- (2) Para las instalaciones existentes, la fecha de puesta en operación citada en la primera oración del numeral (1), será considerada como la fecha de entrada en vigor de este Decreto en Alemania. Para estas instalaciones, los períodos definidos en las primeras 3 oraciones del numeral (1) de arriba deberán ser reducidos a la mitad de la vida operativa de una instalación a partir de la fecha de entrada en vigor de este Decreto en Alemania. Si las curvas P-V (curvas de potencia generada vs velocidad del viento) no estuviesen disponibles para dichas instalaciones, una institución autorizada, como se define en el Anexo, puede realizar los cálculos necesarios con base en los documentos de diseño del tipo de la instalación afectada.
- (3) A partir del [1° de enero de 2002], las cantidades mínimas de compensación especificadas en el inciso (1) de arriba deberán ser reducidas en 1.5 por ciento anual para instalaciones nuevas puestas en operación a partir de esta fecha; las cantidades a pagar deben ser redondeadas a una cifra decimal.
- (4) Para la implementación de las provisiones en el inciso (1) de arriba, el [*Ministerio Federal de Economía y Tecnología*] será autorizado para adoptar una ordenanza que establezca las reglas para el cálculo del rendimiento de referencia.

Ejemplos de Modelos de Políticas Nacionales

Sección 8: Compensación a ser pagada para la electricidad generada a partir de radiación solar

- (1) La compensación que deberá ser pagada para la electricidad generada a partir de la radiación solar, será al menos [50.62 centavos] por kilowatt-hora. A partir del [1° de enero de 2002], la compensación mínima a pagar debe ser reducida en un 5 por ciento anual para las nuevas instalaciones de generación de electricidad puestas en operación a partir de esta fecha; las cantidades a pagar deben ser redondeadas a una cifra decimal.
- (2) La obligación de pagar una compensación como fue especificada en el inciso (1) de arriba, no deberá aplicarse a las instalaciones fotovoltaicas que fuesen puestas en operación después del 31 de diciembre del año siguiente al año en el cual las instalaciones fotovoltaicas que fuesen elegibles para compensación bajo este Decreto, alcanzaran una capacidad total instalada de 350 MW. Antes de discontinuar la obligación de pagar la compensación que se especificó en el inciso (1), el [*Parlamento Alemán*] debe adoptar un esquema de seguimiento para la compensación, que permita a los operadores de las instalaciones administrarla de una manera costo-efectiva, tomando en consideración la declinación del costo marginal unitario que se haya logrado para ese entonces en el campo de la ingeniería de esos sistemas.

Sección 9: Provisiones comunes

- (1) Las cantidades mínimas de compensación especificadas en las Secciones 4 a la 8 deberán ser pagables para las instalaciones nuevas puestas en operación en un período de 20 años posterior al año del inicio de su operación, excepto para las plantas hidroeléctricas. Para las instalaciones que fuesen puestas en operación antes de la entrada en vigor de este Decreto, el año [2000] será considerado como el año de su puesta en servicio.
- (2) Si la electricidad generada por varias instalaciones se factura mediante un dispositivo común de medición, el cálculo de las cantidades de las diferentes razones de compensación a pagar deberá basarse en la capacidad máxima efectiva de cada instalación individual. Si la electricidad es generada por varios convertidores de energía eólica, el cálculo de la compensación deberá, a pesar de la primera oración especificada arriba, ser basado en los valores acumulativos de esas instalaciones.

Sección 10: Costos de la red

- (1) Los costos asociados a la conexión de instalaciones, como se especificó en la Sección 2 de arriba, al punto de conexión a la red más económicamente adecuado, debe ser cubierto por los operadores de la instalación. La implementación de esta conexión debe cumplir con los requerimientos técnicos del operador de la red en un caso dado, y con las provisiones especificadas en [La Sección 16 del *Energiewirtschaftsgesetz (Decreto para la Administración de la Energía)* del 24 de abril de 1998, (*Diario Federal de la Ley 1*, p. 730)]. Se le debe dar la oportunidad al operador de la instalación de que se implemente la conexión, ya sea por el operador de la red, o por una tercera parte bien calificada.
- (2) Los costos asociados con la mejora de la red, erogados exclusivamente con el objeto de conectar nuevas instalaciones de acuerdo con la Sección 2, para aceptar y transmitir

Ejemplos de Modelos de Políticas Nacionales

energía alimentada a la red para el suministro público de energía eléctrica, deben ser absorbidos por el operador cuya red tendrá que ser mejorada. El operador de la red deberá especificar la inversión concreta requerida mediante la presentación detallada de los costos. El operador de la red tendrá el derecho de agregar los costos que haya absorbido cuando determinen los cargos por el uso de la red.

