



**elige energía**  
**positiva**

energía renovable para acabar con la pobreza

original en inglés 'Power to tackle poverty'  
publicado por Greenpeace/The Body Shop en Junio 2001

realizado por IT Power  
ISBN 90 73361 74 5  
IT Power  
The Warren  
Bramshill Road  
Eversley  
Hampshire RG27 OPR  
Reino Unido

Traducción al español por Greenpeace España  
[www.greenpeace.es](http://www.greenpeace.es)

**2000 millones de personas – uno de cada tres que habitamos el planeta – viven sin servicios de energía básicos como la electricidad que el resto de nosotros asumimos como normales. Cada día tienen que satisfacer sus necesidades esenciales con fuentes de energía sucias, caras y poco fiables, como lámparas de queroseno, velas y leña. Estas fuentes de energía dañan la salud de las personas, acentúan el ciclo de la pobreza, y contribuyen a la destrucción del medio ambiente. Esta situación puede y debe cambiar.**

Romper este círculo vicioso intensificando el uso de combustibles fósiles como el petróleo, gas ó carbón sería un grave error. Más aún, quemar incluso más combustibles fósiles acentuaría el cambio climático siendo las poblaciones más pobres del mundo las que más sufran los impactos inmediatos. También supondría agravar el ciclo de pobreza para muchas naciones.

Los países ricos industrializados deben reducir sus propias emisiones de gases de efecto invernadero, independientemente de si los otros lo hacen o no, liderando el camino con pasos grandes y rápidos; además es su obligación moral hacia la humanidad y el medio ambiente ya que son los mayores contaminadores. Al mismo tiempo, la tecnología de las energías renovables – tales como la energía solar, eólica y pequeña hidroeléctrica – tienen el potencial para cubrir las necesidades de las personas más pobres del planeta a un precio asequible. Limpias, asequibles, y respetuosas con el medio ambiente local, estas tecnologías renovables tienen más versatilidad que las basadas en el uso de combustibles fósiles para cubrir las necesidades de las personas que viven en áreas aisladas de los países más pobres. La mejora de la calidad de vida de las personas no tiene porqué significar una intensificación del cambio climático.

Este informe muestra las razones, y la viabilidad de proporcionar para el 2012 energía renovable a 2.000 millones de personas en los países más pobres del planeta, que están en la actualidad ‘fuera de red’– es decir, no conectados a la red de distribución eléctrica. También muestra que muchas tecnologías de energía renovable ya se usan con gran éxito, pero que el potencial es muchísimo mayor.

Proporcionar energía renovable a tantas comunidades es un gran reto. Necesitará un enfoque radicalmente diferente de los que generalmente han promovido las principales instituciones internacionales y gobiernos. Necesitará también una revisión detallada del punto de vista actual de las políticas de desarrollo energético y una determinación política firme.

No hay barreras técnicas, financieras ni institucionales insuperables para conseguir este objetivo, pero requiere el compromiso de la comunidad internacional para apoyar cambios en la financiación y subvención de los sistemas energéticos.

## **Acción por una energía limpia**

**El objetivo de esta campaña internacional es conseguir un compromiso de los gobiernos durante la Cumbre Mundial sobre Desarrollo Sostenible, en Johannesburgo (Sudáfrica) a finales de agosto de 2002, para garantizar que se proporciona energía renovable a 2000 millones de las personas más pobres del planeta en diez años.**

**Obtener energías renovables para 2000 millones de personas representa un reto muy importante, pero es un reto que puede alcanzarse si se cuenta con la voluntad política de que se haga realidad.**

Contenido/	
<b>Introducción/ Energía para los pobres del planeta</b>	<b>1</b>
<b>2/ Necesidades básicas</b>	<b>2</b>
<b>3/ La necesidad de cambio es urgente</b>	<b>4</b>
<b>4/ Soluciones de energía renovable—satisfacer las necesidades de las personas</b>	<b>4</b>
4.1 Electricidad 'fuera de red' en el hogar	7
4.2 Energía para hospitales y escuelas	7
4.3 Suministro conectado a la red	8
4.4 Bombeo de agua colectivo	8
4.5 Cocina y calefacción	8
4.6 Agricultura y comercio	9
<b>5/ Renovables en servicio hoy</b>	<b>10</b>
5.1 Sistemas solares domésticos en Kenia – aprender de los éxitos y errores anteriores	10
5.2 Sistemas solares domésticos en Kiribati – transformar un programa	11
5.3 Biomasa en India – satisfacer las necesidades de energía de las personas	11
5.4 Linternas solares en India – cambiar las subvenciones de los combustibles fósiles hacia las energías renovables	12
5.5 Hidráulicas familiares en Vietnam	12
<b>6/ Invirtiendo en energía y en las personas – plan de acción global</b>	<b>13</b>
6.1 ¿Es posible?	13
6.2 como hacer que funcione	17
<b>Conclusiones/reto en la Cumbre Mundial de Desarrollo Sostenible de 2002</b>	<b>20</b>
<b>Apéndice/</b>	<b>21</b>
Fuentes de energías renovables	21
Abreviaturas, acrónimos y unidades	21
<b>Referencias/</b>	<b>22</b>

## Introducción/ Energía para los pobres del planeta

**Según comenzamos el siglo XXI, 2000 millones de personas – una de cada tres del planeta – no tienen acceso al alumbrado eléctrico o a unas instalaciones decentes para cocinar. Conseguir para las personas la energía básica limpia y fiable que cubra necesidades esenciales tales como agua limpia, centros de salud, calefacción y alumbrado es uno de los problemas más acuciantes con los que se enfrenta hoy la humanidad [PDNU]<sup>1</sup>.**

El cambio climático originado por la quema de combustibles fósiles amenaza la vida de las personas en todo el planeta. El aumento en la frecuencia de inundaciones, huracanes y periodos de sequía afecta seriamente las fuentes de alimentos y agua de las personas y contribuye a la expansión de enfermedades como la malaria. El aumento del nivel de los océanos y mares amenaza con engullir a naciones enteras de los Océanos Índico y Pacífico. Si queremos frenar la aceleración del cambio climático del planeta, la mayoría de las reservas mundiales de combustibles fósiles tales como carbón, petróleo, y gas deberían permanecer bajo tierra.

Las tecnologías de energías renovables – empleando el sol, el agua, el viento, las olas y mareas – son la forma más asequible y respetuosa con el medio ambiente de obtener los servicios básicos de energía para los países más pobres en los que vive el 80% de la población mundial.

La alternativa – inversión en tecnologías dependientes de combustibles fósiles – tendría consecuencias devastadoras. Mientras que las personas más pobres del mundo utilizan sólo una fracción del petróleo, carbón y gas mundial, ellas mismas son las más susceptibles a la hora de sufrir los impactos negativos de su uso si no se toma ninguna medida. Las tecnologías de energías renovables pueden satisfacer las necesidades de las personas. La energía para mejorar la calidad de las condiciones de vida de las personas no tiene que traer asociado el coste del cambio climático.

Los países industrializados deben liderar la manera en que se cambia de combustibles fósiles a energías renovables. Claramente, estos países también deben apoyar el desarrollo de las energías renovables en los países más pobres si vamos a proteger un medio ambiente del que todos dependemos.

Mientras que el Protocolo de Kyoto coloca la responsabilidad para la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero en los países industrializados, es fundamental que el desarrollo de hoy no encadene a los países más pobres a un futuro dependiente de costosas importaciones de combustibles fósiles. Por el contrario, las energías renovables pueden ayudar a combatir la pobreza, ya que sus equipos pueden ser fabricados en el propio país en la mayoría de los componentes, ayudando a las economías locales y liberando fondos nacionales para servicios esenciales tales como la atención sanitaria y la educación.

---

<sup>1</sup> Programa de Desarrollo de Naciones Unidas, *UNDP en inglés*.

## 2/ Necesidades básicas

Se necesitan suministros de energía limpios y fiables para satisfacer incluso las necesidades diarias más básicas de las personas más pobres del planeta. Cada día, cientos de millones sufren carencias por la falta de acceso a servicios esenciales:

- **Suministro de agua potable** – sin energía para el bombeo de agua, las personas frecuentemente no tienen más remedio que confiar en aguas de arroyos contaminadas por residuos fecales humanos o del ganado.
- **Cocina y calefacción** – el calor para cocinar y calentarse es una de las necesidades más básicas de la vida.
- **Alumbrado** – el acceso a un buen alumbrado permite a las personas estudiar o trabajar por las tardes.
- **Comunicación** – la electricidad para una radio o un televisor hace llegar información vital y de primera mano a los granjeros, escuelas y otros habitantes de áreas remotas.
- **Energía para los hospitales y escuelas** – Se necesita energía para alimentar equipos vitales en los hospitales y escuelas rurales tales como la refrigeración para las vacunas y otras instalaciones básicas como el alumbrado.
- **Necesidades agrícolas** – muchas cosechas necesitan procesos, tales como el descascarillado del arroz o el molido de granos para elaborar harinas, de forma que puedan ser empleados en la alimentación. Sin energía mecánica, estas tareas pasan a consumir una enorme cantidad de tiempo, y convertirse en tareas prácticamente agotadoras.

Pero 2000 millones de personas en todo el planeta carecen de los recursos energéticos necesarios para unas condiciones de vida decentes porque no tienen acceso a la electricidad o a instalaciones apropiadas para cocinar. Este número está creciendo ya que el crecimiento de la población supera el número de nuevas conexiones a la red y la provisión de suministro no conectado a la red. La **tabla 1** muestra unas estimaciones del número de personas en distintas partes del planeta que todavía viven sin tener acceso a la electricidad.

Tabla 1. Población sin electricidad en países seleccionados

País	Población sin electricidad
Bangla Desh	90 millones
Brasil	30 millones
China	60 millones
India	400 millones
Indonesia	125 millones
Nigeria	60 millones

La dura realidad diaria de cientos de millones de personas son unas fuentes de energía inapropiadas, caras, sucias y poco fiables tales como lámparas de queroseno, velas e ineficientes estufas de leña que dañan tanto su salud como el medio ambiente y contribuyen a que permanezcan en la pobreza. Las consecuencias en la salud de las personas y sus sustentos son demoledoras.

