



TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍAS ECOLÓGICAMENTE RACIONALES: LA EXPERIENCIA DEL FMAM



FONDO PARA EL
MEDIO AMBIENTE
MUNDIAL

INVERTIR EN NUESTRO PLANETA



PREFACIO



Monique Barbut

El Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM) es una asociación singular de 178 países, instituciones internacionales, organizaciones no gubernamentales (ONG) y el sector privado. En cuanto mecanismo financiero de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), nos ocupamos de cuestiones ambientales de alcance mundial, al mismo tiempo que respaldamos iniciativas nacionales de desarrollo sostenible.

Comenzamos en 1991 y nos hemos transformado en una de las mayores fuentes de financiamiento de proyectos encaminados a mejorar el medio ambiente mundial. A lo largo de nuestra historia, el FMAM ha suministrado US\$7.600 millones en donaciones y movilizado un total de US\$30.600 millones de cofinanciamiento para más de 2.000 proyectos en más de 165 países. Asimismo, de acuerdo con nuestra misión de intervenir localmente para lograr un impacto mundial, nos hemos convertido también en uno de los mayores mecanismos de transferencia de tecnología del sector público en todo el mundo.

La promoción de la transferencia de tecnologías ecológicamente racionales y conocimientos técnicos a los países en desarrollo se contempla en el artículo 4.5 de la CMNUCC. En calidad de mecanismo financiero de la Convención, el FMAM tiene el mandato de suministrar recursos financieros en apoyo de dichas transferencias bajo la guía de la Conferencia de las Partes.

Gran parte de nuestra labor se ha destinado a respaldar el despliegue y la difusión de economías ecológicamente racionales cuyo objetivo sea la mitigación del cambio climático y la adaptación a éste. La presente publicación es un informe de situación sobre la experiencia del FMAM a lo largo de los años en estas esferas.

Desde los primeros años noventa, las actividades del FMAM relacionadas con el cambio climático han tratado sobre todo de eliminar los obstáculos para la adopción generalizada de tecnologías y prácticas de eficiencia energética, energía renovable y transporte sostenible. El FMAM ha contribuido a movilizar el apoyo a la transferencia de tecnologías ecológicamente racionales que sean inocuas para el clima y, al mismo tiempo, estén impulsadas por los países con el fin de atender una gran variedad de prioridades de desarrollo. Durante sus 17 años de existencia, el FMAM ha asignado US\$2.500 millones para respaldar más de 30 tecnologías inocuas para el clima en más de 50 países en desarrollo. Este financiamiento ha movilizado un total adicional estimado de US\$15.000 millones de cofinanciamiento procedente de organismos asociados del FMAM, gobiernos nacionales y locales, organizaciones no gubernamentales y el sector privado.

Además, el FMAM ha ofrecido financiamiento para la evaluación de las necesidades de tecnología y otras actividades de apoyo y fortalecimiento en más de 100 países de todo el mundo.

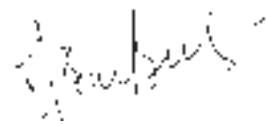
Hoy, nos encontramos en una encrucijada trascendental, en que resulta necesario el consenso entre las partes interesadas internacionales con el fin de promover un nuevo itinerario estratégico. En otras palabras, tenemos que actuar en tiempo real y en lugares reales para conseguir resultados reales.

Es importante recordar que el logro de este objetivo no consistirá únicamente en hacer llegar nuevos instrumentos a un nuevo lugar. Todas las partes deben comprender que el éxito requerirá un entorno normativo acertado, mercados sin trabas, un financiamiento adecuado y fortalecimiento de la capacidad.

En este documento se recogen algunos de los éxitos conseguidos y de las enseñanzas aprendidas; lo que quizá resulte más sorprendente es la enorme variedad de este acervo de experiencias.

En Marruecos, por ejemplo, hemos comprobado que la incapacidad del mercado de calentadores de agua con energía solar de primera generación era un problema relativamente sencillo, provocado por la mala calidad de los materiales y la instalación. En Bhután, hemos intervenido en los esfuerzos sumamente complejos encaminados a reducir los riesgos en los lagos glaciales como consecuencia del retroceso de los glaciares. En China, hemos ayudado a impulsar la manufactura de refrigeradores con mayor eficiencia energética, que han pasado de 360.000 a 4,8 millones de unidades entre 1999 y 2003.

Todos mis colegas del FMAM y nuestras instituciones asociadas estarían de acuerdo en que se ha puesto en marcha una labor de importancia vital, y en que es mucho más lo que queda por hacer. Tenemos la esperanza de que los ejemplos presentados en las páginas siguientes generen mayor entusiasmo, estimulen la inventiva y promuevan nuevos éxitos.



Monique Barbut

Funcionaria Ejecutiva Principal y Presidenta





INTRODUCCIÓN

Es un hecho reconocido que la transferencia de tecnología desempeña un papel fundamental en la respuesta mundial a los desafíos del cambio climático. De hecho, la transferencia de tecnologías ecológicamente racionales (TER) está inserta en el núcleo mismo de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC). En el artículo 4.5 de la Convención se afirma lo siguiente:

“Las Partes que son países en desarrollo y las demás Partes desarrolladas que figuran en el Anexo II tomarán todas las medidas posibles para promover, facilitar y financiar, según proceda, la transferencia de tecnologías y conocimientos prácticos ambientalmente sanos, o el acceso a ellos, a otras Partes, especialmente las Partes que son países en desarrollo, a fin de que puedan aplicar las disposiciones de la Convención”.

Con el fin de lograr estos objetivos, la Convención propuso la creación de un mecanismo financiero. En el artículo 11 de la Convención se estipula lo siguiente:

“Por la presente se define un mecanismo para el suministro de recursos financieros a título de subvención o en condiciones de favor para, entre otras cosas, la transferencia de tecnología.

Ese mecanismo funcionará bajo la dirección de la Conferencia de las Partes y rendirá cuentas a esa Conferencia, la cual decidirá sus políticas, las prioridades de sus programas y los criterios de aceptabilidad en relación con la presente Convención. Su funcionamiento será encomendado a una o más entidades internacionales existentes”.

Desde la primera reunión de la Conferencia de las Partes (CP), el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM) ha actuado como entidad encargada del funcionamiento del mecanismo financiero de la Convención. Ha respondido a las orientaciones impartidas periódicamente por la CP sobre las políticas y las prioridades programáticas, y ha presentado informes a la CP cada año. Gran parte de la orientación de la CP ha estado relacionada con el financiamiento de las TER.

En las páginas siguientes se resumen las estrategias y políticas del FMAM que se han ido adoptando con respecto a la transferencia de TER y se presentan ejemplos de la experiencia del FMAM en apoyo de la transferencia de tecnologías encaminadas a la mitigación del cambio climático y a la adaptación.

RECUADRO 1. Definiciones de transferencia de tecnología

En el Informe especial del Grupo de trabajo III del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), denominado *Cuestiones metodológicas y tecnológicas en la transferencia de tecnología*, el IPCC definió la transferencia de tecnología de la siguiente manera:

... un amplio conjunto de procesos que abarcan el aporte de conocimientos especializados, experiencia y equipo para mitigar y adaptarse al cambio climático y que tiene lugar entre diferentes partes interesadas, como gobiernos, entidades del sector privado, instituciones financieras, organizaciones no gubernamentales (ONG) e instituciones de investigación/educación. Así pues, en el presente Informe la transferencia de tecnología se aborda desde una perspectiva mucho más amplia que en la CMNUCC o que en algunos de los artículos de esa Convención. El término “transferencia”, que tiene un carácter amplio y general, abarca la difusión de tecnologías y la cooperación tecnológica entre países y en el seno de éstos. Abarca también los procesos de transferencia de tecnología entre países desarrollados, países en desarrollo y países de economías en transición. Asimismo, el proceso de aprendizaje necesario para comprender, utilizar y replicar la tecnología, incluida la capacidad de elegirla, y adaptarla a las condiciones locales y de integrarla a las tecnologías indígenas¹.

Esta definición abarca una gran variedad de actividades, comprende una amplia gama de instituciones y constituye la base de gran parte de la actual forma de entender la transferencia de tecnología. El IPCC describe tres grandes dimensiones necesarias para una transferencia de tecnología eficaz: desarrollo de la capacidad, entornos propicios y

mecanismos de transferencia. Los obstáculos para el funcionamiento ordenado de los mercados de tecnologías específicas, como su limitada capacidad, un entorno normativo inadecuado o la falta de un mecanismo de financiamiento, limitarán su difusión.