- (3) Cualquier disputa deberá ser arreglada por un centro de aclaraciones, el cual deberá ser establecido dentro del [*Ministerio Federal de Economía y Tecnología*], con la participación de las partes involucradas.

Sección 11: Esquema de iguala nacional

- (1) Los operadores de la red de transmisión estarán obligados a llevar un registro de cualquier diferencia entre la cantidad de energía comprada y los pagos de compensación realizados bajo los términos de la Sección 3 descrita arriba, y a igualar dichas diferencias entre ellos, como se especifica en el numeral (2) de arriba.
- (2) Para el 31 de marzo de cada año, los operadores de transmisión de la red determinarán la cantidad de energía comprada de acuerdo con la Sección 3 especificada arriba, y el porcentaje de participación que esta cantidad represente relativa a la cantidad total de energía entregada a los consumidores finales, ya sea directamente por el operador o indirectamente vía las redes corriente abajo. Si los operadores de las líneas de transmisión hubiesen comprado cantidades de energía mayores a esta participación promedio, estarán en posibilidad de vender energía a, y recibir compensación de, los otros operadores de redes de transmisión de acuerdo con la Secciones 3 a 8 citadas arriba, hasta que esos otros operadores de red hayan comprado un volumen de energía que sea igual al promedio de participación mencionado arriba.
- (3) Los pagos mensuales deberán efectuarse de acuerdo con las cantidades y pagos igualados que se esperen.
- (4) Las empresas de servicios que entreguen electricidad a los consumidores finales estarán obligados a comprar y pagar una compensación por aquella parte de la electricidad que su operador regular de la red de transmisión haya comprado de acuerdo con las provisiones del numeral (2) especificado arriba. La primera oración no deberá aplicarse a las empresas de servicios si, en lo relativo a la cantidad total de electricidad que ellas entregan, al menos 50 por ciento de la electricidad es como se definió en la Sección 2 (1), en conjunción con el (2) arriba citado. La parte de electricidad a ser comprada por la empresa de servicios, de acuerdo con la primera oración, deberá relacionarse con la cantidad de electricidad entregada por la empresa de servicio y recibirá una parte relativamente igual. La cantidad obligatoria a comprar (parte) deberá ser calculada como la relación entre la cantidad total de electricidad alimentada a la red bajo la Sección 3, y la cantidad total de electricidad vendida a los consumidores finales; además, es necesario deducir de esta suma la cantidad de electricidad entregada por las empresas de servicios, de acuerdo con la segunda oración citada arriba. La compensación, como se especificó en la primera oración citada arriba, deberá ser calculada como la compensación promedio por kilowatt-hora pagada por todos los operadores de la red dos trimestres antes, de acuerdo con la Sección 3. La electricidad comprada, de acuerdo con la primera oración, no deberá ser vendida con la compensación

Ejemplos de Modelos de Políticas Nacionales

pagada de acuerdo con la quinta oración, si la electricidad fuese comercializada como electricidad aplicable a la sección 2, o como electricidad comparable.

- (5) Cada operador de la red estará obligado a poner disponibles a buen tiempo los datos requeridos por los otros operadores de la red para desarrollar los cálculos referidos en los incisos (1) y (2) especificados arriba. Cada operador de la red tendrá el derecho a solicitar que los otros operadores tengan sus datos auditados por un contador diplomado o por un auditor certificado designado de mutuo acuerdo. Si no se lograra llegar a un acuerdo, el contador diplomado o el auditor certificado será seleccionado por el [*Presidente de la Suprema Corte Regional*], que tiene jurisdicción en el sitio del operador de la red elegible para recibir los pagos de iguala.