### Daño a la salud

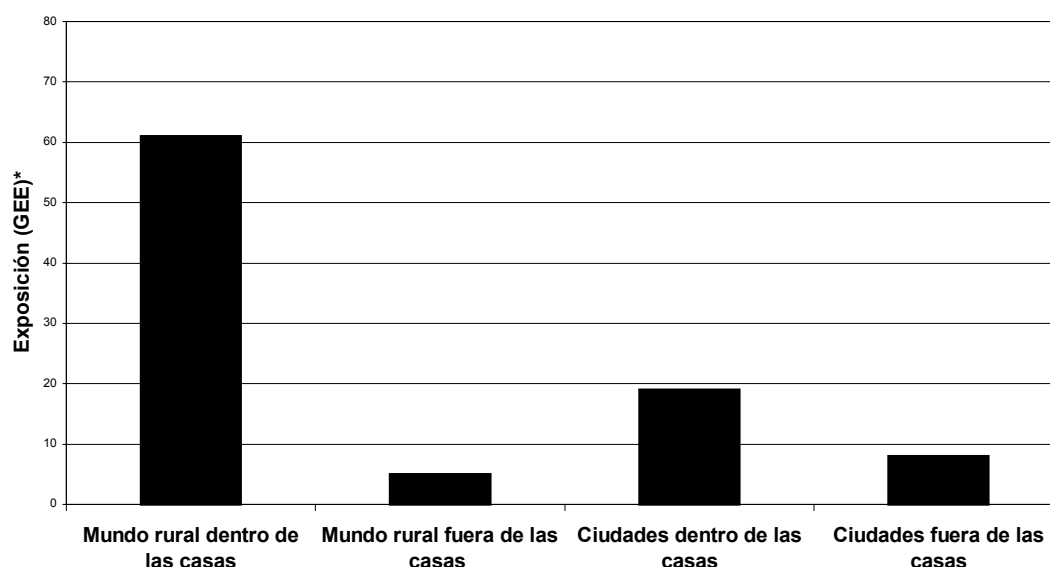
- Sin energía para las bombas y el tratamiento de las aguas, muchas personas carecen de agua potable. Las enfermedades transmitidas por el agua son una importante causa de mortandad.
- La inhalación de humo derivada del uso de estufas ineficientes dentro de las casas origina problemas que debilitan la salud tales como enfermedades respiratorias.
- Millones de personas no tienen acceso a las vacunas debido a la falta de equipos de almacenamiento en frío móviles fiables.
- Trabajar con la pobre iluminación de velas o lámparas de queroseno daña los ojos de la gente.
- Hay un importante riesgo de incendio derivado del uso de queroseno y velas.

## Contaminación del aire por las estufas ineficientes

En muchas áreas rurales algunas de las mayores concentraciones de contaminantes del aire se dan en el interior de los hogares como consecuencia de las ineficaces cocinas y estufas. Los riesgos asociados para la salud recaen de forma especial sobre las mujeres y los niños, que pasan la mayor parte del tiempo dentro del hogar. La **figura 1** muestra que la

exposición a partículas de las cocinas dentro de hogares en áreas rurales de países en vías de desarrollo es mucho mayor que las emisiones de los vehículos al aire libre en áreas urbanas [Grübler]. A menudo los niveles alcanzados rebasan notablemente los niveles de seguridad recomendados por la Organización Mundial de la Salud.

**Figura 1. Exposición a partículas en los países en vías de desarrollo.**



\* GEE es el Equivalente de Exposición Global, basado en el producto de la concentración de contaminantes y las horas que las personas se ven expuestas a los contaminantes.

## Impactos en la forma de vida

- Las mujeres y los niños se ven frecuentemente obligados a pasar varias horas cada día recogiendo combustible de calefacción. Estudios realizados en Nepal han mostrado que muchas mujeres pasan cerca de dos horas y media cada día buscando leña y estiércol de animales para cocinar. Esta rutina diaria les atrapa en la pobreza, impidiendo que inviertan su tiempo en usos más productivos.
- Sin una iluminación adecuada hay pocas oportunidades para estudiar o leer lo que hace aún más difícil que las personas abandonen la pobreza a través de la educación.
- Sin los servicios de energía, particularmente sin electricidad, las oportunidades de empleo son limitadas.
- Tratando de escapar de la baja calidad de vida que existe en el campo, las personas se desplazan de sus comunidades a las ciudades donde existe el riesgo de que sean explotadas y engañadas con trabajos de escasa remuneración o el desempleo.

## Impactos medioambientales

- La destrucción de los bosques ya que los árboles se usan ineficientemente como leña. Esta deforestación conduce a la erosión del suelo, desertificación y aumento de las inundaciones según desaparecen los árboles que retienen el suelo. Más del 70% de las tierras secas del planeta que potencialmente podrían tener uso agrícola han sido afectadas por la desertificación, que afecta a 1000 millones de personas en 100 países.
- Tras el uso de combustibles fósiles, la deforestación es una de las causas más significativas del cambio climático.

Los problemas de salud, económicos y medio ambientales relacionados con fuentes de energía inadecuadas, poco fiables, sucias y caras tienden a exacerbarse entre ellos. Por ejemplo, las enfermedades por agua contaminada ó inhalación de humo hacen a una persona menos capaz para el trabajo, y por tanto con menos posibilidades de pagar por un agua y una energía limpias.

### 3/ La necesidad de cambio es urgente

El enfoque tradicional para resolver estos problemas ha sido extender el uso de las tecnologías que queman combustibles fósiles tales como el carbón, gas natural y derivados del petróleo incluyendo queroseno y gasoleo (diésel). Pero la dependencia de los combustibles fósiles para cubrir las necesidades legítimas de energía de las personas tendrá amplias repercusiones para todos nosotros. Incluso organizaciones 'de primera línea' como la Agencia Internacional de la Energía (AIE) reconocen que la trayectoria energética dependiente de los combustibles fósiles usada a lo largo de todo el siglo XX es insostenible. La AIE ahora alega que deben hacerse cambios considerables en la política energética para salvaguardar el medio ambiente global [AIE a]. El uso extensivo continuo de combustibles fósiles tiene los siguientes impactos en el medio ambiente y los sustentos de las personas.

#### Daño al medio ambiente

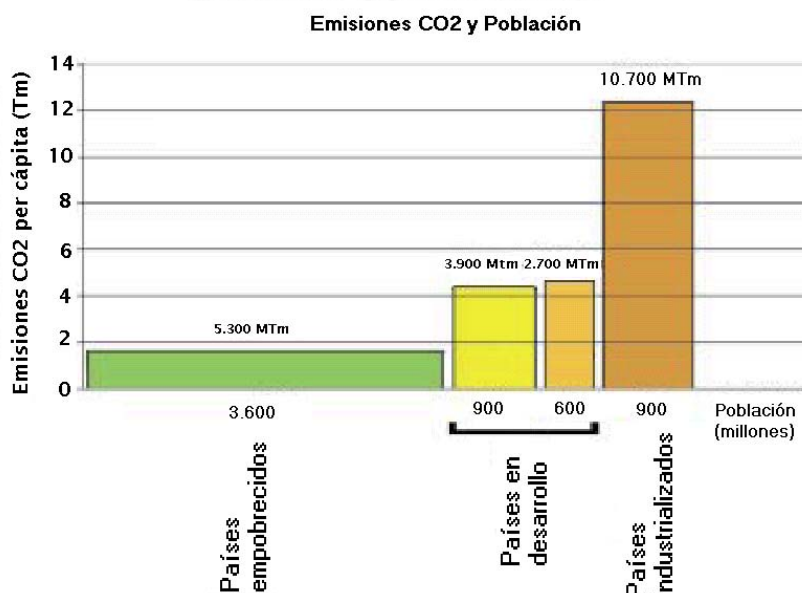
- El cambio climático ya está en marcha y aumentará la frecuencia e intensidad de las inundaciones, huracanes, sequías y elevará el nivel de los mares. Los países más pobres del mundo posiblemente sufrirán esos cambios mucho más severamente que los países industrializados que han producido y continúan emitiendo la mayoría de los gases de efecto invernadero (ver *figura 2*).

- La lluvia ácida daña las cosechas, los árboles, los lagos y los edificios. En la actualidad, una nube contaminante cubre una gran parte del Océano y Sub-continente Indico, lo que ocasiona precipitación ácida con cada lluvia monzónica [WEC].

#### Daño a la forma de vida de las personas

La dependencia de combustibles fósiles importados es insostenible para los países más pobres del mundo. Esto significa que se recorta el dinero que podría utilizarse en servicios esenciales como educación o sanidad. Estas naciones son particularmente vulnerables a pequeñas variaciones en los precios mundiales, lo que hace que los gobiernos recurran a recortes de los inadecuados presupuestos existentes para salud y educación.

Incluso en países que tienen grandes reservas en su territorio de carbón, petróleo y gas, la mayoría de la gente no se beneficia de estos recursos – especialmente los más pobres. Los ingresos se distribuyen de manera irregular con frecuencia, desestabilizando la economía y socavando el desarrollo de una clase media más equilibrada. Con frecuencia las personas ven muy poco más que los derrames de petróleo y otras actividades destructivas que dañan al medio ambiente local del que dependen.



Fuente: Banco Mundial

En las áreas rurales de los países más pobres rara vez es económicamente viable proporcionar una conexión a la red de electricidad nacional, y con frecuencia es inconveniente y caro traer suministros regulares de diésel y queroseno. En muchos casos, los costes de utilizar combustibles fósiles para proporcionar electricidad en estas áreas remotas son muchísimo más elevados que las alternativas de energías renovables que ya están disponibles. Pero aunque cuesten menos durante la vida útil del equipo, las energías renovables suelen tener costes iniciales más elevados, al mismo tiempo que los gobiernos tienden a subvencionar el queroseno y el diésel. Como consecuencia de todo ello, las personas se ven abocadas al uso de unos combustibles fósiles que ni ellos mismos ni su país se pueden permitir.

Los más pobres del planeta pagan por la energía mucho más en proporción a sus ingresos que los ricos, y frecuentemente pagan incluso más que los ricos en términos absolutos. La electricidad producida con generadores diesel cuesta típicamente unos 0,34 euros/kWh y el alumbrado con queroseno puede costar el equivalente a 22,5 euros/kWh [IAEEL]. Para alguien que gana 412 euros al año, pagar 0,34 euros/kWh es como para alguien de un país rico que gana 22,600 euros pagar 19 euros por cada unidad de electricidad.