La CP estableció el Grupo de expertos sobre transferencia de tecnología bajo los auspicios del Órgano Subsidiario de Asesoramiento Científico y Tecnológico (SBSTA). Esta decisión de la CP estableció un marco en que se citan cinco requisitos clave para aumentar y mejorar la transferencia de TER y el acceso a los conocimientos técnicos pertinentes: 1) actividades impulsadas por los países para determinar las necesidades y prioridades tecnológicas mediante un amplio proceso de consulta de las partes interesadas; 2) disponibilidad de información tecnológica completa y aplicable en la práctica; 3) entornos propicios definidos por medidas gubernamentales, incluida la eliminación de los obstáculos técnicos, jurídicos y administrativos para la transferencia de tecnología, políticas económicas sólidas y marcos reguladores que faciliten la inversión privada y pública en la transferencia de tecnología; 4) fortalecimiento de la capacidad, proceso consistente en la creación, el desarrollo y el fortalecimiento de los conocimientos científicos y técnicos, capacidades e instituciones existentes en las Partes que son países en desarrollo a fin de que puedan evaluar, adaptar, desarrollar y gestionar las TER, y 5) un conjunto de mecanismos que respalden las actividades financieras, institucionales y metodológicas y refuercen la coordinación entre las partes interesadas. Estos mecanismos deberían implicar a las partes interesadas en esfuerzos de cooperación con el fin de acelerar el desarrollo y la difusión de las TER, al mismo tiempo que se promueve la formulación de proyectos y programas.

¹ Metz, Gert, O. Davidson, J.W. Martens, S.N.M. Van Rooijen, y L.V.W. McGrory, *Cuestiones metodológicas y tecnológicas en la transferencia de tecnología*. Cambridge, Reino Unido: Cambridge University Press for the IPCC, 2001.





**EVOLUCIÓN DE LAS POLÍTICAS
Y ESTRATEGIAS DEL FMAM
RELATIVAS A LA TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA**

Durante la fase piloto del FMAM (1991-94), el objetivo fundamental de los proyectos era poner de manifiesto una gran variedad de tecnologías que serían útiles para estabilizar las concentraciones de gases de efecto invernadero (GEI) en la atmósfera.

Después de reestructurar el FMAM en 1994, el Consejo del FMAM aprobó una estrategia en la esfera de actividad del cambio climático con el fin de “respaldar medidas sostenibles que reduzcan los cambios asociados al cambio climático disminuyendo el riesgo de cambio climático o los efectos adversos asociados con él”. En la estrategia se afirmaba también que “el FMAM financiará actividades previamente convenidas y de apoyo, mitigación y adaptación en los países receptores que reúnan las debidas condiciones”¹.

La estrategia operacional aprobada por el Consejo en 1995 identificaba tres programas operacionales de larga duración en apoyo de la mitigación del cambio climático y un servicio para las medidas de respuesta a corto plazo (SMRCP)². Los programas de larga duración se proponían respaldar intervenciones menos eficaces en función de los costos y hacer posible una distinción entre tecnologías en función de su madurez y disponibilidad comercial. Tanto los planteamientos programáticos a largo plazo como los proyectos de breve duración insistían fundamentalmente en la mitigación mediante el uso de tecnologías comercializadas o de inminente comercialización que no se habían extendido todavía ampliamente en los países en desarrollo o en los países con economías en transición.

Los siguientes programas operacionales del FMAM se centraron en la eficiencia energética y en las tecnologías de

energía renovable que habían alcanzado una fase de madurez, estaban disponibles en el mercado internacional y eran rentables, pero cuya divulgación se veía frenada por obstáculos humanos, institucionales, tecnológicos, normativos o financieros. Se conocieron con el nombre de proyectos de “eliminación de obstáculos”, ya que trataban de derribar las barreras existentes para promover una adopción más rápida de nuevas tecnologías y prácticas.

En contraste con estos proyectos, otro programa operacional trataba de reducir los costos a largo plazo de las tecnologías de generación de electricidad con bajos niveles de emisión de GEI. Las tecnologías incluidas en este programa no estaban todavía comercializadas y resultaban muy costosas en relación con las alternativas de referencia o convencionales. En estos casos, como las plantas de concentración de energía solar, los autobuses con pilas de combustible, la gasificación de biomasa mediante el uso de generadores de ciclo combinado, las pilas de combustible estacionarias y las microturbinas, los costos incrementales eran significativos: la tecnología y sus costos eran precisamente el obstáculo para una mayor difusión.

Finalmente, el Consejo del FMAM aprobó en 2000 un programa de transporte sostenible que contenía una combinación de planteamientos, entre ellos, uno centrado en las tecnologías y prácticas eficaces en función de los costos pero insuficientemente utilizadas, y otro en tecnologías que no se habían desarrollado todavía plenamente.

En 2004, contando con la perspectiva de varios años de ejecución y seguimiento, se consideró que la estrategia operacional del FMAM centrada en la eliminación de

1 Secretaría del FMAM, 1995, Estrategia Operacional del FMAM.

2 Los proyectos a corto plazo se consideran sumamente eficaces en función de los costos; tienen un costo unitario de reducción de la contaminación de menos de US\$10/t de carbono evitado, es decir, aproximadamente, US\$2,7/t equivalente de CO₂ evitada.



obstáculos y las tecnologías de energía renovable y eficiencia energética era acertada, pero debía ser objeto de codificación. Se determinaron cinco posibles obstáculos clave que debían abordarse para avanzar hacia una divulgación más eficiente impulsada por el mercado de las tecnologías en los países en desarrollo:

- a. Marcos normativos: Los gobiernos deben contribuir decisivamente a formular políticas favorables a la adopción de TER.
- b. Tecnología: Debe ser sólida y operacional. Cuanto más madura es una tecnología, más fácil resulta su transferencia.
- c. Sensibilización e información: Las partes interesadas nacionales, en particular los participantes en el mercado, deben tener conocimiento de la tecnología y recibir información sobre sus costos, usos y mercados.
- d. Modelos económicos y de suministro: Se prefieren los planteamientos basados en el mercado; debe haber empresas e instituciones capaces de atender a esos mercados y prestarles los debidos servicios.
- e. Disponibilidad de financiamiento: Debe disponerse de financiamiento para la divulgación de la tecnología, aunque no baste con esto para garantizar la aceptación de las TER.

En el marco del proceso de reposición del FMAM-4, se revisó la estrategia del cambio climático para la mitigación con el fin de insistir fundamentalmente en seis programas estratégicos encaminados a promover 1) la eficiencia energética en

edificios y equipos eléctricos; 2) la eficiencia energética industrial; 3) los planteamientos basados en el mercado para la energía renovable; 4) la producción de energía sostenible a partir de la biomasa; 5) los sistemas innovadores sostenibles para el transporte urbano, y 6) la gestión del uso de la tierra, cambio del uso de la tierra y silvicultura (UTCUTS) como medio de proteger las reservas de carbono y reducir las emisiones de GEI.

Tradicionalmente, la estrategia y el desarrollo del FMAM han centrado siempre en las TER su labor en el frente del cambio climático. Los planteamientos del FMAM están estrechamente vinculados con el marco de transferencia de tecnología de la CMNUCC.

La experiencia del FMAM ha permitido extraer una serie de conclusiones sobre la transferencia de tecnología que pueden aplicarse a actividades futuras: 1) la tecnología se transfiere fundamentalmente a través de los mercados: los obstáculos para el funcionamiento eficiente de esos mercados deben eliminarse sistemáticamente; 2) la transferencia de tecnología no es una actividad aislada, sino una tarea a largo plazo, durante la cual las asociaciones y la cooperación, que muchas veces requieren tiempo para su desarrollo y maduración, son imprescindibles para el desarrollo, la transferencia y la difusión eficaces de las nuevas tecnologías, y 3) la transferencia de tecnología necesita un planteamiento integral que incorpore el fortalecimiento de la capacidad en todos los niveles pertinentes.





**EXPERIENCIA DEL FMAM EN MATERIA
DE TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA:
MITIGACIÓN**



Desde la creación del FMAM, se han asignado unos US\$2.500 millones para proyectos relacionados con el cambio climático. Estos recursos han permitido movilizar un total adicional estimado de US\$15.000 millones de financiamiento y evitar más de 1.000 millones de toneladas de emisiones de GEI. En conjunto, el FMAM ha respaldado más de 30 tecnologías durante esos años de existencia. En las secciones siguientes se ilustra la gran variedad de dichas tecnologías y se recogen algunas de las enseñanzas aprendidas.