Sección 12: Reporte de progreso

Para el 30 de junio de cada dos años posteriores a la entrada en vigor de este Decreto, el [*Ministerio Federal de Economía y Tecnología*] deberá presentar un reporte – preparado en consulta con el [*Ministerio Federal de Alimentos, Agricultura y Bosques*] – del progreso logrado en términos de la introducción al mercado y al desarrollo del costo de las instalaciones de generación de energía, como se especifica en las secciones 2 a 8, y de sus tasas de reducción, al mantener el progreso tecnológico y el desarrollo del mercado con respecto a las nuevas instalaciones. Más aún, el Ministerio deberá proponer una prolongación del periodo para calcular el rendimiento de un convertidor de energía eólica como se especifica en el Anexo, basado en la experiencia lograda en el periodo definido en este decreto.

Anexo

1. La instalación de referencia debe ser un convertidor de energía eólica de un tipo específico para el cual un rendimiento, a manera de rendimiento de referencia, pueda ser calculado con base en la curva P-V (curva de potencia generada vs velocidad del viento) medida por una institución autorizada, en el sitio de referencia.
2. El rendimiento de referencia será la cantidad de electricidad que cada tipo específico de convertidor de energía eólica, tomando en cuenta la respectiva altura del eje de su turbina, tendría durante cinco años de operación, calculado con base en las curvas P-V medidas, como si fuese instalado en el sitio de referencia.
3. El tipo de un convertidor de energía eólica estará definido por la designación del modelo, el área de barrido del rotor, la potencia nominal de generación de energía eléctrica, y la altura del eje especificados por el fabricante.
4. El sitio de referencia deberá determinarse por medio de una distribución (de probabilidad) de Rayleigh, con una velocidad de viento media anual de 5.5 metros por segundo a una altura de 30 metros, un perfil logarítmico para la capa límite del viento, con una rugosidad de 0.1 metros.
5. La curva P-V deberá de ser la correlación entre la velocidad del viento y la potencia de generación (independientemente de la altura del eje), determinada para cada tipo de convertidor de energía eólica. Las curvas P-V deberán ser determinadas de acuerdo con el procedimiento estándar definido en el [*Technische Richtlinien fuer Windenergieanlagen*] (Guías técnicas para las

Ejemplos de Modelos de Políticas Nacionales

instalaciones de convertidores de energía eólica], rev. 13, a partir de enero 1 del año 2000, publicado por el *Foerder-Gesellschaft Windenergie e.V.* (FGW) en Hamburgo, o en el procedimiento de medición del desempeño de potencial, versión 1, publicado en septiembre de 1997 por la *Red de Institutos Europeos de Medición* (MEASNET), Bruselas, Bélgica], las curvas P-V que fueron determinadas mediante un procedimiento de comparación previo al 1 de enero de 2000, pueden utilizarse en vez de las curvas P-V mencionadas en la segunda oración, dado que la construcción de los convertidores de energía eólica del tipo que se aplica, no ha sido iniciada dentro del alcance territorial de este decreto, después del 31 de diciembre del 2001.

6. Las mediciones de las curvas P-V y los cálculos de los rendimientos de referencia para los diferentes tipos de convertidores de energía eólica en los sitios de referencia deberán ser desarrollados, para el propósito de este decreto, por instituciones acreditadas para la determinación de las curvas P-V, como se define en el numeral 5, de acuerdo con el [Criterio general para la elaboración de laboratorios de prueba (DIN EN 45001), de mayo de 1990]. Los nombres de estas instituciones deben ser publicados en el [*Diario Oficial de la Federación por el Ministerio Federal de Economía y Tecnología*] para informar a las partes interesadas.

La Ley de Promoción del Desarrollo de la Energía Renovable y su Utilización en la República Popular de China

Borrador de marzo de 2005

El *Consejo de Estado* produjo un extenso documento, que cubre la aplicación de la energía renovable para la generación de energía eléctrica, combustibles líquidos, suministro de gas, y generación de calor.

1. Principios generales

Se explican el propósito, alcance, derechos y obligaciones del uso de las energías renovables. Esto es seguido por el principio de la combinación de la promoción del gobierno y la orientación del mercado. Se esbozan la Electrificación Rural, I+D, Diseminación y Educación, Protección al Ambiente, Orientación del Sector; y los Premios, Honores y Responsabilidades.