En la mayoría de las áreas rurales, opciones tan eficientes y económicas como son las linternas

solares no se usan porque no están disponibles. Incluso donde se encuentran sistemas de energías renovables, muchas personas no pueden beneficiarse de sus menores costes globales durante su vida útil ya que no pueden permitirse el alto coste inicial que requieren. Las formas de solucionar este problema, incluyendo un cambio en la distribución de las subvenciones de los combustibles fósiles a las renovables, se discuten en los capítulos 5 y 6.

### **Equilibrio y reparto**

En primer lugar los países industrializados, que llevan contaminando mucho más tiempo así como en mucha mayor cantidad por persona, deben tomar medidas para reducir sus propias emisiones. Pero a menos que se apoye a los países empobrecidos y en vías de desarrollo para adoptar formas generación de energía renovable, ellos también podrían jugar muy pronto un papel muy serio en el cambio climático. En su 'Escenario de referencia' la Agencia Internacional de la Energía prevé un aumento del 60% en las emisiones de CO<sub>2</sub> para el 2020, un tercio de las cuales tendría su origen en nueva generación eléctrica en los países en vías de desarrollo [IEA b]. Pero este tipo de enfoque de seguir como hasta ahora sería tan injusto como insensato. Las tecnologías de las energías renovables pueden satisfacer las necesidades energéticas de las personas más pobres del planeta y también minimizar los impactos del cambio climático.



#### **4/ Soluciones de energía renovable – satisfacer las necesidades de las personas**

**Las energías renovables ya se usan en todo el mundo, proporcionando una energía asequible y fiable a las personas con bajos ingresos de las zonas rurales. Hay disponibles diferentes soluciones de energía renovable para proporcionar diferentes servicios energéticos esenciales. A continuación se esbozan las adecuadas tecnologías fundamentales, los sistemas asociados y los papeles que juegan para proporcionar a las personas unas mejoras asequibles, limpias y sostenibles de la calidad de su vida y el medio ambiente.**

##### **Suministro de electricidad no conectada a la red de en los hogares**

- Los sistemas solares domésticos, los sistemas eólicos a pequeña escala y los esquemas hidráulicos de tamaño familiar proporcionan electricidad para el alumbrado y aparatos de baja potencia tales como una radio o un ventilador. Las familias también usan linternas solares portátiles con una bombilla fluorescente, que proporcionan una mejor iluminación que las lámparas de queroseno o las velas.

##### **Energía para los hospitales y escuelas**

- Los hospitales utilizan energía solar fotovoltaica (PV) o energía eólica para generar electricidad para la refrigeración de los productos médicos, alumbrado, esterilización de los equipos y telecomunicaciones.
- Una energía limpia asequible respalda una mejor educación. Las instalaciones tales como el alumbrado, ordenadores y equipamiento audio-visual pueden significar una enorme diferencia en escuelas que anteriormente tenían una fuente de energía no fiable o escasa.

##### **Suministro conectado a la red**

- los parques eólicos, la hidráulica a pequeña escala, la biomasa, la geotérmica y otras tecnologías de energías renovables son más baratas que las alternativas convencionales en muchas situaciones. Estas tecnologías renovables pueden conectarse bien a pequeñas redes locales o bien a la red de suministro nacional.

##### **Bombeo de agua comunitario**

- Muchas comunidades utilizan equipos solares fotovoltaicos o alimentados por energía eólica para bombear agua para la bebida, el ganado, y en algunos casos el riego. Las energías renovables

también pueden alimentar sistemas de purificación de agua para la obtención de agua potable limpia.

##### **Cocina**

- La biomasa (como la leña, paja o bosta animal) y el biogás (principalmente metano del compostaje) proporcionan la opción más económica para cocinar en muchas áreas rurales y algunas comunidades rurales también utilizan de forma satisfactoria cocinas solares.

- Millones de hogares usan ya cocinas mejoradas, que consumen mucho menos combustible.

##### **Agricultura y comercio**

- La hidráulica a pequeña escala proporciona una energía mecánica directa para el procesamiento de cosechas como los cereales. Los molinos de agua son todavía una parte importante de muchas economías rurales.

- Los sistemas solares fotovoltaicos pueden favorecer aplicaciones generadoras de ingresos como la iluminación nocturna en tiendas y la recarga de baterías de los habitantes locales.

- El secado solar juega un papel importante en las áreas rurales. La utilización del sol para destilar agua está adquiriendo una importancia creciente, especialmente en sitios donde el cambio climático está incrementando el problema de la contaminación de agua dulce por agua marina.

Algunas de estas tecnologías son comparativamente hablando simples, y pueden instalarse muy rápidamente. Otras son más complejas y requieren estructuras de apoyo, a pesar de que en su conjunto ahorren dinero. Comparativamente, tecnologías sencillas como las cocinas mejoradas o las linternas solares reducen la dependencia familiar de caros combustibles fósiles y ayudan a minimizar el cambio climático. Las cocinas y las linternas solares pueden instalarse casi inmediatamente.

A más largo plazo, se debe poner a disposición el abanico más amplio de sistemas de energías renovables para satisfacer las legítimas necesidades energéticas de las personas y se deben instalar las estructuras de apoyo necesarias. Es fundamental la acción que conduzca al cambio porque sin estas opciones renovables de bajo coste, los países en vías de desarrollo no tienen otra opción que seguir la destructiva dependencia de los combustibles fósiles de los países desarrollados.

## 4.1 Electricidad 'fuera de red' en el hogar

### Sistemas solares domésticos

Los paneles solares fotovoltaicos (PV) convierten la radiación solar directamente en electricidad. Los sistemas solares domésticos varían desde un sencillo panel de 12 vatios de pico ( $W_p$ ) conectado directamente a una batería para alimentar una simple luz, a sistemas de varios kilovatios con controladores de carga e inversores que producen energía en corriente alterna (AC) para todo tipo de aparatos y sistemas. Los sistemas solares domésticos modulares se pueden ampliar a lo largo de los años, a partir de un inicio sencillo y comparativamente barato. Por ejemplo, una familia puede empezar por comprar una batería y una iluminación, recargando la batería en un punto central comunitario antes de dar el siguiente paso y comprar un panel fotovoltaico y otros aparatos tales como una radio.

### Energía eólica a pequeña escala

Los aerogeneradores capturan la energía del viento y la convierten en electricidad. Para sistemas pequeños, la energía puede cargar una batería para alimentar la iluminación y aparatos pequeños. Para que los aerogeneradores sean viables, se necesita una velocidad media anual del viento de al menos 4 metros por segundo (m/s), y de preferencia 5-7 m/s. Esto la convierte en una tecnología particularmente idónea para ciertas regiones como las llanuras de Mongolia, donde los vientos soplan a un ritmo constante. Aquí, multitud de poblaciones nómadas ya utilizan de forma habitual aerogeneradores portátiles para hacer funcionar luces, radios y otros aparatos.

### Energía hidráulica familiar

Las unidades familiares de energía hidráulica utilizan caudales de agua de pequeños ríos y canales de riego para generar electricidad – típicamente unos 80W para aplicaciones domésticas de bajo consumo.

### Linternas solares

Cada vez más familias que viven en áreas rurales usa lámparas fluorescentes portátiles con un pequeño módulo fotovoltaico integral. Una linterna solar de  $4W_p$  tiene una eficiencia 100 veces mayor de

conversión de energía a luz que una lámpara de queroseno. Su producción lumínica es dos veces mayor y, por supuesto, no requiere combustible. Proporcionan una enorme mejora respecto a las velas y las lámparas de queroseno, permitiendo a las personas ampliar su día laboral o estudiar por las tardes a un precio más asequible y sin forzar su vista.

## 4.2 Energía para hospitales y escuelas

La energía necesaria para mantener hospitales en áreas rurales de los países en vías de desarrollo es minúscula comparada con los requerimientos actuales en los países industrializados desarrollados. La existencia de energía para funciones básicas como el alumbrado, ordenadores y equipo audiovisual supone una enorme diferencia para escuelas que no tenían electricidad anteriormente.

La disponibilidad de un suministro de energía fiable, limpio y asequible en los centros de salud y los hospitales puede mejorar enormemente los servicios de salud de las poblaciones rurales. Por ejemplo, los programas de vacunación necesitan refrigeración para mantener las vacunas a una temperatura de 0-8°C durante de su transporte y almacenamiento. Los sistemas fotovoltaicos generan electricidad para el alumbrado, almacenamiento de vacunas, refrigeración de sangre y medicamentos, esterilización, radio y telecomunicaciones en centros de salud no conectados a la red de suministro en todo el mundo. En los hospitales más grandes, la energía fotovoltaica también puede proporcionar energía para los servicios de radiología, equipos de laboratorio, bombeo y tratamiento de agua. Los frigoríficos que funcionan con energía fotovoltaica son extremadamente fiables en comparación con los alimentados por queroseno. Esto supone un menor número de incidentes que supongan interrupciones en los programas de vacunación.

Donde los recursos naturales son abundantes, los pequeños sistemas eólicos o hidráulicos también puede proporcionar la fuente de energía. Y los sistemas fotovoltaicos, pequeños sistemas eólicos e hidráulicos también pueden cargar baterías para una utilización comunitaria más amplia cuando no se necesitan por el centro de salud o la escuela.

### 4.3 Suministro conectado a la red

La energía renovable es especialmente conveniente para aplicaciones no conectadas a la red de suministro, para proporcionar energía en áreas remotas. Pero las energías renovables también pueden introducirse en un sistema nacional de red de suministro, reduciendo los impactos medioambientales y la dependencia de costosas importaciones de energía. Las granjas eólicas, la generación hidráulica a pequeña escala, la biomasa, energía geotérmica y otras tecnologías de energías renovables ya son económicamente competitivas en muchas situaciones.

Las energías renovables también pueden conectarse a pequeños sistemas locales de red de suministro en áreas remotas. Por ejemplo, muchos planes de centrales hidráulicas de pequeña escala en China, están conectados a mini redes locales de suministro, proporcionando electricidad a un número de centros de salud, talleres de artesanos y pueblos de la zona. En China, los habitantes de los municipios poseen,

operan y mantienen la mayoría de las plantas de nueva construcción.

### 4.4 Bombeo de agua colectivo

Los sistemas solares fotovoltaicos ó eólicos pueden suministrar agua para el consumo humano, el ganado, y en algunos casos para el riego. Un sistema de bombeo fotovoltaico comprende una serie de paneles fotovoltaicos conectados a un motor eléctrico que mueve una bomba a través de una unidad convertidora de la energía. No hay necesidad de baterías – el sistema bombea cuando brilla el sol.