MITIGACIÓN: TECNOLOGÍAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

En el Cuadro 1 se resumen las tecnologías de eficiencia energética y los sectores tecnológicos que el FMAM ha respaldado en varios países. Ello no quiere decir que todas estas tecnologías se hayan transferido con éxito, sino más bien que los países indicados han manifestado su interés en desarrollar los mercados para las mismas. En algunos casos, la transferencia de tecnología ha sido eficaz, mientras que en otros continúa habiendo obstáculos para la maduración del mercado.

Alumbrado eficiente

Desde mediados del decenio de 1990, el FMAM ha respaldado la difusión de tecnologías de alumbrado eficiente en más de dos docenas de países. Entre los diferentes tipos de intervención se incluyen iniciativas de alumbrado para sectores específicos, gestión de la demanda de las empresas de servicios públicos, normas de eficiencia energética y

etiquetado de aparatos eléctricos, y códigos y normas de construcción.

Entre los logros de los proyectos financiados por el FMAM cabe citar los siguientes: 1) considerable transformación del mercado de alumbrado eficiente en el sector residencial; 2) significativa reproducción y ampliación de los proyectos, tanto en el plano nacional como en los países vecinos; 3) importantes beneficios para los consumidores en forma de reducción de costos y mejora de la calidad de los productos, y 4) desarrollo de la capacidad para la gestión de la demanda y eficiencia energética dentro de las instituciones gubernamentales.

El FMAM ha puesto también en marcha una iniciativa mundial de alumbrado eficiente, aprobada por el Consejo en 2007, con el fin de acelerar la eliminación gradual del alumbrado ineficiente a través del PNUMA y el PNUD, al mismo tiempo que está ampliando su apoyo a más países y programas en el plano nacional.

Aparatos eléctricos de alto rendimiento energético

El FMAM ha creado una cartera que promueve las tecnologías y aparatos de alto rendimiento energético en los países en desarrollo. Las intervenciones respaldadas por el FMAM normalmente se centran en el establecimiento de normas y etiquetas de eficiencia energética, la educación del consumidor y la comprobación y certificación de los aparatos eléctricos. En los países con considerable capacidad manufacturera, el FMAM ha ayudado también a las empresas a desarrollar nuevos modelos de aparatos de alto rendimiento

CUADRO 1. Tecnologías de eficiencia energética y países que han recibido ayuda del FMAM

Tecnología de eficiencia energética	Países que han recibido ayuda
Alumbrado eficiente (lámparas fluorescentes compactas, alumbrado público eficiente, diodos emisores de luz, etc.)	Argentina, Bangladesh, Brasil, China, Egipto, Eslovaquia, Filipinas, Ghana, Hungría, Indonesia, Jamaica, Kenya, Letonia, Malasia, Marruecos, México, Pakistán, Perú, Polonia, República Checa, Rusia, Sudáfrica, Tailandia, Uruguay, Viet Nam
Aparatos eléctricos de alto rendimiento energético (refrigeradores, acondicionadores de aire, lavadoras, secadoras, cocinas, estufas, etc.)	Argentina, Bangladesh, Brasil, China, Cuba, India, Indonesia, Kenya, Mongolia, Pakistán, Rusia, Tailandia, Túnez, Viet Nam
Diseño de edificios de bajo consumo de energía	Belarús, Bosnia y Herzegovina, Brasil, Bulgaria, China, Côte d'Ivoire, Kirguistán, Líbano, Marruecos, Mauricio, República Checa, Senegal, Túnez
Materiales de construcción de alta eficiencia energética (ventanas, puertas, ladrillos perforados, balas de paja, etc.)	Bangladesh, Bosnia y Herzegovina, China, Mongolia, Pakistán, Polonia
Tecnologías industriales de alta eficiencia energética (acero, fabricación de ladrillos, cemento, cerámica, textiles, fundición, caucho, madera, producción de coque, elaboración de alimentos, té, pasta y papel, producción de carbón vegetal, etc.)	Bangladesh, Belarús, Bulgaria, China, Costa Rica, Côte d'Ivoire, El Salvador, Filipinas, Honduras, Hungría, India, Irán, Macedonia, Malasia, Marruecos, Nicaragua, Panamá, Polonia, Túnez, Viet Nam
Sistemas de calefacción municipal	Armenia, Belarús, Bulgaria, China, Croacia, Eslovenia, Georgia, Hungría, Kazajistán, Letonia, Lituania, Moldova, Mongolia, Polonia, República Checa, República Eslovaca, Rumanía, Rusia, Turkmenistán, Ucrania, Uzbekistán
Generación (rehabilitación) y distribución de energía eléctrica	Brasil, China, Ecuador, Filipinas, Guinea, India, Siria, Sri Lanka
Cogeneración (incluida la recuperación de calor para la generación de electricidad a partir de los procesos industriales)	China, Etiopía, Kenya, Malawi, República Checa, Sudán, Swazilandia, Tanzania, Uganda, Rusia
Motores de bajo consumo de energía	Bangladesh, China, India, Indonesia, Pakistán, Polonia, Tailandia, Viet Nam
Calderas de bajo consumo de energía	China, Polonia, Rusia
Refrigeradores eficientes que no utilizan CFC	Brasil, Colombia, India, Tailandia

energético y a adquirir información técnica y conocimientos procedentes de los países más avanzados.

En Túnez, por ejemplo, 10 de los 12 fabricantes locales de aparatos eléctricos ofrecen ahora modelos con mayor eficiencia energética. En China, el proyecto del FMAM para promover refrigeradores con bajo consumo de energía adoptó un doble planteamiento, basado en el impulso tecnológico y en el tirón del mercado. El primero se consigue mediante la asistencia técnica a los fabricantes de frigoríficos y compresores, actualizaciones tecnológicas y programas de capacitación de diseñadores, mientras que el tirón del mercado se consigue mediante la promulgación de normas de eficiencia energética. La participación de los fabricantes de frigoríficos mejoró su eficiencia energética media un 23% entre 1999 y 2003. La respuesta del mercado –las ventas de frigoríficos de gama alta de gran rendimiento energético pasaron de 360.000 a 4,8 millones de unidades– ayudó a impulsar una mayor capacidad de producción.

Tecnologías industriales de alta eficiencia energética

El FMAM ha financiado más de 30 proyectos en el sector industrial con el fin de promover mejoras tecnológicas y la adopción y difusión de tecnologías con bajo consumo de energía. Algunos proyectos hacen hincapié en el desarrollo de mecanismos de mercado, como las compañías de servicios energéticos, la creación de instrumentos específicos de financiamiento y asistencia técnica para estimular las inversiones en nuevas tecnologías. Otros proyectos optan por promover uno o varios subsectores y tecnologías específicos. Entre las distintas actividades se incluyen las relacionadas con

los materiales de construcción (ladrillo, cemento y vidrio), el acero, la producción de coque, la fundición, el papel, la cerámica, los textiles, los alimentos y las bebidas, el té, el caucho y la madera. Varios proyectos promueven también los equipos con bajo consumo de energía, por ejemplo, calderas, motores y bombas, así como la cogeneración en el sector industrial.

En algunos proyectos, el FMAM ha promovido la transferencia de tecnología sur-sur, como en la transferencia de China a Bangladesh de la tecnología de hornos de ladrillo con bajo consumo de energía. Esta tecnología se desarrolló, adoptó y difundió en China, y se está transfiriendo a Bangladesh.

Sistemas de calefacción municipal

El FMAM ha financiado proyectos para promover la calefacción municipal con bajo consumo de energía en más de 20 países, la mayoría de ellos de Europa oriental y en la antigua Unión Soviética, pero también en China y Mongolia. La mayor parte de estos proyectos tienen actividades de demostración de tecnologías y prácticas que mejoran la eficiencia técnica y operativa del suministro de servicios de calefacción y agua caliente; creación de políticas y reglamentos adecuados, y promoción del acceso al financiamiento y la inversión. Algunos de los proyectos realizados en Europa oriental han dado lugar también a la sustitución del carbón por la biomasa como combustible.