2. Administración de recursos y Plan de Desarrollo

Un plan detallado de los recursos energéticos renovables y un plan integral de desarrollo de energía renovable, que incluye el desarrollo nacional, social, económico y ambiental, serán preparados y puestos a disposición del público.

Ejemplos de Modelos de Políticas Nacionales

3. Orientación de la industria y avance tecnológico

Se facilitarán la concienciación, normalización, pruebas y certificación, educación, I+D, centros de energía renovable, publicidad, asociaciones empresariales e industriales.

4. Diseminación y aplicación

La potencia conectada a la red generada a partir de energía renovable debe ser aceptada por las empresas de servicios a su precio total. Se fomentará la participación de productores independientes de energía.

Asimismo, se apoyará la generación de potencia renovable en lugares remotos para industria o viviendas, como lo es en los casos de biomasa, biogás y calor, combustibles líquidos y energía solar térmica, así como cogeneración.

Para áreas con una incidencia solar anual que exceda 1500 horas, deberán ser instalados calentadores solares de agua en edificios nuevos y en remodelaciones de residencias, hoteles, restaurantes, hospitales, escuelas y edificios públicos con menos de 11 niveles de altura.

5. Manejo del precio

El gobierno decide los precios de energía renovable de suministro a la red eléctrica mediante aprobación, licitación o el diseño de un catálogo de clasificación.

La aprobación del gobierno se relaciona con los proyectos en los cuales el gobierno construye e invierte. La licitación se aplica a los proyectos convencionales, mientras que el catálogo de clasificación se aplica a los proyectos de energía renovable. Esto relaciona los costos con niveles comparables del mismo tipo.

6. Incentivo económico

Un *Fondo de Desarrollo de Energía Renovable* deberá compensar los costos marginales de las energías renovables y deberán servir para aplicar subsidios en: áreas rurales, biomasa, combustibles líquidos, evaluación de recursos, difusión tecnológica, I+D+D, proyectos piloto, equipo, educación, capacitación, cooperación internacional y comunicación.

Los ingresos para el *Fondo* se acumularán a partir de electricidad, ventas, impuestos, ganancias, donaciones, y otros.

Se espera que la banca comercial ofrezca créditos favorables para proyectos de energía renovable.

7. Responsabilidad legal

Las penalizaciones por incumplimiento se establecen entre 500 mil y un millón de Yuans (aproximadamente entre 60 mil y 120 mil dólares americanos) para corporaciones de energía eléctrica, redes de distribución, y petróleo, y en 100 mil Yuans (aproximadamente 12 mil dólares americanos) para desarrolladores inmobiliarios que no cumplan.

Comentarios

La implementación de la nueva ley manifiesta la conciencia de los habitantes de la República Popular de China. Se han asignado responsabilidades y presupuestos de manera inequívoca. Compromisos de metas como 10%, 20% y 50% de energía renovable para los años 2010, 2020 y 2050, se supone que están al alcance de la mano. Probablemente se esté preparando un sistema de estructura de precios de energía renovable de largo plazo. Si estas dimensiones cruciales se integran, la nueva ley será la ley de energía renovable más avanzada en el mundo. El impacto en los habitantes de la República Popular de China y el resto del mundo podría marcar una tendencia.

Conclusiones

Parece ser que en la mezcla futura de energía es poco probable que una sola tecnología de energía renovable sea la dominante. Sería poco sabio apostar a un ganador, aunque los apostadores a menudo podrían estar en desacuerdo.

La energía renovable no es un fin en sí misma. Es una manera de proveer servicios de energía en un modo social y ambientalmente sustentable al menor costo de ciclo de vida. La planeación energética integrada es un subproducto de la planeación integral de los recursos, en donde el suministro de éstos se empareja con la demanda.

La competencia por los recursos dentro de las naciones y entre las naciones no excluye la cooperación. En la naturaleza, la simbiosis y la cooperación son más frecuentes de lo que se podría esperar. Las entidades que son tanto flexibles como energéticamente eficientes tienden a ser los competidores más exitosos. Por ende, las naciones en desarrollo pueden mejorar su bienestar siendo más eficientes en energía y menos dependientes de los combustibles fósiles. El uso de las energías renovables alienta esta tendencia. En este sentido, es posible incrementar el beneficio propio mientras se logra una contribución al bien común.