Las bombas eólicas – molinos conectados a sencillas bombas mecánicas – se llevan utilizado en las granjas más de cien años para bombear agua para el ganado y suministro de agua potable. Existen en una gran variedad de tamaños, produciendo entre 250W y varios kilovatios. Si la velocidad media del viento en un punto es mayor de unos 4m/s, entonces las bombas eólicas son a menudo la opción de bombeo más asequible y considerablemente más barata que los sistemas dependientes de combustibles fósiles.

**Tabla 2. Identificación de tecnologías de energías renovables con las aplicaciones de usuario final**

Necesidad	Tecnología							
	Solar Fotovoltaica	Linternas Solares	Cocinas y secaderos Solares	Bombas Eólicas	Aerogeneradores	Pequeña hidráulica	Biomasa / biogás	Cocinas optimizadas
Electricidad en las casas sin conexión a red de suministro	•	•			•	•		
Centros de salud y escuelas	•				•	•		
Suministro conectado a la red	•				•	•	•	
Bombeo de agua	•			•				
Cocina y calefacción			•				•	•
Agricultura y comercio	•		•		•	•		

### 4.5 Cocina y calefacción

La fuente de energía renovable más ampliamente disponible en los países más pobres es la biomasa – es decir la leña, el estiércol seco de los animales y residuos agrícolas como la paja. Estas fuentes de energía se utilizan para la cocina y calefacción. Cuando el principal producto energético requerido es calor, los combustibles a base de biomasa permanecerán como una de las opciones más adecuadas para muchas comunidades rurales. Por ejemplo, en regiones de India y China, los desechos animales acumulados en minas de biogás producen gas para la cocina y calefacción.

La quema ineficiente de combustibles de biomasa reduce la calidad de vida de las personas y contribuye a serios problemas sanitarios y medioambientales. Afortunadamente, hay maneras sencillas y asequibles de mejorar la eficiencia. Cocinas optimizadas, con una menor demanda de combustibles como la leña, son a menudo el primer paso principal hacia un uso más eficaz de los recursos. Avanzando en el uso de los recursos de biomasa, puede ayudar a desplazar los combustibles fósiles y ayudar a reducir la presión sobre bosques amenazados, minimizando el cambio climático y limitando otros impactos negativos asociados a la deforestación.

El uso de cocinas eficientes energéticamente también aliviaría la pesada carga de millones de mujeres y niños que pasan varias horas al día recogiendo leña para el fuego y reducen enormemente los devastadores impactos sobre la salud de la inhalación de humo. Y pueden producirse a tan solo 3 \$USA cada una. Las cocinas optimizadas no son la única respuesta. En muchas regiones, incluyendo partes de China y Etiopía se están usando también cocinas solares parabólicas, que concentran el calor solar en un recipiente de cocina. Las cocinas solares pueden alcanzar 200°C y son capaces de hervir un litro de agua en cuestión de minutos. Pueden construirse localmente por unos 70 \$USA.

#### 4.6 Agricultura y comercio

La energía hidráulica a pequeña escala puede proporcionar energía mecánica directa para el procesamiento de las cosechas, aserraderos, talleres mecánicos y otras actividades. En Nepal, los ensayos anteriores con tales sistemas se han centrado en utilizar la energía durante el día para el procesamiento agrícola (tal como la molienda y triturado) y la generación de electricidad por la noche. La energía fotovoltaica puede utilizarse en aplicaciones generadoras de ingresos tales como la alimentación de máquinas de coser y de producción de hielo. Los secaderos solares juegan también un importante papel en las áreas rurales.

La **tabla 2** resume las posibilidades de diferentes tecnologías de energías renovables para satisfacer una serie de aplicaciones de usuario final.

## 5/ Renovables en servicio hoy

### **Las energías renovables ya proporcionan energía a millones de familias en los países menos industrializados. Por ejemplo:**

- Los países desarrollados han instalado más de un millón de sistemas solares domésticos. Hay más de 100.000 en China, 85.000 en Zimbabwe, 60.000 en Indonesia y 40.000 en México.
- Unos 150.000 sistemas fotovoltaicos y eólicos se están utilizando en los hospitales, escuelas y otros edificios comunitarios en los países en vías de desarrollo.
- Más de 45.000 planes de hidráulica a pequeña escala se utilizan en China, proporcionando energía a más de 50 millones de personas.
- Más de 100.000 familias en Vietnam utilizan turbinas de agua muy pequeñas para generar electricidad.
- India tiene en funcionamiento 300.000 linternas solares.
- Más de 50.000 pequeñas turbinas eólicas proporcionan electricidad en remotas áreas rurales en todo el mundo.
- Cientos de miles de bombas fotovoltaicas y eólicas se están utilizando en África, Asia y Latinoamérica.
- Se han instalado en China unos 120 millones de cocinas mejoradas, y otros 23 millones más en India.
- Se han construido unos 6 millones de depósitos de biogás doméstico en China.

### **5.1 Sistemas solares domésticos en Kenia – aprender de los éxitos y errores anteriores**

Desde 1985, Kenia mantiene un saludable mercado de energía solar fotovoltaica. Hoy día se venden cada año equipos con un valor entre 2 millones y 4 millones de \$USA. El mercado funciona por la fuerte demanda rural y ha crecido exponencialmente. Los comerciantes de paneles fotovoltaicos operan ahora en casi cualquier pueblo a lo ancho del país. Hoy hay más sistemas de energía fotovoltaica instalados en Kenia (aproximadamente 150.000) que las conexiones existentes bajo el Plan de Electrificación Rural de la “Power and Lighting Company” de Kenia (justo por encima de los 60.000). Aproximadamente un 4% de las casas rurales poseen hoy en día sistemas solares domésticos.

La mayor parte del crecimiento del mercado de la energía fotovoltaica en Kenia ha venido de ventas directas a clientes rurales pagadas en metálico. Pero algunos clientes han efectuado un pago parcial a la

firma del contrato, dejando la cantidad restante a pagar una vez completada la instalación. Otros se han beneficiado de una compra a plazos y de los planes de pago aplazado [Agumba]. En general, el crédito formal no está disponible para la vasta mayoría de las áreas rurales con bajos ingresos, pero los acuerdos de crédito informales se han usado con éxito para expandir el mercado a aquellos que no podían permitirse los costes iniciales.

En algunas áreas, los ingresos rurales son altos (para los estándares africanos) debido a los ingresos provenientes de cultivos comerciales tales como el café ó el té. La demanda de luces, radio y televisión a la vista de la lenta expansión de la red de suministro llevó a muchos granjeros, maestros y hombres de negocios a buscar alternativas.

A mediados de los 80 varias demostraciones a pequeña escala e iniciativas de formación respaldadas por agencias de ayuda, ONGs, y organizaciones eclesíásticas, estimularon el interés por la tecnología entre los clientes potenciales. Se formó a los técnicos locales para instalar sistemas a los clientes de alto poder adquisitivo. Los electricistas y comerciantes locales rápidamente se dieron cuenta de que la energía fotovoltaica podría llenar un nicho de mercado que en ese momento estaba dominado por el generador diesel. El coste de un sistema de energía fotovoltaica – entre 500 y 1000 \$USA – era con frecuencia menor que el coste inicial de un generador convencional. La demanda de energía fotovoltaica aumentó rápidamente y ahora hay 15 distribuidores de sistemas en Nairobi.

#### **Lo que le hace atractivo para la gente**

En Kenia, dos ingredientes clave han contribuido al crecimiento próspero de esta industria:

- **Fuerte demanda local** – la energía solar es la opción más económica en muchas áreas rurales y un número significativo de personas puede permitirse estos sistemas. El éxito de los anteriores proyectos de demostración contribuyó a aumentar la confianza de las personas en la tecnología.
- **Infraestructura adecuada** – los instaladores y vendedores locales en las áreas rurales ayudan a garantizar las prestaciones y el servicio post-venta, respaldando la confianza de las personas en el uso de la tecnología. Importadores, técnicos y fabricantes de componentes del sistema tales como baterías y luces también hacen de la tecnología una opción práctica. Los fabricantes locales han rebajado los precios de los sistemas y aseguran la disponibilidad de piezas de repuesto. Aparatos de TV chinos baratos también están disponibles y la red de TV alcanza a la mayoría de la población.

## Lo que desanima a la gente

Estos factores han reducido los costes y aumentado la demanda. Pero todavía hay problemas – por ejemplo, algunos vendedores venden equipos inadecuados, de baja calidad vendiéndolos a menor precio que los equipos disponibles de buena calidad. Programas tales como la “Iniciativa de transformación del Mercado de la energía fotovoltaica” (que funciona en Kenia y otros países) están trabajando con los comerciantes y el gobierno para proporcionar un mejor servicio y reducir las barreras financieras que impiden el crecimiento del mercado. Los principales retos que permanecen son:

- **Precios excesivamente abultados para el consumidor** – impuestos elevados en los componentes y altos costes de transacción entre los comerciantes han elevado los costes.

- **Equipos y servicios de baja calidad** – a veces los elevados costes iniciales de los sistemas se reducen mediante el empleo de equipos de baja calidad o de menor capacidad. Al final, esta práctica tiene costes globales más elevados para la población ya que el equipo falla y se tiene que reemplazar. Estos problemas son consecuencia de una falta de estándares de calidad e instalación. Equipos e instalaciones de baja calidad hacen mella en la confianza del consumidor, no obstante que éste es un mercado competitivo, los consumidores han sido capaces de cambiar a suministradores más fiables.

- **Falta de crédito** – Antes de que las gentes más pobres puedan permitirse sistemas solares domésticos, se requerirá alguna forma de sistemas de créditos con préstamos a baja tasa de interés. Recientemente el gobierno de Kenia ha reconocido el importante papel de la energía fotovoltaica en la electrificación rural.

## 5.2 Sistemas solares domésticos en Kiribati – transformar un programa

Kiribati es una pequeña nación isleña del Pacífico. Dado su aislamiento, los sistemas de energía fotovoltaica son la manera más barata de obtener electricidad. El primer programa fotovoltaico para proporcionar sistemas solares domésticos empezó en 1984 con fondos estatales y ayuda extranjera. El propósito era asegurar que se instalaran sistemas de buena calidad y que los usuarios finales fueran entrenados adecuadamente. Se formó la “Solar Energy Company” como una compañía privada perteneciente al estado para llevar a cabo el proyecto.