Calderas de gran eficiencia

El proyecto de calderas industriales eficientes en China recibió una donación del FMAM de US\$32,8 millones para 1) renovar

los modelos de caldera existentes introduciendo sistemas avanzados de combustión y equipo auxiliar procedente de países desarrollados; 2) adoptar nuevos modelos de caldera de gran eficiencia introduciendo técnicas de fabricación y diseños de caldera modernos, y 3) ofrecer asistencia técnica y capacitación para los productores y consumidores de calderas. El proyecto, finalizado en 2004, consiguió respaldar la transferencia internacional de tecnologías que beneficiaron a nueve fabricantes de calderas y a nueve productores de equipo auxiliar para las mismas. Con ayuda del FMAM, los fabricantes chinos adquirieron tecnologías avanzadas para la producción de calderas eficientes, crearon prototipos y comenzaron la producción comercial. Gracias a la asistencia técnica, el proyecto permitió también la revisión y formulación de las normas nacionales y sectoriales al mismo tiempo que reforzó la capacidad técnica del sector de las calderas en China.

Refrigeradores eficientes que no utilizan CFC

En varios países, entre ellos, Tailandia, Brasil y la India, el apoyo del FMAM ha tratado de acelerar la sustitución de los antiguos refrigeradores a base de CFC por modelos de alta eficiencia energética y sin CFC. Estos proyectos han conseguido también aumentar las sinergias, combinando los recursos del FMAM y del Fondo Multilateral en el marco del Protocolo de Montreal relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono.

En Tailandia, un proyecto del FMAM consiguió demostrar la viabilidad técnica y financiera y los beneficios de la sustitución de los refrigeradores. La rentabilidad financiera conseguida mediante el ahorro de energía y la reducción de sustancias que agotan la capa de ozono y de GEI ha superado las

expectativas, y después del proyecto se ha observado un rápido proceso de reproducción y de transformación del mercado.

MITIGACIÓN: TECNOLOGÍAS DE ENERGÍA RENOVABLE

Entre 1991 y 2007, el FMAM aprobó donaciones por un total de más de US\$800 millones para unos 150 proyectos que promueven la transferencia de tecnologías de energía renovable en países en desarrollo y en transición (Cuadro 2).

Energía fotovoltaica fuera de la red

Desde su comienzo, el FMAM ha hecho llegar tecnologías de energía renovable a quienes carecen de acceso a la electricidad, y a quienes utilizan queroseno para alumbrado y leña para cocinar, que producen emisiones de GEI. Como estas personas viven con frecuencia en zonas remotas, la expansión de la red eléctrica no es eficaz en función de los costos ni está al alcance de los gobiernos. En respuesta a esta necesidad, el FMAM financió varios proyectos que ofrecían acceso a la electricidad mediante el uso de sistemas de energía solar para uso doméstico.

Estos proyectos han permitido extraer varias enseñanzas, entre ellas, las siguientes: la importancia de la calidad técnica de los sistemas de energía solar para uso doméstico; la necesidad de mayor sensibilización sobre la tecnología; la importancia del mantenimiento de sistemas y de la infraestructura empresarial, y la necesidad de financiamiento sostenible en instrumentos adecuados. Aunque la energía fotovoltaica solar y los sistemas de energía solar para uso

doméstico son la opción menos costosa para el suministro de electricidad en lugares remotos, no son necesariamente asequibles para quienes los necesitan. En tal caso, se necesita financiamiento de acuerdo con la capacidad de los clientes y su disponibilidad para pagar los servicios ofrecidos.

El proyecto de transformación del mercado fotovoltaico rural en Tanzania tenía como objetivo incorporar las enseñanzas aprendidas de anteriores proyectos de energía fotovoltaica en zonas rurales. Los informes indican que este proyecto ha contribuido a la eliminación de los impuestos y del IVA de todos los componentes fotovoltaicos. Se han aprobado normas y un código de prácticas, que ahora están en vigor. Se ha establecido un Organismo de Energía Rural y se ha formulado un Plan maestro de energía rural. La divulgación de los conocimientos sobre la energía fotovoltaica entre los máximos responsables de las decisiones gubernamentales en los respectivos distritos ha aumentado gracias a una serie de seminarios. En particular, el sector privado ha respondido al proyecto y el organismo de formación y enseñanza profesional de Tanzania ha adoptado un programa de energía fotovoltaica. Se ha impartido capacitación al personal técnico para la determinación del tamaño, la instalación, la reparación y el mantenimiento de los sistemas, el 60% de los cuales son operacionales. Se están preparando modelos financieros para la cadena de suministros y el financiamiento de los consumidores con el fin de incrementar el número de consumidores y compañías que solicitan financiamiento para sus inversiones en energía fotovoltaica.



CUADRO 2. Tecnologías de energía renovable y países que han recibido ayuda del FMAM

Tecnología renovable	Países que han recibido ayuda
Energía fotovoltaica fuera de la red	Bangladesh, Bolivia, Botswana, Burkina Faso, China, Costa Rica, Eritrea, Etiopía, Ghana, India, Kenya, Lesotho, Malawi, Marruecos, Namibia, Nepal, Perú, Sri Lanka, Sudáfrica, Sudán, Swazilandia, Tanzania, Uganda, Zambia, Zimbabwe
Energía fotovoltaica con conexión a la red	Filipinas, India, México (también consideradas como P07)
Calentamiento de agua mediante energía solar	Albania, Argelia, Chile, India, Líbano, Marruecos, México, Sudáfrica, Túnez
Turbinas eólicas	Azerbaiyán, Bangladesh, Brasil, China, RPD de Corea, Costa Rica, Cuba, El Salvador, Eritrea, Etiopía, Federación de Rusia, Ghana, Guatemala, Honduras, Irán, Jordania, Kazajstán, Kenya, Madagascar, Mauritania, México, Nepal, Nicaragua, Pakistán, Sri Lanka, Sudáfrica, Túnez, Uruguay
Energía geotérmica	Armenia, Bulgaria, Djibouti, Eritrea, Etiopía, Federación de Rusia, Filipinas, Hungría, Indonesia, Kenya, Lituania, Polonia, Rumania, Tanzania, Tayikistán, Turquía, Ucrania, Uganda
Metano procedente de desechos (municipales mixtos y/o biológicos líquidos)	China, Jordania, Letonia, México, República Checa, Uruguay (algunos también considerados como medidas de respuesta a corto plazo, ver supra)
Pequeñas centrales hidroeléctricas	Benin, Bhután, Burundi, Camerún, Congo, RD del Congo, Gabón, Haití, Hungría, Indonesia, Macedonia, Malí, Montenegro, Nicaragua, República Centroafricana, Rwanda, Togo
Cogeneración a partir de la biomasa	Hungría, Malasia, Tailandia
Calderas con energía procedente de la biomasa (producción de calor)	Belarús, China, Egipto, Eslovenia, India, Kenya, Letonia, Polonia, República Eslovaca, Sri Lanka
Gasificación de biomasa para la generación de electricidad	Chile, India, Uruguay

Calentadores de agua con energía solar

Aunque la tecnología de los calentadores de agua con energía solar quizá parezca sencilla, esa impresión puede resultar engañosa. La calidad de los accesorios, los colectores solares y la instalación influyen notablemente en el funcionamiento. En consecuencia, los materiales baratos, las deficiencias técnicas y la falta de esmero en la instalación han dado lugar en muchos casos a unidades no funcionales y al abandono de instalaciones. La experiencia del FMAM ha revelado que la disponibilidad de personal competente y la observancia de normas estrictas son fundamentales para la difusión eficaz de esta tecnología.

En Marruecos, por ejemplo, los primeros calentadores de agua con energía solar fueron en general de poca calidad. En consecuencia, dejaron de utilizarse y el mercado no prosperó. Gracias a un proyecto del FMAM, las antiguas instalaciones abandonadas se repararon; se adoptaron normas nuevas y de mayor calidad, y se capacitó a los técnicos y al personal para que pudieran garantizar la calidad de las instalaciones futuras. Además, para alentar la producción y venta de unidades de mayor calidad, se ofreció una subvención a los primeros usuarios de calentadores de agua que cumplieran la nueva norma. Estas iniciativas reactivaron el mercado, que ahora está creciendo con rapidez, junto con el conjunto de este sector.