No es inconcebible que nuevos sistemas de contabilidad relacionados con la energía se desarrollen en el futuro. Un primer paso sería el de la “triple línea de base”.

Los gobiernos tienen un horizonte de planeación más largo que los individuos y los intereses comerciales. Sus políticas son –o deberían ser– construidas con visiones futuras de largo plazo. Sus propias inversiones en edificios y otras adquisiciones consecuentemente deberían reflejar esta perspectiva, basada en el cálculo del menor costo de ciclo de vida, incluyendo todos los costos de las externalidades.

Los gobiernos existen dentro de contextos regionales, continentales e internacionales, los cuales traen consigo interacciones y obligaciones mutuas. Algunas de éstas ayudan a la transición energética rápida, ordenada y sostenida, pero otras la entorpecen. En sus interacciones, los gobiernos sabios tienen que pensar en crear situaciones de ganar-ganar.

Aunque el mercado es un fuerte factor de impulso, en el campo de la energía ocurren fallas en éste. Así pues, los gobiernos deben evitar y corregir las fallas del mercado. Conocer el precio por kilowatt-hora no refleja el valor de un servicio de energía.

Hasta ahora, la experiencia también ha mostrado que no se puede depender de una sola política. Un sistema óptimo de políticas y medidas complementarias es necesario. No se puede esperar que el Gobierno Federal o Central lo haga por su propia cuenta. Los distintos niveles de gobierno, así como el sector privado, tienen que trabajar concertadamente, o al menos en una competencia constructiva.

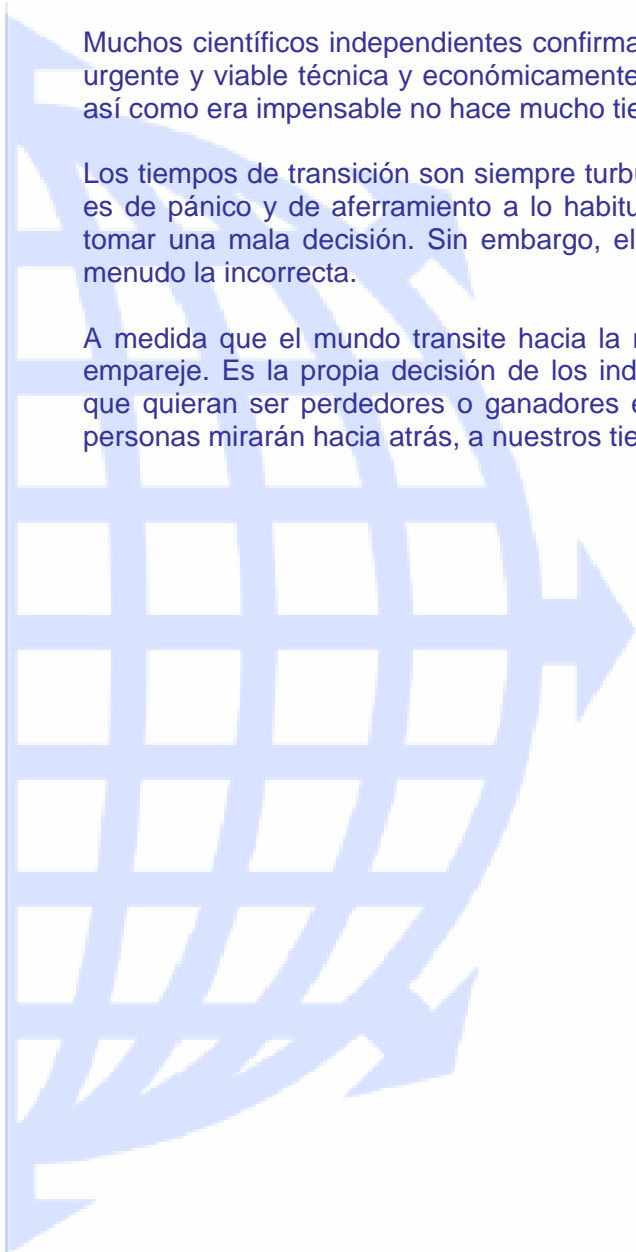
Conclusiones

Incluso las mejores políticas son de poca utilidad si no se aplican consistentemente. En el mundo en desarrollo las capacidades están severamente limitadas. Se sigue que las leyes de energías renovables deberían ser fáciles de monitorear e implementar.