Sin embargo, pronto la demanda descendió rápidamente. Los clientes estaban extremadamente insatisfechos porque los sistemas no estaban funcionando como se esperaba. Había dos razones principales para ello: un mantenimiento muy pobre y un infradimensionamiento de los sistemas para reducir los costes iniciales. De tal forma que aunque

había una gran demanda de electricidad y capacidad suficiente para cubrirla (aunque Kiribati tiene uno de los ingresos per cápita más bajos del mundo), la gente no estaba interesada en la energía fotovoltaica.

Los líderes del proyecto decidieron cambiar el centro del proyecto de la venta de material a la venta de servicios de energía. En lugar de vender sistemas, la “Solar Energy Company” se convirtió en una empresa rural. Instaló sistemas, pero retuvo la propiedad y la responsabilidad sobre ellos, y cargó unos 7 \$USA mensuales por el uso de tres lámparas y una radio. Técnicos formados realizan un mantenimiento preventivo mensual. Este enfoque resultó sumamente positivo, y otras naciones isleñas están desarrollando ahora programas similares.

## Lo que le hace atractivo para la gente

La experiencia en Kenia, Kiribati y otros lugares muestra que no existe una solución única para el abastecimiento rural de energía. Pero hay factores comunes para el éxito. Estos incluyen:

- consultar con las gentes locales para conocer sus necesidades reales,
- una fuerte demanda local del servicio,
- un buen apoyo en curso,
- posibilidad de pagarlo.

También tienden a aparecer problemas similares:

- servicio de mala calidad,
- costes iniciales elevados, que llevan a un infradimensionado de los sistemas y a su consecuente rendimiento escaso.

## 5.3 Biomasa en India – satisfacer las necesidades de energía de las personas

En el pueblo de Pura, cerca de Bangalore, ha habido un intento de promover sistemas de biogás comunitarios para la cocina en lugar del combustible de leña. Parecía una propuesta excelente y bastante evidente. El biogás se extrae de los desechos agrícolas mediante el compostaje y captura de los gases. Quedaría disponible una fuente de energía limpia y barata al mismo tiempo que se produce un compost útil y se disminuye la presión a los bosques de los alrededores. Pero en Pura los aldeanos no hicieron el mantenimiento de los sistemas de gas una vez que se fueron los especialistas en energía renovable.

Este fue un caso clásico de un programa diseñado por extraños sin el entendimiento suficiente de la situación local. La recolección de leña en Pura es relativamente fácil, y por tanto los aldeanos tienen poca necesidad de biogás para la cocina. Cuando, después del fallo de los primeros sistemas de biogás los aldeanos fueron adecuadamente consultados sobre lo que realmente querían y necesitaban, la respuesta fue agua potable limpia y un suministro de electricidad fiable. Como consecuencia, el sistema de biogás se adoptó para alimentar el suministro de electricidad a la comunidad y un pequeño motor para bombear el agua potable directamente a las casas. Las familias pagan ahora una tasa mensual fija asequible por la conexión del agua y la electricidad.

#### **Lo que le hace atractivo para la gente**

El caso de Pura muestra la importancia de:

- implicar a la comunidad local en la fase de planificación
- entender la naturaleza del servicio requerido más que simplemente una tecnología que funciona bien.

Estas lecciones pueden resultar obvias ahora, pero ha costado pruebas y errores llegar a esa conclusión.

### **5.4 Linternas solares en India – cambiando las subvenciones de los combustibles fósiles hacia las energías renovables**

Latuu es un empleado agrícola que vive en el pueblo de Mangraulli, India. Laatu y su familia solían tener una lámpara de queroseno para alumbrar su choza, pero no proporcionaba una luz de buena calidad para la lectura y la lámpara era inutilizable durante el ventoso invierno. Afortunadamente, una subvención del gobierno de 1600 Rupias (34 \$USA) supuso que la familia de Latuu pudiera permitirse comprar un linterna solar. El hijo de Latuu, el primero de la familia que se prepara para los exámenes de la escuela superior señaló: 'La lámpara de queroseno tan solo ahuyentaba las sombras. Esta lámpara solar ilumina la habitación entera.' [Mathur].

#### **Lo que le hace atractivo para la gente**

En India, el queroseno para el alumbrado está subvencionado a razón de 5,15 rupias (0,11 \$USA) por litro. Esto añade un enorme coste que corre a cuenta de los ciudadanos indios que pagan impuestos. Cuando obtuvieron su linterna solar, la familia de Latuu recortó su uso de queroseno de 120 litros a poco más de 20 litros al año. La linterna solar no sólo proporciona una mejor iluminación, sino que también representa un ahorro sustancial para la familia de Latuu y el gobierno en términos reales durante su vida útil.

### **5.5 Hidráulicas familiares en Vietnam**

Los sistemas de energía hidráulica familiar están siendo ampliamente usados en Vietnam. Formados por un generador y una turbina de agua de 50W a 1kW que está en la corriente agua pero que no bloquea su flujo, se pueden comprar en Hanoi y otros mercados por todo el país. Por menos de 30 \$USA se compra una turbina y un generador que suministrará unos 80W – suficiente para varias bombillas y una radio. La energía hidráulica familiar también carga baterías, que a su vez hacen funcionar luces o incluso una televisión.

De los 78 millones de personas en Vietnam, 12 millones viven en áreas que no serán conectadas a la red de suministro en un futuro inmediato dados los altos costes de la extensión del sistema. Muchas de ellas viven en regiones montañosas del país donde hay un vasto potencial para pequeños sistemas de energía hidráulica. Pero incluso en áreas de tierras bajas, se están usando los sistemas de energía hidráulica – una caída de sólo un metro ó dos es suficiente. A menudo, las turbinas se pueden instalar en corrientes pequeñas y canales de riego cercanos a las casas de los cultivadores de arroz.

#### **Lo que le hace atractivo para la gente**

Los sistemas son baratos y fáciles de instalar, y la mayoría de las familias han instalado el equipo por sí mismos sin necesitar ayuda de expertos. Hoy hay más de 120.000 sistemas de energía hidráulica familiar en uso en Vietnam – a ese nivel se ha llegado desde apenas 3.000 en 1993. Este tremendo crecimiento ha sido soportado enteramente por la demanda local, sin ningún apoyo gubernamental. Pero todavía hay un enorme mercado sin explotar, tanto en Vietnam como en otros lugares.

## 6/ Invirtiendo en energía y en las personas – plan de acción global

Conseguir energías renovables para 2.000 millones de personas requerirá múltiples iniciativas bien dirigidas. Las comunidades locales deben implicarse en los proyectos desde sus fases más tempranas, de tal forma que éstos sean diseñados para cubrir las necesidades más acuciantes de las personas. Se necesita una gama de tecnologías de energías renovables para servir las legítimas necesidades energéticas de los habitantes más pobres del planeta. La tabla 3 da una idea de la escala del reto.

### 6.1 ¿Es posible?

Esta es un reto ambicioso, pero bajo ningún concepto imposible. Supondrá un compromiso de esfuerzo en tres áreas interrelacionadas: la capacidad técnica, la financiera e institucional de construir – es decir, promover las organizaciones comerciales y estructuras comunitarias que pueden entre todas hacerla realidad y asegurar que los programas sean sostenibles.

#### Viabilidad técnica

Alcanzar este reto supone multiplicar por diez el número de sistemas de energías renovables disponibles. También supone suministrar en su totalidad la infraestructura de apoyo. Esto parece pedir mucho, pero la utilización de Internet y de teléfonos móviles creció incluso a un ritmo incluso más rápido que éste durante los años 90.

Tabla 3. Cubriendo las necesidades de las personas

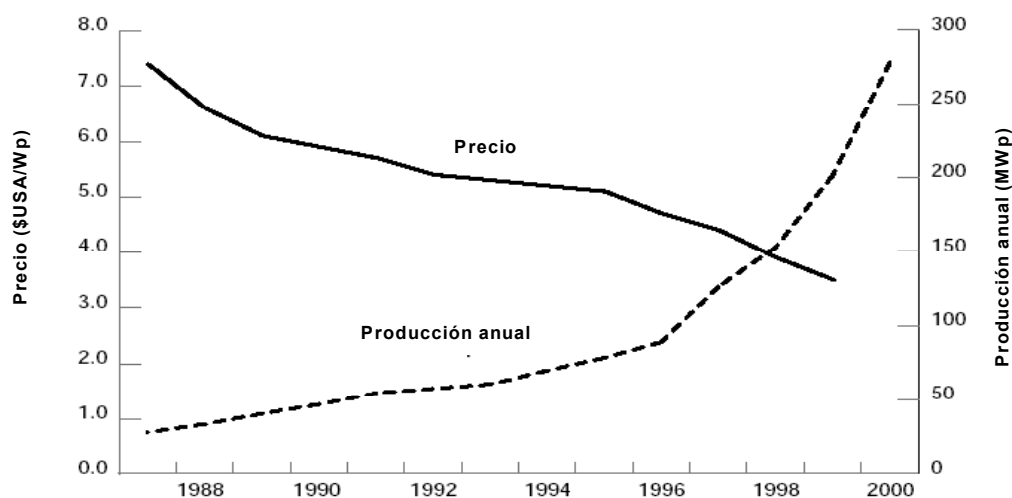
Aplicación	Nº de sistemas* (millones)	Nº de personas servidas** (millones)	Coste aproximado (miles de millones euros)
Planes de energías renovables locales & nacionales conectados a la red de suministro ***	0.03-0.05	400-650	90-147
Electricidad para los hogares fuera de la red de suministro	100-200	500-1,000	77-154
Cocina	70-120	350-600	2.3-4.5
Bombeo de agua	1-2	100-200	4.5-9
Centros de salud, escuelas & otros edificios públicos	0.5-1.0	300-600	7.9-15.8
<b>Total</b>	<b>~250</b>	<b>2,000**</b>	<b>225-280</b>

\* Estos son además de las instalaciones existentes.

\*\* Habrá un cierto solapamiento en la provisión, por ejemplo, en ciertas áreas puede ser necesario tanto iluminación solar como bombeo de agua.

\*\*\* Incluye aplicaciones comerciales.