Energía fotovoltaica con conexión a la red

La instalación de generación descentralizada de energía fotovoltaica de la Cagayan de Oro Electric Power & Light Company (CEPALCO), respaldada por el FMAM, trataba de demostrar en Filipinas la eficacia de la energía fotovoltaica para dar respuesta a los problemas de capacidad del sistema de

distribución. Se creó una instalación de energía fotovoltaica de generación descentralizada de 1 MW y se integró en la red de distribución de 80 MW de CEPALCO, compañía privada de servicios públicos de la isla de Mindanao, en Filipinas. Este sistema funciona conjuntamente con una planta hidroeléctrica de 7 MW con control de carga dinámica, que hace posible que los recursos conjuntos fotovoltaicos e hidroeléctricos reduzcan la demanda en la distribución y el sistema, lo que permite de hecho disponer de capacidad de generación fiable. La planta fotovoltaica permitió aplazar hasta tres años la necesidad de instalar subestaciones adicionales en el sistema de distribución, lo que redujo la necesidad de que CEPALCO comprara energía adicional procedente de instalaciones térmicas y disminuyó sus emisiones de GEI. Sobre todo, la planta representa la primera demostración en gran escala de los beneficios ambientales y, en definitiva, económicos del uso conjunto de la energía de origen hidroeléctrico y fotovoltaico, y constituye el primer uso significativo de energía fotovoltaica con conexión a la red en un país en desarrollo.

El proyecto representa un progreso significativo hacia la solución del problema de almacenamiento con que se encuentran muchas tecnologías de energía renovable. Si el uso conjunto permite utilizar las actuales instalaciones hidroeléctricas para almacenamiento, muchas energías renovables, incluida la fotovoltaica y la eólica, pueden plantearse conjuntamente como una fuente de energía completamente renovable.

Energía eólica

El FMAM ha respaldado diversos proyectos de energía eólica en todo el mundo. La experiencia ha demostrado que la disponibilidad de recursos, así como la familiaridad con esta



tecnología, son consideraciones importantes. No obstante, los obstáculos más significativos al crecimiento eficaz del mercado eólico son los reglamentos sobre el acceso de los generadores renovables a la red y los costos incrementales de la electricidad generada por turbina para los distribuidores.

La experiencia mundial revela que existen varios planteamientos válidos para este problema, incluida la creación de una norma sobre la cartera de energías renovables y una tarifa garantizada de introducción de energías renovables. El FMAM ha ayudado a los países a comprender y a adoptar estos reglamentos. En México, por ejemplo, los organismos del FMAM ofrecieron 1) apoyo para ayudar a medir mejor la velocidad del viento, 2) capacitación y desarrollo de la capacidad y 3) cambios normativos que ofrecen un fondo de “energía verde” para ayudar a pagar los costos incrementales de la generación renovable.

Uno de los proyectos más visibles y de mayor éxito del FMAM en apoyo de este mercado incipiente de la energía eólica en los países en desarrollo es el programa de fomento de la energía renovable en China. Éste adoptó un planteamiento programático para garantizar el cambio estructural a largo plazo y ofreció apoyo para la formulación de la Ley de Energía Renovable de China de 2007, en que se incluía un importante crédito para la cartera de energía renovable.

Los principales beneficios mundiales del proyecto son los siguientes: 1) eliminación de múltiples obstáculos para la introducción de energías renovables eficaces en función de los costos, en particular la energía eólica, en China;

2) reducción de los costos y mejora del rendimiento de las pequeñas tecnologías hidroeléctricas y eólicas y de determinadas tecnologías de la biomasa, y 3) mayor penetración en el mercado de las energías renovables, con la consiguiente reducción de emisiones de GEI procedentes de la generación de energía. Se estima que para el año 2010 la proyección en mayor escala permitirá una producción anual incremental de electricidad procedente de fuentes renovables de 38 teravatios-hora (TWh), que equivalen aproximadamente a 7,9 gigavatios de capacidad instalada. El ahorro de carbono conseguido con el proyecto se estima en 187 toneladas métricas (MtC). China cuenta ahora con el sexto mercado mundial de energía eólica, con una capacidad instalada estimada de 2,6 gigavatios, cifra que se duplicó durante 2006.

Energía geotérmica

El FMAM ha respaldado varios proyectos para ayudar a los países a explotar su potencial de energía geotérmica. Esta experiencia ha revelado que, además de los obstáculos para el acceso de los generadores de energía renovable a la red, existe un obstáculo adicional y especialmente difícil: el costo de confirmación de la presencia y ubicación de recursos geotérmicos explotables. Tradicionalmente, se confirma si un lugar es explotable mediante actividades de perforación, con un costo que puede llegar a ser de varios millones de dólares. Para superar ese obstáculo, el FMAM ha establecido varios mecanismos de financiamiento contingente con el fin de reembolsar los costos de la perforación de pozos no productivos.

Un planteamiento más reciente para superar ese obstáculo es el proyecto de utilización de la metodología de imágenes

geofísicas combinadas para la evaluación de reservorios geotérmicos en Kenya. En este proyecto se utilizan técnicas avanzadas de imágenes geofísicas para ubicar energía geotérmica comercialmente explotable en Kenya y África oriental. La detección de acontecimientos microsísmicos, la detección electromagnética de los rayos y el campo magnético de la Tierra ayudan a localizar el vapor atrapado en las fracturas subterráneas.

Los resultados obtenidos hasta la fecha indican que los pozos seleccionados utilizando este planteamiento, cuando se combinan con la perforación direccional, permiten obtener entre 4 y 6 MW por pozo, frente a los 2 MW por pozo en el pasado. Ha mejorado el número de aciertos en los pozos de prueba, y ha mejorado la selección de los pozos para la reinyección de fluido geotérmico consumido, que crea una producción geotérmica sostenible a lo largo del tiempo. Ello permitirá un considerable ahorro para el desarrollo previsto de 512 MW procedentes de recursos geotérmicos en Kenya. El proyecto ha ayudado a establecer una capacidad sostenible y de primera clase utilizando estas técnicas avanzadas en la instalación de Olkaria, de KenGen; ésta puede ofrecer ahora esos servicios a otros países de la región.

De desechos a energía

Varios proyectos han respaldado la utilización de metano procedente de desechos municipales, ya sea que se trate de desechos sólidos de vertederos o desechos biológicos líquidos. Muchos de estos proyectos han merecido el apoyo del FMAM tanto en calidad de proyectos de energía renovable como de medidas de respuesta a corto plazo, por su eficacia

en función de los costos. El FMAM contribuyó a aumentar la aceptación de estas tecnologías; ahora su apoyo ya no resulta necesario, debido a que los proyectos pueden acogerse al mecanismo para un desarrollo limpio (MDL) y pueden resultar rentables en ese contexto.

El proyecto de biometanización de la India, propuesto en los primeros años noventa, trató de fomentar la capacidad endógena del país para adaptar y aplicar la tecnología del biogás para desechos industriales. Un desafío previo era que los desechos biológicos de la agroelaboración y actividades conexas depositaban cantidades considerables de metano y otros contaminantes en las aguas próximas. El objetivo del proyecto era producir el metano en un entorno controlado, retenerlo y utilizarlo para producir energía.

El proyecto del FMAM respaldó el fortalecimiento de la capacidad en cinco laboratorios nacionales de investigación y desarrollo y otras instituciones que participaban en el proyecto en forma de red. Además, el FMAM cofinanció más de una docena de unidades de demostración en diversas ramas de actividad, en particular la agroelaboración, la pasta y el papel, las curtidurías, los mataderos, los molinos arroceros y las lecherías comerciales.

Estas actividades de fortalecimiento de la capacidad fueron productivas y sostenibles, y las unidades de demostración indicaron claramente qué industrias podrían alcanzar los niveles más altos de reducción de GEI. El proyecto ilustró también claramente la necesidad de continuar, después del desarrollo inicial o la adaptación local de una tecnología. Cuando se han localizado y comprobado tecnologías

adecuadas, es de suma importancia continuar hasta la fase de difusión. La integración sistemática en la política nacional, junto con la creación de una industria nacional, permite disponer del equipo y los servicios necesarios para la producción y difusión sostenibles.

Mini/microcentrales de energía hidroeléctrica

La energía hidroeléctrica en pequeña escala es una tecnología madura, pero no está suficientemente difundida. Desde sus comienzos, el FMAM ha respaldado esta tecnología en todo el mundo y ha identificado varios obstáculos para su adopción, entre ellos, la falta de información sobre la tecnología y sobre el recurso, marcos institucionales poco favorables, obstáculos en la reglamentación y ausencia o insuficiencia del financiamiento.

Un proyecto prometedor es el Programa de desarrollo y uso de microcentrales integradas de energía hidroeléctrica en Indonesia, que trata de reducir las emisiones de GEI procedentes de la generación de energía basada en combustibles fósiles. Para ello habrá que acelerar el desarrollo de recursos microhidrológicos y mejorar la utilización eliminando o reduciendo los obstáculos actuales.