Muchos científicos independientes confirmaron que la transición a la energía renovable es necesaria, urgente y viable técnica y económicamente. Quizás esto pueda parecer poco probable para algunos, así como era impensable no hace mucho tiempo que el hombre pudiera caminar sobre la Luna.

Los tiempos de transición son siempre turbulentos. En estos tiempos la reacción humana más natural es de pánico y de aferramiento a lo habitual, demorando las acciones pertinentes ante el miedo de tomar una mala decisión. Sin embargo, el demorar las acciones es también una decisión – más a menudo la incorrecta.

A medida que el mundo transite hacia la nueva era, no esperará a que el mundo en desarrollo se empareje. Es la propia decisión de los individuos, familias, comunidades, compañías y naciones, el que quieran ser perdedores o ganadores en la naciente *Era Solar*. Al final de la transición algunas personas mirarán hacia atrás, a nuestros tiempos, y sonreirán.



Reconocimientos y Referencias

El autor desea reconocer la ayuda del Dr. Donald Aitken, autor del precursor **Libro Blanco de la ISES** (2003), quien amablemente ofreció crítica, consejo y apoyo.

Se reconocen agradecidamente las aportaciones de los colegas del *Consejo Directivo* y la Oficina Central de ISES.

La Dra. Mónica Oliphant inició y guió sabiamente este Libro Blanco en su calidad de Vicepresidenta de Asuntos Públicos de la ISES.

Henning Holm compartió amablemente su experiencia en el mundo en desarrollo para beneficio de este Libro Blanco. Se agradece al Prof. Ricardo Rütther de Brasil su crítica constructiva.

Como siempre, el autor toma la responsabilidad de los errores.

Las fuentes esenciales de información fueron:

Refocus

(Revista de la *Sociedad Internacional de Energía Solar*, publicada por *Elsevier Science*),

Renewable Energy World (James & James Science Publishers),

Solar Today

(Revista de la *Asociación Estadounidense de Energía Solar*),

Erneuerbare Energie

(Revista para un futuro energético sustentable. *Grupo de trabajo en Energía Renovable*, Gleisdorf, Austria),

The World in Transition – Towards Sustainable Energy Systems by the German Advisory Council on Global Change

(WBGU, 2003)

Awerbuch S. (2003), *Risk-Adjusted Cost of Electricity Estimates Based on Historic Fuel Price Risk*, en **Renewable Energy World**, Mar-Apr, 58, James & James, Londres.

Banks D. & Schäffler J. (2005), *Energy Sustainability: South Africa Challenges and Opportunities*, SECCP, Johannesburgo.

Butler, L. and Neuhoff, K. (2004), **Comparison of Feed-in Tariff, Quota and Auction Mechanisms to Support Wind Power Development**, Cambridge Working Papers in Economics, CWPE 0503, Cambridge, Reino Unido.

Goldemberg J., Pershing J., Sonntag-O'Brien V., Luther J., Christensen J., Steiner A., Johanson T. B., Karekezi S., Sawin J. L. and Clancy J. (2004),

Thematic Background Papers to the “Renewables 2004 in Bonn”

(www.renewables2004.de). Estos documentos fueron utilizados libremente.

Heinberg R. (2003), *The Party is Over – Oil, War and the Fate of Industrial Societies*, New Society, Gabriola, Canadá.

Instituto Internacional para la Conservación de la Energía (IICE) (2004), *Artículos de Asuntos Globales. Transición a la Energía Renovable. Un Marco Analítico para Crear un Ambiente Propicio*, Heinrich Böll Stiftung, Johannesburgo.

Nicklas M. y Schramm G., publicados en Holm D. y Berger W. (1981), *ISES Utility Initiative for Africa – Selected Proceedings*, Freiburg, Alemania.

Van Horen C. (1996), *Contabilizando los costos sociales. La electricidad y las externalidades en Sudáfrica*, UCT Press, Ciudad del Cabo, Sudáfrica.