Figura 3. Precio y producción anual de la energía fotovoltaica [IT Power]





**Tabla 4. Capacidad aproximada de energía fotovoltaica requerida para cubrir las necesidades**

Aplicación	Número de sistemas (millones)	Tamaño típico del sistema (Wp)	Capacidad (GWp)
Linternas Solares	50-100	10	0.5-1.0
Sistemas domésticos Solares	40-80	50	2.0-4.0
Sistemas de centros de salud / escuelas	0.5-1.0	1000	0.5-1.0
<b>Total</b>			<b>3.0-6.0</b>

De la misma manera que la brusca caída de los precios llevó a un rápido despegue del uso del petróleo a comienzos del siglo XX, energías renovables como la eólica y la fotovoltaica están hoy cerca de su despegue. En muchos casos, la fotovoltaica será la tecnología más apropiada para la electrificación doméstica rural no conectada a la red de suministro. El mercado mundial de la fotovoltaica ha crecido exponencialmente durante los últimos diez años, según los costes de los paneles fotovoltaicos han ido cayendo dramáticamente (ver la **figura 3**). Es probable que el coste de los paneles fotovoltaicos caiga más aún en los próximos diez años, especialmente si se llevan a cabo programas de electrificación rural de amplio alcance.

Para alcanzar el objetivo del 2012, serían necesarios entre 3GW<sub>p</sub> y 6GW<sub>p</sub> no conectados a la red de suministro de energía fotovoltaica. La **tabla 4** muestra una indicación del número de sistemas requeridos.

Entre 1993 y 2000, la tasa de crecimiento de la industria fotovoltaica mundial fue de un 24.5% de promedio anual. Si esta tasa continuara, la capacidad mundial total de energía fotovoltaica instalada alcanzaría los 17GW<sub>p</sub> en 2012. Sin embargo, recientemente, el mercado ha estado creciendo incluso más rápidamente, alcanzando un 35%. A esta velocidad, la capacidad total mundial alcanzaría 39GW<sub>p</sub> en 2012.

Pero estas espectaculares tasas de crecimiento aplican a la totalidad de la industria fotovoltaica, incluyendo aplicaciones tales como los sistemas fotovoltaicos de los tejados en países desarrollados que están conectados a la red de suministro. A un 20% anual, la tasa de crecimiento de las aplicaciones fotovoltaicas rurales no conectadas a la red de suministro ha sido ligeramente más lenta que la de la

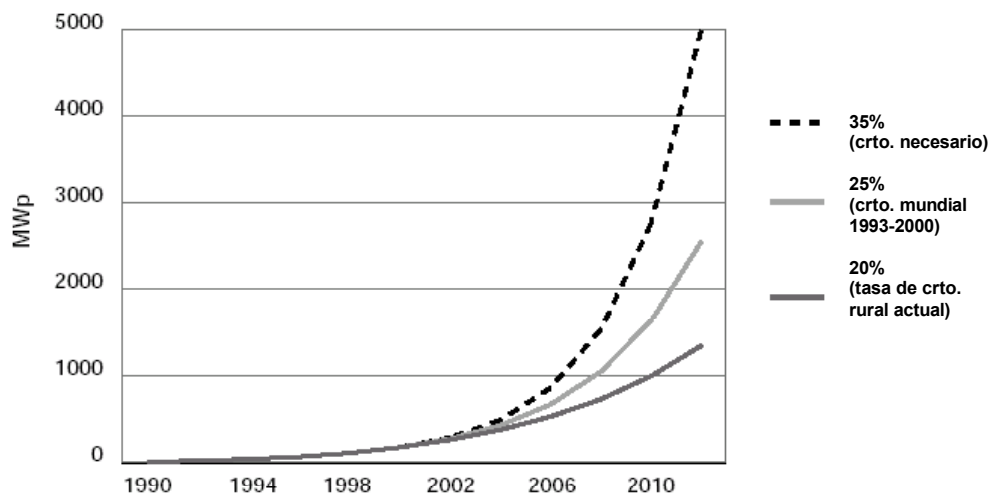
industria en su totalidad [Maycock]. Esta tasa necesita aumentar a un 34% para alcanzar una capacidad instalada total de 4,5GW en 2012, como muestra la **figura 4**.

4,5GW<sub>p</sub> de energía fotovoltaica rural no conectada a la red de suministro en países en vías de desarrollo en el 2012 es una cantidad viable – pero sólo si existe el suficiente apoyo político. La tasa de crecimiento actual del 20% es un reflejo de la presente falta de apoyo para el sector rural no conectado a la red de suministro. Por el contrario, en Japón y Alemania, donde existen planes de apoyo y objetivos gubernamentales, las tasas de crecimiento de la energía fotovoltaica han superado el 70% en los años recientes. Japón individualmente tiene un objetivo nacional para 2010 de 5GW<sub>p</sub> de energía fotovoltaica.

La energía hidráulica a pequeña escala será con frecuencia la opción más adecuada en zonas donde existe una fuente hidráulica natural situada cerca de la demanda de energía. La energía hidráulica a pequeña escala es una tecnología bien conocida. La tasa de crecimiento no necesita ser tan alta como para la energía fotovoltaica.

Las oportunidades para la tecnología de la energía eólica son sustanciales, aunque no tan grandes como las de los sistemas de energía fotovoltaica. Construir la infraestructura necesaria durante la próxima década está bien dentro de los recursos de la industria – siempre que se proporcione el apoyo político y financiero. La recarga de baterías por energía eólica es más económica que con energía fotovoltaica en zonas con altas velocidades medias del viento. En las llanuras de Mongolia, por ejemplo, donde el viento sopla a ritmo constante, multitud de pueblos nómadas utilizan generadores eólicos portátiles para alimentar las luces, radio y otros aparatos.

**Figura 4. Capacidad acumulada de energía solar fotovoltaica rural no conectada a la red de suministro**



### Baterías

Es importante tener en cuenta la cantidad de acumuladores que se necesitarán para alcanzar los objetivos, y el impacto medioambiental de esos acumuladores. Para el futuro inmediato las pilas de ácidos de plomo se utilizarán para la mayoría de los sistemas fotovoltaicos y eólicos autónomos, ya que es la tecnología de almacenamiento de energía más asequible y ampliamente disponible. Aunque están lejos de ser el ideal, las baterías de los coches se utilizarán en muchos casos, y baterías solares especialmente diseñadas en otros. En ambos casos, existe un impacto medioambiental debido a la minería y procesamiento del plomo y a otras partes del proceso de manufacturación. Las pilas tienen una vida útil de aproximadamente dos a tres años, dependiendo del clima y el modo de utilización.

Se necesitarán un total de aproximadamente 175 millones de baterías grandes (de unos 80Ah) además de los 100 millones de pilas más pequeñas para las linternas. Por comparación hay hoy en día 600 millones de coches de pasajeros en todo el mundo y este número se espera que continúe creciendo más rápidamente que el crecimiento de la población, al menos hasta el 2020. De estos números parecería que los requerimientos adicionales de baterías no son demasiado desafiantes. Sin embargo, la distribución de automóviles es extremadamente irregular y por tanto el incremento de baterías en países determinados es probable que sea grande. Por ejemplo en India hay actualmente unos 7.5 millones de vehículos comparados con 400 millones de personas sin electricidad. Se necesitarían unos 30 millones de baterías grandes y 25 millones de baterías más pequeñas para la electrificación rural en India.

La cantidad de plomo que se libera al medio ambiente depende de la vida útil de la batería [Real]. Extender el mantenimiento de los sistemas para asegurar una vida óptima de la batería es fundamental, como lo es mas capacidad para el reutilización y reciclaje de los componentes de las baterías, incluido el plomo.

Una buena forma de promover esto es pagar por el servicio proporcionado, en el que la batería queda en propiedad de la empresa rural de servicio público. En tal caso, una parte de las obligaciones de la compañía debería ser mantener, y quizás asegurar el reciclaje de las baterías. De manera alternativa, un único comerciante proporcionando crédito al cliente, instalación, mantenimiento, repuestos, formación y reciclaje de las baterías también podría ser adecuado.

### Viabilidad financiera

Se estima que el coste total de proporcionar **energía renovable a 2000 millones de personas está entre 220 y 280 mil millones de euros** – una cantidad enorme hasta que uno la compara con la de la alternativa de combustibles fósiles. La AIE estima que tendrían que **invertirse 960 mil millones de euros** en plantas de generación eléctrica alimentadas con **combustibles fósiles ‘convencionales’ a lo largo de las próximas dos décadas** para alcanzar el objetivo siguiendo con el sistema actual [AIE b]. Y esto es sin tener en cuenta los **aproximadamente 540 mil millones de euros que las personas de escasos ingresos tendrán que gastar en fuentes de energía no sostenibles e insatisfactorias** tales como el queroseno y las velas durante el mismo periodo, si no tienen acceso a las renovables.

Facilitar el crecimiento necesario en renovables significará disponer de fondos para ayudar a estimular el mercado para las tecnologías de energías renovables. Esto incluye:

- proporcionar crédito a usuarios finales a través de los distribuidores o los bancos locales con el fin de estimular la demanda
- proporcionar préstamos a los detallistas que les permita establecer sus negocios
- proporcionar una financiación inicial a los bancos para contrarrestar la impresión de riesgo de las nuevas tecnologías
- proporcionar becas y apoyo para iniciar los esquemas de formación requeridos.

Encuestas de mercado en África y Asia han descubierto que alrededor del 5% de las poblaciones rurales podrían pagar en metálico un sistema solar doméstico. Otro 20-30% podría permitirse un sistema solar doméstico si hubiera disponible un crédito a corto o medio plazo, y otro 25% podría permitirse un sistema solar doméstico con un crédito a largo plazo o en leasing. En los lugares donde hay un viento adecuado, un recurso hidráulico o de biomasa, existen otras opciones de energías renovables generalmente más económicas que la fotovoltaica, y por tanto serían incluso más asequibles cuando se den estas condiciones.

Los habitantes de comunidades rurales en los países en vías de desarrollo gastan típicamente entre 3,4-22,6 euros / mes en queroseno, velas, u otros productos energéticos – un coste energético extremadamente alto tanto para ellos como para el medio ambiente dada la baja calidad del servicio recibido. Con una financiación adecuada se podría disponer de un sistema solar doméstico a unos 6 euros al mes, permitiendo a las personas comprarlos durante varios años o usarlos en base a una tarifa por el servicio.

En muchas situaciones, la energía renovable puede instalarse sin ningún coste extra o incluso representando un ahorro mediante el cambio de las subvenciones de los combustibles fósiles tradicionales hacia las energías renovables (véase la sección 5.4).