Los cuatro resultados principales del proyecto serán los siguientes: mayor interés y participación del sector privado en el fortalecimiento de la capacidad en las empresas microhidroeléctricas; fortalecimiento de la capacidad en las pequeñas comunidades residenciales para aumentar la utilización de recursos microhidroeléctricos; mejora de los conocimientos locales y disponibilidad de la tecnología y sus

aplicaciones, y mayor aplicación de proyectos microhidroeléctricos de electricidad y con fines productivos.

El proyecto se propone la reducción acumulada de 304 kilotoneladas de CO₂; el establecimiento anual de al menos 40 proyectos microhidroeléctricos de base comunitaria para el uso productivo, y la producción acumulada, en tres años, de 130 gigavatios-hora (GWh), de los que se venderían 100 GWh.

Cogeneración a partir de la biomasa

Los desechos de biomasa procedentes de la producción agrícola y forestal pueden aportar valiosa energía para la generación de calor y electricidad. La biomasa, integrada normalmente por residuos agrícolas o procedentes de serrerías, puede ofrecer oportunidades de producción de energía sin incidencia neta en las emisiones de carbono, ya que el CO₂ emitido mediante la combustión normalmente se produce y fija dentro de un ciclo cerrado. Si esta fuente de energía se utiliza en sustitución de los combustibles fósiles, los beneficios son todavía mayores.

Los obstáculos habituales para la utilización de los desechos de biomasa son la falta de reconocimiento o la aceptación inadecuada de los generadores renovables en pequeña escala por los marcos reguladores, y la falta de financiamiento, tecnología e información. El FMAM ha respaldado varios proyectos que han contribuido a la cogeneración de calor y electricidad utilizando residuos de biomasa.

Un ejemplo es el proyecto de eliminación de obstáculos para la generación y cogeneración de energía a partir de la biomasa en Tailandia, que está ayudando a los interlocutores

comerciales locales a reducir cuatro millones de toneladas de GEI (en equivalente de carbono) mediante la aceleración del crecimiento de las tecnologías de cogeneración de energía a partir de la biomasa y de generación de energía eléctrica para sustituir el consumo de combustibles fósiles.

El proyecto permite 1) desarrollar la capacidad para ofrecer información y servicios a posibles inversionistas en proyectos de biomasa; 2) mejorar el marco regulador para ofrecer incentivos financieros a los proyectos de energía eléctrica y cogeneración de energía a partir de biomasa; 3) facilitar el acceso al financiamiento comercial de dichos proyectos, y 4) promover la puesta en marcha de dos centrales piloto iniciales de generación de energía a partir de biomasa respaldando las garantías comerciales. El proyecto genera anualmente 65.520 megavatios-hora (MWh) de electricidad procedente de energía renovable.

Calor procedente de la biomasa

Las cuestiones relacionadas con el uso de los desechos agrícolas y forestales para generar calor son semejantes a las que plantea la cogeneración de energía a partir de la biomasa. En ambos casos, es preciso modificar los reglamentos que regulan las redes de calefacción. También en ambos casos, estos proyectos pueden mejorar la eficiencia general en el uso de los recursos y reducir las emisiones de GEI.

El proyecto de uso económico y eficaz en función de los costos de desechos de madera para los sistemas de calefacción municipales de Letonia aborda varias de estas cuestiones. Los objetivos del proyecto son 1) promover el uso de los desechos de madera eliminando o reduciendo los

obstáculos para la sustitución del gasóleo pesado importado (mazut) por desechos de madera local de producción sostenible en los sistemas de calefacción municipales; 2) fomentar el desarrollo y la aplicación de un sistema de calefacción municipal económico y administrado con criterios comerciales, que permita la generación, transmisión y distribución en el municipio de Ludza, y 3) ayudar a eliminar o reducir los obstáculos técnicos, legislativos, institucionales, organizativos, económicos, informativos y financieros relacionados con la reproducción de un proyecto piloto en el municipio.

Desde el inicio del proyecto, se han evitado anualmente en Ludza 11.200 t de CO₂, que representan aproximadamente el 80% de las emisiones resultantes del uso de gasóleo para la calefacción. El proyecto y el plan financiero elaborado a través del mismo han alentado a más de 12 municipios a utilizar los desechos forestales en sus redes de calefacción municipal, lo que ha permitido evitar anualmente más de 100.000 t de CO₂. El financiamiento del FMAM fue de US\$750.000, que permitieron obtener US\$2,73 millones de cofinanciamiento.

Gasificación de la biomasa para la producción de electricidad

El proceso de gasificación de la biomasa se conoce desde hace muchos años. Tradicionalmente, esta tecnología ha tropezado con un problema de ingeniería: la necesidad de limpiar los gases para evitar obstrucciones en el sistema. Los nuevos gasificadores resuelven cada vez mejor este problema. En particular en las zonas rurales donde los residuos de biomasa son abundantes, esta nueva oportunidad puede resultar prometedora para la generación de electricidad.

Se observan signos positivos en el proyecto de biomasa para el sector rural de la India, que trata de desarrollar y aplicar un conjunto de medidas tecnológicas de bioenergía para la reducción de los GEI, que ofrecerá un planteamiento sostenible y participativo para atender las necesidades energéticas de las aldeas. El proyecto se lleva a cabo fundamentalmente en 24 aldeas del distrito de Tumkur, en Karnataka.

Los objetivos del proyecto son los siguientes: 1) demostración de la viabilidad técnica y financiera de las tecnologías basadas en la bioenergía, incluida la gasificación de la biomasa para la generación de electricidad en escala significativa; 2) fortalecimiento de la capacidad y establecimiento de mecanismos para la aplicación, la gestión y el seguimiento de los proyectos; 3) formulación de estrategias financieras, institucionales y de mercado para superar los obstáculos para la reproducción en gran escala de los proyectos de bioenergía para aplicaciones descentralizadas, y 4) divulgación de esta tecnología y de la información pertinente en gran escala.

El proyecto ha estimulado un considerable crecimiento forestal en forma de plantaciones para actividades energéticas (unas 1200 ha), regeneración forestal (unas 840 ha) y agricultura basada en plantaciones de árboles (unas 1000 ha) por la población rural. La madera se utiliza para generar electricidad en gasificadores de fabricación local. La energía generada se vende a la compañía regional de distribución eléctrica para abastecer a la población local. El proyecto ha hecho también posible que 171 familias sustituyan la leña por biogás, lo que ha permitido la reducción de 256 toneladas anuales de emisiones de GEI en los tres últimos años.

MITIGACIÓN: NUEVAS TECNOLOGÍAS ENERGÉTICAS CON BAJAS EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO

El objetivo del FMAM en este ámbito es apoyar inicialmente las demostraciones de tecnología en países en desarrollo (Cuadro 3). La mayor experiencia con estas técnicas acelera la reducción del costo en las instalaciones posteriores. La tecnología más significativa entre las que han recibido apoyo ha sido la de concentración de energía solar.

Concentración de energía solar

El FMAM, junto con la India, México, Marruecos y Egipto, estableció una cartera de cuatro centrales de demostración de concentración de la energía solar. Los proyectos crearon campos solares, normalmente de 30 megavatios (MW), como parte de centrales híbridas con turbinas de gas. La hibridación eficaz de las centrales con turbinas de gas y la energía solar permitiría a los proyectos distribuir energía libremente, lo que los haría más atractivos desde el punto de vista económico.

No obstante, los proyectos han progresado muy lentamente, lo que demuestra que la tecnología no encontró la entusiasta acogida inicialmente prevista. Sólo recientemente se han previsto y construido nuevas centrales en países desarrollados, muy particularmente en España, donde se ofrecieron generosos incentivos mediante tarifas elevadas para la introducción de la energía solar. Ahora, gracias al estímulo de estas actividades en los países en desarrollo, los proyectos de Egipto, México y Marruecos están avanzando.

CUADRO 3. Tecnologías de generación de energía con baja emisión de GEI y países que han recibido ayuda del FMAM

Tecnología de generación de energía con baja emisión de GEI	Países que han recibido ayuda
Gasificación de biomasa mediante el uso de generadores de ciclo combinado	Brasil
Producción de energía fotovoltaica integrada en edificios	Malasia
Concentración de la producción de energía solar	Egipto, Marruecos, México
Generación de ciclo combinado de encendido externo	Brasil
Cogeneración con microturbinas	Indonesia
Producción de energía fotovoltaica con conexión a la red	Filipinas, México
Generación de energía para pilas de combustible fijas	Sudáfrica

Una enseñanza derivada de estas experiencias es que resulta difícil para los países en desarrollo adoptar tecnologías de los países desarrollados que no están plenamente comercializadas. La falta de viabilidad comercial en los países desarrollados perjudica la credibilidad de la tecnología en otros lugares. En el caso de las centrales de concentración de energía solar, los costos de construcción aumentaron a medida que progresaron los proyectos. Los países receptores

tuvieron que soportar costos adicionales, además del riesgo de que los proyectos quizá no consiguieran producir la potencia nominal de forma constante. De hecho, en dos casos, los costos adicionales superaron el financiamiento del FMAM. Ambos países han tenido que ofrecer considerables subvenciones en efectivo para que las centrales pudieran avanzar.