Acercas del Autor

Dieter Holm es Consultor en Desarrollo Sustentable en el Ambiente de la Construcción. Él y su familia viven en la Presa Hartbees-poort, cerca de Pretoria, en la primera casa autónoma moderna de África construida antes de la primera crisis energética de los años 70. Además de calefacción solar pasiva, eliminación de calor e iluminación natural de día, su casa también cuenta con un sistema para la recolección de agua de lluvia, calentadores solares de agua y reciclado, así como estufas y hornos solares. Paneles fotovoltaicos proveen de energía eléctrica a la vivienda, además de la oficina y el taller de torneado de madera de su esposa.

Dieter es un entusiasta maestro, que encabezó el *Departamento de Arquitectura* y posteriormente el de *Estudios de Postgrado e Investigación* de la Universidad de Pretoria, Sudáfrica. Como director de *Holm Jordaan Holm Architects* fue coautor de varias participaciones en competencias acreedoras de premios, de las cuales la más reciente fue la nueva sede para la Municipalidad de Pretoria. El Prof. Holm escribe principalmente acerca de la aplicación del diseño pasivo en edificios y ha producido tres libros.

Actualmente se desempeña como Secretario de ISES, Director de ISES África, Presidente de la Sociedad de Energía Sustentable de África del Sur y Presidente de la División de Calentamiento Solar de Agua de la misma.

Su trabajo en energía en viviendas de bajo costo recibió un premio para la categoría residencial en la *Competencia por el Premio Eskom Eta para la Eficiencia Energética*.

El Profesor Dieter Holm es un conferencista cotidiano en foros, reuniones, conferencias y congresos locales e internacionales, participa regularmente en entrevistas radiofónicas y es un informador especializado en radio y TV.

Anexo A

Países en Desarrollo y Menos Desarrollados (Reporte de Desarrollo Humano del PNUD 2003: Metas de Desarrollo del Milenio: Un pacto entre las naciones para terminar con la pobreza humana. Nueva York, Prensa de la Universidad de Oxford)

Los países en desarrollo y 49 países menos desarrollados (en negritas)

Afganistán

Algeria

Angola

Antigua y Barbuda

Arabia Saudita

Argentina

Bahamas

Bahrein

Bangladesh

Barbados

Belice

Benín

Bután

Bolivia

Botswana

Brasil

Brunei Darussalam

Burkina Faso

Burundi

Camboya

Camerún

Cabo Verde

República Central Africana

Chad

Chile

China

Colombia

Comores

Congo

Congo, República Democrática del

Costa Rica

Costa de Marfil

Cuba

Chipre

Djibouti

Dominica

República Dominicana

Ecuador Egipto

El Salvador

Emiratos Árabes Unidos

Eritrea

Etiopía

Fidji

Filipinas

Gabón

Gambia

Ghana

Grenada

Guatemala

Guinea

Guinea-Bissau

Guinea Ecuatorial

Guyana

Haití

Honduras

Hong Kong, China

India

Indonesia

Irán, República Islámica de

Irak

Jamaica

Jordania

Kenia

Kiribati

Corea, República

Democrática de

Corea, República de

Islas Solomón

Kuwait

Laos República

Democrática del Pueblo de

Líbano

Lesotho

Liberia

Libia (Libyan Arab

Jamahiriya)

Madagascar

Malawi

Malasia

Maldivas

Mali

Islas Marshall

Mauritania

Mauricio

Anexo A



México
Micronesia, Estados Federales
Mongolia
Marruecos
Mozambique
Myanmar
Namibia
Nauru
Nepal
Nicaragua
Níger
Nigeria
Omán
Pakistán
Palau
Panamá
Papua Nueva Guinea
Paraguay
Perú
Qatar
Ruanda
Saint Kitts and Nevis
Santa Lucía
San Vicente y las Grenadinas
Samoa (Occidental)
Santo Tomás y Príncipe
Senegal
Seychelles
Sierra Leona
Singapur
Somalia
Sudáfrica
Sri Lanka
Sudán
Surinam
Suazilandia
Siria, República Árabe
Tanzania, Unión de Rep. de
Tailandia
Territorio Palestino Ocupado
Tímor-Leste
Togo
Tonga
Trinidad y Tobago
Túnez
Turquía
Tuvalu
Uganda
Uruguay
Vanuatu
Venezuela
Vietnam
Yemen
Zambia
Zimbabwe