Una encuesta en Madagascar mostró que el hogar medio de seis personas gasta unos 2.800 francos malgaches (2,82 euros) al mes en combustible para cocinar. Cocinas optimizadas, que mejoran la eficiencia en un 60%, cuestan 1.750 francos malgaches (1,8 euros), recuperándose la inversión inicial en tan sólo tres meses.

Para proporcionar esta visión de energía sostenible para todos, deben romperse barreras financieras clave. Estas incluyen:

- **Suministros de electricidad convencional subvencionados** – el queroseno y otros combustibles fósiles reciben con frecuencia importantes subvenciones, vendiendo a menos precio lo que de otra forma serían opciones competitivas de energías renovables.

- **Incertidumbre que rodea a la extensión de la red de suministro eléctrica** – muchos hogares rurales han visto las energías renovables no conectadas a la red de suministro como una medida provisional de segunda clase. En Sudáfrica, por ejemplo, la gente que podría haberse beneficiado de los sistemas de energía renovable han elegido esperar a una conexión a la red de suministro fuertemente subvencionada.

- **Carencia de financiación asequible** – muchos bancos locales han sido reticentes a la hora de proporcionar pequeños créditos a la población rural, o cargan tasas de interés muy altas, ya que los costes de transacción son altos y el riesgo de incumplimientos en el pago se percibe como alto.

Es también importante que los gobiernos garanticen a los inversores que las políticas no cambiarán de un día para otro, que se proporcionará a los instaladores e ingenieros de mantenimiento apoyo y acceso a la formación, y que los derechos de distribución se respetarán.

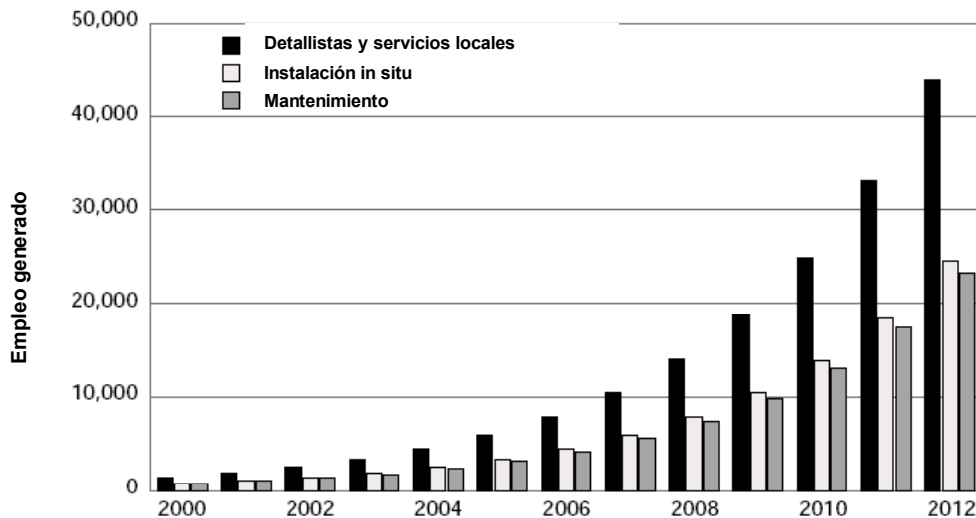
#### Viabilidad institucional

Desarrollar las capacidades e infraestructura local es una parte vital para asegurar el éxito a largo plazo de los programas de desarrollo.

Tomando la energía fotovoltaica como un ejemplo, una capacidad instalada de 4,5GW<sub>p</sub> en 2012 requiere una tasa de producción anual que alcance más de 1GW<sub>p</sub> en 2012. Asumiendo que un tercio de ella sea manufacturada o ensamblada en los países mismos, más que importada, entonces se necesita crear una capacidad de producción / ensamblaje de unos 0,7 GW<sub>p</sub> en los países en vías de desarrollo (asumiendo un 50% de utilización de la capacidad). Esto es equivalente a unas 1000 fábricas produciendo 50 sistemas solares domésticos (SHS) al día.

La experiencia europea ha demostrado que cada MW<sub>p</sub> de energía fotovoltaica instalada al año crea 40 puestos de trabajo en minoristas y servicios locales, 23 en instalación in-situ, y 21 en mantenimiento. Partiendo de estas estimaciones, el empleo generado para alcanzar los objetivos se muestra en la **figura 5** [IT Power]. Posiblemente los números sean algo mayores en los países en vías de desarrollo, donde la mano de obra es más barata. También habrá muchos más puestos de trabajo en la producción, venta, instalación y mantenimiento de un amplio rango de otras tecnologías renovables aparte de la energía fotovoltaica tanto para su uso fuera de red como conectado a la red de suministro.

**Figura 5. Empleos creados por 4.5GW de energía fotovoltaica**



Una barrera principal para el crecimiento en el uso de las energías renovables es la falta de concienciación del potencial y las características de las energías renovables. Por tanto, la educación de las personas a todos los niveles debe ser una prioridad. Será necesaria decisivamente, una formación técnica en la producción, ensamblaje, financiación, instalación, mantenimiento y uso de los sistemas de energías renovables.

En áreas donde la gente tiene poca experiencia en energías renovables es mejor empezar con proyectos de demostración. Estos estimulan el interés y proporcionan la oportunidad de formar a técnicos locales.

## 6.2 cómo hacer que funcione

Es importante aprender lecciones de los errores pasados, algunos de los cuales se describen en el Capítulo 5. Aunque millones de sistemas de energías renovables funcionan con éxito en todo el mundo, los países más pobres también han visto multitud de proyectos fracasados, en los que los sistemas se han dimensionado de manera equivocada, se han usado incorrectamente, o el mantenimiento ha sido pobre. A pesar de las muchas situaciones diferentes donde las energías renovables tienen una valiosa contribución que hacer, deben encararse barreras similares. Décadas de experiencia muestran que para que un proyecto tenga éxito, se tienen que cubrir las necesidades reales de las personas, ser asequible y fiable. Varios ingredientes claves ayudan a liderar un proyecto con éxito:

### Lo adecuado

Un programa de éxito debe basarse en los deseos y las necesidades de las personas que lo usarán, y debe estar conducido por su demanda de servicios (luz, bombeo de agua, etc.), más que simplemente centrándose en proporcionar tecnologías de energía.

La aportación local es vital para asegurar lo adecuado de un sistema. Los sistemas de energías renovables no pueden ser simplemente 'disparados' en masa. Sin primero investigar las necesidades, preferencias y habilidades de las gentes locales, los sistemas pueden ser mal diseñados y caer en desuso. A fin de cuentas son las gentes locales quienes usarán, mantendrán, guardarán, protegerán y se enorgullecerán del sistema. Por tanto debe haber participación en todas las fases del proyecto, empezando desde el desarrollo del concepto.

Muchos proyectos diferentes, bien dirigidos tienen que ser desarrollados, enfocados a las necesidades y situaciones de miles de comunidades diferentes.

## Accesibilidad

Se debería dar un papel en los mercados de los países en vías de desarrollo a programas de subvenciones bien diseñados – especialmente las llamadas ‘subvenciones inteligentes’ que son transitorias, administradas competitivamente y basadas en realizaciones –. Ejemplos de los pasados 20 años en el uso de las subvenciones para introducir tecnologías de energías renovables – especialmente energía fotovoltaica en las áreas rurales – muestran muy claramente cómo las subvenciones se ponen en marcha de la mejor manera. En países donde ya hay mercados emergentes de energías renovables, se tiene que poner un especial cuidado de que las subvenciones no acaben con estos mercados. La **tabla 5** da a grandes rasgos un breve repaso de algunas de las lecciones aprendidas más importantes.

Si aquellos que se benefician de ellas tienen un compromiso financiero adecuado, aumenta la posibilidad de que los proyectos sean viables a largo plazo. Un enfoque que funciona a menudo muy bien es el pago por servicio, en la que una compañía posee y mantiene el sistema y los usuarios pagan una tasa mensual por el uso. Esto hace posible que la gente obtenga sistemas apropiados sin tener que afrontar los elevados costes iniciales.

## Fiabilidad

Asegurar que los sistemas están bien diseñados e instalados, utilizando componentes de calidad, con un adecuado servicio y mantenimiento en marcha es vital para asegurar el éxito de los programas de energías renovables. Esto significa poner a funcionar programas de formación para aquellos que instalarán, utilizarán y mantendrán los sistemas.

Con frecuencia los costes de capital inicial de los sistemas han sido reducidos mediante la utilización de componentes que están infradimensionados o ensamblados de cualquier manera. Esto trae como

consecuencia una vida útil del producto más corto e – irónicamente – costes globales más altos. Esto ha socavado la confianza de la gente en varios programas en el pasado.

Sin una infraestructura local para el mantenimiento y servicio post-venta, los sistemas pueden caer en desuso. Se necesita un cierto grado de producción o ensamblaje local de tal forma que los repuestos y el conocimiento estén disponibles localmente. La producción local también es importante para reducir los costes y la dependencia de importaciones, que están sujetas a las fluctuaciones de las tasas de cambio. Además, hay muchas ventajas que pueden obtenerse de hacer uso de las redes existentes para establecer las infraestructuras de distribución, mantenimiento, servicio de reparaciones y financiación.

Para que los sistemas proporcionen beneficios continuos y a largo plazo es esencial tener una infraestructura comercial de negocios de energía renovable marcadamente próspera, incluyendo a los importadores, fabricantes, distribuidores, instaladores e ingenieros de mantenimiento, que sean propiedad y estén operados por la gente de los países mismos.

Proporcionar energías renovables a 2000 millones de personas viviendo en los países más pobres del planeta debe ser una prioridad global. Si vamos a detener el calentamiento global, el pensamiento político tiene que cambiar y disminuir la dependencia global en los combustibles fósiles. Cubrir las necesidades esenciales de energía de los habitantes más pobres del planeta con energías renovables es un reto significativo. Lo bueno es que no existe ninguna barrera técnica, financiera o institucional insuperable para conseguir este objetivo. Pero el cambio no ocurrirá simplemente por sí mismo. Necesitamos la voluntad política para que suceda. Proporcionar energías renovables a aquellos que más lo necesitan supone cambiar las actitudes actuales hacia el desarrollo energético.