En el futuro, los proyectos de este tipo deberían buscar asociaciones internacionales para el intercambio de información y experiencia.

MITIGACIÓN: TECNOLOGÍAS DEL SECTOR DEL TRANSPORTE

El programa del FMAM sobre transporte sostenible fue aprobado por el Consejo en 2000. Combina el apoyo a las nuevas tecnologías con esfuerzos para eliminar los obstáculos para tecnologías consagradas que no se están difundiendo satisfactoriamente. Las tecnologías y países donde el FMAM ha respaldado actividades de este tipo pueden verse en el Cuadro 4.

Autobuses con pilas de combustible

Cuando el programa operacional de transporte sostenible se aprobó en el año 2000, los autobuses con pilas de combustible se incluyeron entre los posibles beneficiarios del programa. Se estableció una cartera de proyectos de autobuses con pilas de combustible en Brasil, China, Egipto, India y México. Los cinco fueron aprobados por el Consejo del FMAM, pero tres de ellos no suscitaban demasiado interés en

CUADRO 4. Tecnologías del sector del transporte y países que han recibido ayuda del FMAM

Tecnología de transporte	Países que han recibido ayuda
Sendas para bicicletas, tránsito no motorizado	Botswana, Chile, Filipinas, Nicaragua, Perú, Polonia, Viet Nam
Sistemas de transporte rápido por autobús	Argentina, Brasil, Ghana, Senegal, Sudáfrica, Tanzania
Carriles reservados para los autobuses	Argentina, Brasil, Chile, China, Ghana, India, Indonesia, Irán, México, Perú, Sudáfrica
Vehículos eléctricos de tres ruedas	India
Autobuses híbridos	Egipto
Autobuses con pilas de combustible a base de hidrógeno	Brasil, China
Gestión de la demanda de transporte	Argentina, Brasil, Ghana, México

el sector, como demostró la escasa o nula respuesta en la fase de “manifestaciones de interés” del proceso de contratación.

De los dos proyectos que llegaron a la fase de ejecución, el de China fue el primero que recibió autobuses; están en funcionamiento desde 2004. Brasil recibió también autobuses, que parecen estar funcionando en forma satisfactoria. No está claro que ninguno de esos dos proyectos vaya a generar un sector sostenible de autobuses con pilas de combustible, a no ser que se produzcan rápidos avances en la tecnología y se consigan reducciones en los costos de producción del hidrógeno.

MITIGACIÓN: MEDIDAS DE RESPUESTA A CORTO PLAZO

El servicio de medidas de respuesta a corto plazo en el sector del cambio climático se estableció para apoyar las oportunidades consideradas “demasiado buenas como para dejarlas escapar” (Cuadro 5). Los proyectos podrían aceptarse si obtenían US\$ 10/t equivalente de CO₂ evitada.

Metano de los yacimientos y minas de carbón

Los depósitos de carbón producen una cantidad significativa de metano, que se libera en la atmósfera al extraer el carbón. Como el metano (CH₄) es un GEI con un potencial de calentamiento mundial (PCM) más de 20 veces superior al del CO₂, su utilización como combustible presenta las siguientes ventajas: 1) convierte el CH₄ a CO₂, menos nocivo; 2) disminuye la presencia de CH₄ en la atmósfera, y 3) reduce la dependencia de otros combustibles fósiles.

El FMAM ha apoyado proyectos relacionados con el metano de los yacimientos y minas de carbón en China, Rusia e India. En China, el proyecto dio lugar a la creación del Organismo nacional de actividades mineras en los yacimientos de carbón, que ha fomentado el aprovechamiento del metano y está utilizando inversiones de empresas conjuntas en varias zonas de depósitos de carbón de gran extensión. El proceso es semejante al de extracción y utilización del gas natural, y es una opción prometedora para mejorar las reservas de gas de China.

CUADRO 5. Tecnologías como medidas de respuesta a corto plazo y países que han recibido ayuda del FMAM

Tecnología de respuesta a corto plazo	Países que han recibido ayuda
Metano de los yacimientos/minas de carbón	China, India, Rusia
Conversión del carbón en gas	Polonia
Utilización del gas de los vertederos	China, India, Jordania, Letonia, Uruguay (incluida también en el cuadro de P06)
Sustitución del gas de petróleo licuado (GPL)	Yemen
Reparación de fugas de los sistemas de gas natural	China, Venezuela



EXPERIENCIA DEL FMAM EN MATERIA
DE TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA:
ADAPTACIÓN

Desde la adopción de la Prioridad estratégica sobre la adaptación en el Fondo Fiduciario del FMAM, y el establecimiento del Fondo para los países menos adelantados (FPMA) y el Fondo especial para el cambio climático (FECC), el financiamiento administrado por el FMAM con destino a la adaptación ha sumado un total aproximado de US\$130 millones. La transferencia de tecnología ha sido un componente importante en la mayoría de los proyectos de adaptación financiados en el marco de dicha prioridad, del FECC y del FPMA, cuya administración es competencia del FMAM de acuerdo con las orientaciones impartidas por la CP.

Dado que la cartera de proyectos de adaptación es relativamente nueva, hay menos experiencia sobre la transferencia eficaz de tecnología en este contexto que en el de la cartera de mitigación del FMAM. Debido a que existen diferencias clave entre las tecnologías para la adaptación y para la mitigación, en los proyectos de adaptación deberá prestarse bastante atención al despliegue tecnológico. A medida que evolucione y madure la cartera de proyectos de adaptación, será importante que el FMAM evalúe las experiencias y enseñanzas aprendidas, teniendo en cuenta su propia labor y la de otros.

El financiamiento administrado por el FMAM con destino a la transferencia de tecnologías de adaptación abarca las tecnologías tanto “inmateriales” como “materiales”. Entre las primeras cabe citar las siguientes: asistencia técnica para actividades de demostración piloto, recuperación de humedales y/o manglares, sustento de las playas, y apoyo institucional para la transferencia de conocimientos a los responsables de la toma de decisiones a fin de que puedan incorporar las dimensiones de la adaptación en la

planificación del desarrollo sectorial. Entre las tecnologías “materiales” cabría incluir los sistemas de irrigación innovadores, los cultivos resistentes a la sequía, las inversiones en infraestructura como protección frente al cambio climático y la transferencia física de sistemas electrónicos de alta tecnología para el registro de datos y los sistemas de alerta.

Los proyectos de adaptación tratan también de crear capacidad adicional para aumentar la participación y el protagonismo local y, en definitiva, lograr una mayor sostenibilidad de las intervenciones. Muchas actividades piloto de adaptación tratan también de mejorar la gestión de los conocimientos y tecnologías actuales locales o tradicionales, y de facilitar el acceso a información relacionada con la adaptación que aumente la eficiencia de la gestión actual. El fortalecimiento de la capacidad y la sensibilización pública son componentes de muchos proyectos de adaptación administrados por el FMAM.

Debido a las diferencias entre la mitigación y la adaptación, y dado que su uso respectivo de las tecnologías materiales e inmateriales no coincide, las secciones siguientes están organizadas por actividades de proyectos. En el Cuadro 6 se ilustra una gran variedad de actividades de transferencia de tecnología para la adaptación, en particular las siguientes: gestión de ecosistemas, agricultura, gestión de los recursos hídricos, gestión de los riesgos de desastre, ordenación de zonas costeras y salud.

Transferencia de información sobre la tecnología

El FMAM, a través de sus tres fuentes de financiamiento para la adaptación, ha respaldado numerosas actividades de

adaptación relacionadas con la transferencia de información sobre la tecnología. En Colombia, avanzados modelos estadísticos y climáticos permiten la evaluación constante de los efectos del cambio del clima mundial en la transmisión del dengue y el paludismo. Los modelos ayudarán a orientar medidas preventivas adecuadas. En Cabo Verde, país donde se prevé un fuerte estrés hídrico relacionado con el cambio climático, se llevará a cabo una demostración piloto de técnicas con capacidad de adaptación al cambio climático aplicables a la captación, el almacenamiento, la conservación y la distribución del agua. En este proyecto se incluyen varias tecnologías innovadoras, como las trampas eólicas, las pantallas subterráneas que impiden la filtración del agua subterránea y nuevas técnicas de tratamiento del agua.