(137 países/áreas)

Abreviaturas

Abreviaturas

AND	Autoridad Nacional Designada	IIEC	Instituto Internacional para la Conservación de la Energía
APEC	Cooperación Económica de Asia-Pacífico	K	Grados Kelvin
ASEN	Asociación de las Naciones Asiáticas del Sudeste	KCJ	Kenia Ceramic Jiko
Btu	Unidad térmica británica	kWh	Kilowatt-hora
° C	Grados Celsius	LED	Diodo Emisor de Luz
CEI	Comunidad de Estados Independientes	MDL	Mecanismos de Desarrollo Limpio
CRE	Certificados de Energía Renovable	MTOe	Millones de toneladas equivalentes de petróleo
CERT	Certificados Verdes	MW	Megawatt o megavatio
CFP	Créditos Fiscales de Inversión y Producción	MWe	Megawatt eléctrico
CMDS	Cumbre Mundial (de Johannesburgo) para el Desarrollo Sustentable	NFFO	Obligación de No Combustibles Fósiles
CMP	Comisión Mundial de Presas	OCDE	Organización de Cooperación y Desarrollo Económico
COP	Coefficiente de Desempeño de una bomba de calor o un refrigerador	OLADE	Organización Latinoamericana de Energía
EE	Eficiencia Energética	OMS	Organización Mundial de la Salud
EJ	Exa Joule	ONG	Organización No Gubernamental
ER	Energía Renovable	PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
FRE	Fuentes Renovables de Energía	PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
FV	Fotovoltaico	PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Ambiente
GEF	Fondo Ambiental Mundial	PROINFA	Programa de Incentivo a Fuentes Alternas
GEI	Gases de Efecto Invernadero	REEEP	Consortio para la eficiencia energética y las energías renovables
GD	Generación Distribuida	SIG	Sistema de Información Geográfica
GVEP	Consortio energético para la aldea global	TER	Tecnología de Energía Renovable

Abreviaturas

I+D	Investigación y Desarrollo	TERI	Instituto de Energía y Recursos
I+D+D	Investigación, Desarrollo y Demostración	TWh	Terawatt-hora
IEA	Agencia Internacional de Energía	UE	Unión Europea
IPCC	Panel Intergubernamental para el Cambio Climático	WWEA	Asociación Mundial de Energía Eólica
ISEO	Organización Internacional de Energía Sustentable	WBGU	Consejo Alemán Asesor en Cambio Climático)
ISES	Sociedad Internacional de Energía Solar	WEC	Consejo Mundial de Energía
ISO	Organización Internacional de Estándares	WREC	Consejo Mundial de Energía Renovable





La Sociedad Internacional de Energía Solar (ISES) agradecidamente reconoce al Prof. Dr. Dieter Holm, Secretario de la ISES, Director de ISES África, y Presidente de la Sociedad de Energía Sustentable del Sur de África, quien escribió el borrador de este Libro Blanco con información provista por expertos mundialmente reconocidos, la revisión técnica y la participación de las Oficinas Centrales y el Consejo de Directores de ISES.

© ISES & Prof. Dr. Dieter Holm 2005

Todos los derechos reservados por ISES y el autor

Producido por:

Oficinas centrales de ISES

Diseño: triolog, Freiburg

Versión en Español:

Programa de Energía

Universidad Autónoma de la Ciudad de México

“El mundo en desarrollo no es simple y sencillamente una imitación de la pobreza en el mundo industrializado”

“Debido a su infraestructura energética subdesarrollada y a su potencial único en fuentes renovables de energía, el mundo en desarrollo – en alianza con el mundo industrializado – puede dar el salto hacia las tecnologías avanzadas para su aprovechamiento, al tiempo en que se beneficia del Protocolo de Kyoto”

ISES
Sociedad Internacional
de Energía Solar

Wiesentalstr. 50
79115 Freiburg
Alemania

Teléfono: +49-761-45906-0
Fax: +49-761-45906-99
Correo electrónico: hq@ises.org
Dirección electrónica: www.ises.org