**Tabla 5: Subvenciones ‘Inteligentes’**

<b>Subvención inteligente</b>	<b>Subvención no inteligente</b>
Cubre una necesidad genuina de energía de la comunidad local, aunque puede dirigirse sólo a un área o grupo de una comunidad local (p.e. granjeros, pequeños negocios, propietarios de viviendas).	No cubre una necesidad genuina de energía de la comunidad local.
El plan contempla la disminución del coste del préstamo sin que sea visto como un ‘regalo’.	Crea una distorsión del mercado tal que el mercado privado fuera del plan de subvenciones quede interrumpido o reducido.
La duración de la subvención es conocida por todos los participantes y ampliamente publicitado.	Desconocida longevidad del plan.
Todos los participantes lo suscriben, incluyendo a todos los ministerios estatales pertinentes.	Afectado por las competencias políticas nacionales, regionales y municipales.
La inversión en infraestructura local y capital humano (por ejemplo, formación, asistencia para desarrollar las cadenas de distribución etc.).	La inversión es específica del lugar y totalmente orientada a la instalación, lo que lleva a expectativas de precio demasiado optimistas por parte de otros usuarios potenciales.
Se toma tiempo para consultar con la gente y los hombres de negocios locales sobre qué es lo que quieren y necesitan, y para averiguar qué plan es el que mejor encaja en la infraestructura social local.	Mentalidad ‘Talla única’, que ocasiona la falta de compromiso comunitario y altas tasas de fallo.
Replicable (con algunas modificaciones locales).	Enfoque individual único.
Sencillo de administrar y comprender, con responsabilidades locales.	Complicado, no transparente y controladas centralmente.
Estructura de información y gestión, que permite la regulación del plan sin sobrecargarlo.	Burocracia muy pesada, escasa regulación, o estructura de información y gestión incorrecta.
Estimula el crecimiento económico local (por ejemplo anima la producción y sectores de servicios locales).	Síndrome de ‘el rico crece rico, el pobre crece pobre’.
Proyectos de demostración con éxito llevados a cabo en el área, y bien recibidos por la comunidad.	Sin demostraciones previas, o uso de equipo de baja calidad para fines de demostración.
Crédito a precio adecuado para grupos objetivo (propietarios de casas, pequeños negocios, equipo y servicios, financieros etc.).	Crédito a bajo precio estimulando demanda en exceso, lo que provoca desconfianza al no cubrirse la demanda rápidamente o un programa de instalación mal dimensionado.

## **Conclusiones/reto en la Cumbre Mundial de Desarrollo Sostenible de 2002**

**Conseguir energías renovables para los 2000 millones de personas que viven en los países más pobres del planeta debe ser una prioridad global. Si pretendemos frenar el cambio climático, el pensamiento político tiene que dar un giro opuesto al aumento de la dependencia global de los combustibles fósiles. Cubrir las necesidades energéticas fundamentales de los habitantes más pobres del planeta con energías renovables es un reto importante. Lo bueno es que no existen barreras técnicas, financieras ó institucionales insalvables para conseguir este objetivo. Pero el cambio no sucederá simplemente por sí mismo. Necesitamos la voluntad política para hacerlo realidad. Conseguir energías renovables para aquellos que más lo necesitan supone cambiar la actitudes actuales hacia el desarrollo energético.**

Es un error negar a las personas el acceso a una energía limpia y fiable. Las tendencias actuales dejarán a la gran mayoría de los 2000 millones más pobres del planeta sin acceso a una energía limpia y asequible. Mantener o incrementar las subvenciones y el apoyo a tecnologías que se basan en los combustibles fósiles será desastroso para el medio ambiente y acentuará la dependencia de caras importaciones de energía de muchos de los países más pobres. Por el contrario, las tecnologías de energías renovables generarán energía localmente y traerán tanto a corto como a largo plazo beneficios medioambientales. Es de suma importancia que gobiernos, comunidades y empresas reconozcan esto, y cambien las subvenciones y el apoyo de los combustibles fósiles hacia las energías renovables, y de esta manera antes se podrán satisfacer las necesidades legítimas de los habitantes más pobres del planeta. Las organizaciones internacionales clave como el Banco Mundial y Naciones Unidas, trabajando junto a los gobiernos y otras instituciones clave, deben utilizar sus fondos para ayudar a que se dé la necesaria transformación en los países donde viven los habitantes más pobres del planeta.

Si, durante los próximos diez años, el mundo desarrolla una industria de energías renovables de un tamaño y características similares a las descritas aquí, ésta pondrá en su lugar la piedra angular para una economía realmente sostenible que pueda soportar a todos los habitantes del planeta y sus legítimas necesidades energéticas.

**En la Cumbre Mundial de Desarrollo Sostenible del 2002 de Sudáfrica, Greenpeace hará un llamamiento de compromiso de la comunidad internacional para hacer un cambio inmenso en la forma en que está financiada y subvencionada la infraestructura energética mundial. Por esto, durante los próximos 10 años los Gobiernos deberían:**

- **Invertir en los métodos de energía limpia y renovable en lugar de impulsar el uso de combustibles fósiles y energía nuclear.**
- **Eliminar los incentivos a la producción y consumo de combustibles fósiles y energía nuclear, y apoyar y favorecer el desarrollo de fuentes de energía renovable.**
- **Comprometerse a impulsar un desarrollo sostenible que satisfaga las verdaderas necesidades de las personas y su demanda de servicios, en lugar de proporcionar tecnologías energéticas insostenibles.**

## Apéndice/

### Fuentes de energías renovables

**Biogás** – Los restos orgánicos de la agricultura, aguas residuales, basureros e industria producen un gas metano que se puede recoger y quemar para la producción de electricidad. La combustión del gas ocasiona emisiones de dióxido de carbono. Como el metano es un gas de efecto invernadero mucho más poderoso, hay ventajas en la extracción directa de la energía mediante un proceso de combustión de los restos.

**Biomasa** – Los residuos forestales y agrícolas se pueden emplear como combustibles para producir electricidad y calor, siempre que el material no contenga residuos químicos. Además, se pueden cultivar cosechas específicas para usarlas como combustible o biocombustible siempre que no haya un perjuicio para el medio ambiente local ni se expolien ningún otro recurso. El uso de la biomasa no añade ningún extra de dióxido de carbono a la atmósfera, ya que las plantas absorben dióxido de carbono durante su crecimiento, que luego se libera cuando se queman las plantas.

**Geotérmica** – La energía geotérmica, que viene de rocas subterráneas calientes. En algunos lugares, el vapor afluye a la superficie naturalmente, mientras que en otros el agua puede ser inyectada y calentada por las rocas para la producción de vapor.

**Hidroeléctrica a pequeña escala** – Los esquemas de generación hidroeléctrica de pequeña escala utilizan típicamente el flujo natural del agua en el sistema de escorrentía de una corriente de agua para la generación de electricidad. Las unidades hidráulicas familiares son turbinas muy pequeñas que usan pequeños flujos de agua para generar electricidad para los hogares individuales. La generación hidroeléctrica también tiene un papel que

jugar en la generación de energía mecánica, útil en procesos agrícolas tales como la molienda de cereales.

**Solar** – Un panel fotovoltaico solar (PV) genera electricidad directamente de la luz solar. Los sistemas solares domésticos combinan un panel fotovoltaico con una batería y un controlador para proporcionar energía para los electrodomésticos e iluminación del hogar. Así mismo, los paneles solares pueden conectarse a la red eléctrica mediante la utilización de un inversor.

**Energía de las olas y las mareas** – La energía de las olas puede capturarse de distintas formas. Un método es la construcción de una estructura en la costa que guíe a las olas por un canal. El movimiento de las olas fuerza el movimiento del aire de una turbina bi-direccional hacia atrás y hacia adelante, produciendo electricidad. Actualmente están en desarrollo otros tipos diversos de dispositivos de energía de las olas. La energía de las mareas también puede capturarse mediante el almacenamiento de agua detrás de una barrera en la pleamar, y liberándola durante la bajamar, o utilizando turbinas subterráneas, que también pueden extraer energía de otras corrientes marinas.

**Viento** – Se han desarrollado para varios fines turbinas de viento que capturan la energía del viento para producir electricidad, desde grandes grupos de molinos conectados a la red, tanto en tierra como mar adentro, hasta turbinas independientes utilizadas para la carga de baterías. Las bombas mecánicas de viento se han usado durante cientos de años en las áreas rurales para proporcionar suministros de agua potable.

### Abreviaturas, acrónimos y unidades

**AC** corriente alterna

**Ah** amperio-hora

**btons** mil millones de toneladas

**CO<sub>2</sub>** dióxido de carbono

**GW** gigavatio (un millardo de vatios)

**GW<sub>p</sub>** gigavatio pico

**AIE** Agencia Internacional de la Energía

**kW** kilovatio (un millar de vatios)

**kWh** kilovatio-hora

**m/s** metros por segundo

**MW** megavatio (un millón de vatios)

**MWh** megavatio-hora

**MW<sub>p</sub>** megavatio pico

**ONG** organización no gubernamental

**PV** fotovoltaico (célula solar)

**SHS** sistema doméstico solar

**\$** dólar estadounidense

**V** voltio

**W** vatio

**W<sub>p</sub>** vatio pico



## Referencias/

Agumba, A, Osawa, B, *Kenya's PV Market*, African Utility Project: Seminar on Rural Electrification in Africa (SEREA), Midrand, South Africa, April 2000.

European Commission DG XVII, *Photovoltaics in 2010*, Vol 3, p89, European Commission, Brussels, 1996.

Grübler, A. *Technology and Global Change*, Cambridge University Press, 1998.

IAEEL, *Fuel Based Lighting in the Workplace*, IAEEL Newsletter Jan – Feb 2000.

IEA a, *IEA Statement on Sustainable Development*, Paris, 2000.

IEA b, *World Energy Outlook 2000*, Paris, 2000.

IT Power, *PV 2010 Working Draft*, Eversley, UK, 2001.

Mathur, A, *The Light of their lives*, The Economic Times, 17 July 2000.

Maycock P D, *PV News*, PV Energy sistemas, Vancouver, November 2000.

McNelis, B, *Electricity for All: the PV solution*, EPVSEC-16, Glasgow, May 2000.

Real M, *Minimizing the Environmental Impact of Large-Scale Rural PV*, Renewable Energy World, Jan-Feb 2001.

United Nations, *World Population Prospects: The 1998 Revision*, New York, 1998.

UNDP, *World Energy Assessment: Energy and Challenge of Sustainability*, 2000.

UNEP, *Natural Selection – Evolving choices for renewable energy technology and policy*, Paris, 2000.

WEC, *Energy for Tomorrow's World – acting now!*, World Energy Council, London, 2000.

World Bank, *2000 World Development Indicators*, Washington, 2000.