Actividades piloto como éstas ayudarán a generar la sensibilización y la experiencia necesarias para aplicar con éxito estas actividades en mayor escala, incluso en el plano nacional.

Infraestructura y transferencia de tecnología “material”

Otro grupo de actividades está relacionado directamente con las inversiones (en infraestructura física moderna, por ejemplo) que tienen como objetivo específico las vulnerabilidades frente al cambio climático. En África occidental, el FMAM contribuyó a la divulgación de tecnologías de energía alternativa entre las comunidades locales que anteriormente recogían leña en manglares costeros vulnerables. Al ofrecer a estas comunidades fuentes alternativas de energía se reduce significativamente la presión humana sobre los manglares, que constituyen una protección natural frente a

los efectos de la subida del nivel del mar y las mareas asociadas con las tormentas, debidas al cambio climático.

En Bhután, el FMAM (a través del FPMA) está financiando medidas para reducir los riesgos de inundaciones causadas por las crecidas de los enormes lagos creados por los glaciares en retroceso. Esta intervención trata directamente de reducir el riesgo de dichas crecidas instalando bombas para situar artificialmente el nivel de agua de los lagos por debajo de umbrales peligrosos e instalando un sistema automatizado de vigilancia y alarma basado en nuevas tecnologías.

Fortalecimiento de la capacidad, coordinación y políticas

Son muchas las actividades de transferencia de tecnología que pueden incluirse dentro de este apartado. No implican la transferencia selectiva de información específica o de inversiones físicas, sino más bien la generación de conocimientos generales, experiencia y capacidad, que constituyen el cimiento necesario para la incorporación de las políticas, la ejecución de los proyectos y la posible proyección en mayor escala de las actividades piloto. En Eritrea, por ejemplo, los recursos administrados por el FMAM se utilizarán para capacitar a los extensionistas agrícolas en técnicas de ordenación de pastizales resistentes al cambio climático. La realización eficaz de estas actividades ofrecerá al país un fondo flexible y sostenible de conocimientos, así como personal que podrá asesorar a las comunidades locales sobre la ordenación sostenible de los recursos ganaderos y los pastizales en el contexto del cambio climático durante los próximos decenios.

CUADRO 6. Elementos de la transferencia de tecnología para la adaptación de los ecosistemas, la agricultura, la ordenación de los recursos hídricos, la ordenación de las zonas costeras, la gestión de riesgos de desastre y la salud humana

	Ecosistemas	Agricultura	Ordenación de los recursos hídricos	Ordenación de las zonas costeras	Gestión de riesgos de desastre	Salud
Transferencia de información sobre la tecnología	Introducción de tecnologías de manejo de plagas en la ordenación forestal sostenible para combatir los graves problemas relacionados con las plagas debidos a la disminución de las precipitaciones (Armenia)	Mejora de los pronósticos estacionales y del acceso a información climática estacional para los agricultores mediante servicios de extensión (Níger)	Demostración de técnicas innovadoras en pequeña escala para actividades de captación, almacenamiento, conservación y distribución del agua resistentes al cambio climático (Cabo Verde)	Plantación/conservación de manglares protectores (Sri Lanka)	Mejora de los sistemas de alerta temprana de sequías y coordinación de los bancos de alimentos y forraje (Burkina Faso)	Modelos climáticos y estadísticos elaborados para el seguimiento y la supervisión de los efectos del clima en el paludismo y el dengue (Colombia)
Infraestructura y tecnologías "materiales"	Divulgación de tecnologías de energía alternativa para reducir las presiones humanas sobre importantes ecosistemas de manglares, anteriormente utilizados para la recogida de leña (África occidental)	Promoción y divulgación de variedades de cultivos resistentes a la sequía y de tecnologías, y conocimientos para mejorar la agricultura en tierras secas (como la siembra en seco, la labranza mínima, etc.) (China)	Mejora de las instalaciones de riego para promover el uso eficiente de los recursos hídricos disponibles (Malawi)	Instalación de rompeolas/malecones en lugares costeros vulnerables de gran importancia (islas del Pacífico)	Disminución de los riesgos de crecidas de lagos glaciares mediante la reducción artificial del nivel de sus aguas y un sistema automatizado de vigilancia/alerta (Bhután)	
Fortalecimiento de la capacidad, coordinación y políticas	Mejora de la ordenación de pesquerías y zonas costeras basada en un análisis detallado de los cambios del frente salino inducidos por el cambio climático (Uruguay)	Capacitación de expertos en adaptación para los servicios de extensión agrícola (Eritrea)	Formulación y aplicación de marcos integrados de ordenación de los recursos hídricos para el establecimiento de prioridades racionales en el uso de los limitados recursos disponibles (Ecuador)	Mejoras en la capacidad humana y técnica (como la tecnología de los SIG) para la supervisión de la erosión costera y la adopción de medidas de respuesta (África occidental)	Mayor cobertura del actual sistema de alerta temprana y mejor acceso de las comunidades costeras vulnerables a la información sobre alertas tempranas (Bangladesh)	Aumento de la capacidad y los conocimientos de los profesionales locales de la salud mediante la aplicación piloto de programas preventivos y de salud pública adaptables orientados específicamente a las enfermedades inducidas por el cambio climático (Samoa)

A woman wearing a vibrant, multi-colored striped hat and a red jacket is pointing towards a solar panel. A man wearing a blue cap and a dark jacket is looking at the panel. They are outdoors, with a large solar panel array visible in the foreground and a hilly landscape in the background. A blue graphic overlay is present in the upper right corner.

CONCLUSIÓN

A lo largo de sus 17 años de historia, el FMAM ha adquirido una notable experiencia en la transferencia de tecnologías de mitigación del cambio climático y de adaptación ante él. Se ha asignado un total aproximado de US\$2.500 millones en apoyo de proyectos sobre el cambio climático en más de 100 países. Estos proyectos con efecto catalizador han tenido relación con más de 30 tecnologías y movilizado US\$15.000 millones de cofinanciamiento.

La transferencia de tecnologías ecológicamente racionales está desempeñando un papel fundamental en la respuesta mundial ante el cambio climático. Las enseñanzas aprendidas en el FMAM ayudarán a mejorar la eficiencia y eficacia de los futuros esfuerzos por transferir esas tecnologías a los países en desarrollo.

APÉNDICE I. Siglas

CMNUCC	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
CP	Conferencia de las Partes
FECC	Fondo especial para el cambio climático
FMAM	Fondo para el Medio Ambiente Mundial
FPMA	Fondo para los países menos adelantados
GEI	Gases de efecto invernadero
IPCC	Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático
MDL	Mecanismo para un desarrollo limpio
ONG	Organización no gubernamental
PCM	Potencial de calentamiento mundial
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
SBSTA	Órgano Subsidiario de Asesoramiento Científico y Tecnológico
SIG	Sistema de información geográfica
SMRCP	Servicio para las medidas de respuesta a corto plazo
TER	Tecnologías ecológicamente racionales

APÉNDICE II. Organismos y Entidades de Ejecución del FMAM

Banco Africano de Desarrollo

Banco Asiático de Desarrollo

Banco Europeo de Reconstrucción y Fomento

Banco Interamericano de Desarrollo

Banco Mundial

Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola

Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente



FOTOGRAFÍAS

Portada: En sentido de las agujas del reloj, George B. Diebold/Corbis, Ministerio de Agricultura de China, Ministerio de Ciencia y Tecnología de China, Arne Hoel/Banco Mundial

Interior de la portada: Michael S. Yamashita/Corbis

Página 3: Dominic Sansoni/Banco Mundial

Página 4: Ministerio de Agricultura de China

Página 7: Ministerio de Ciencia y Tecnología de China

Página 8: Orjan F. Ellingvag/Dagens Naringsliv/Corbis

Página 10: Ministerio de Agricultura de China

Página 11: Dominic Sansoni/Banco Mundial

Página 12: Curt Carnemark/Banco Mundial

Página 17: Dominic Sansoni/Banco Mundial

Página 20: iStockphoto

Página 28: Bill Lyons/Banco Mundial

Página 32: Liu Quanlong/Corbis

Página 35: Curt Carnemark/Banco Mundial

Interior de la contraportada: Xinhua Press/Corbis

EQUIPO DE PRODUCCIÓN

Texto: Richard Hosier, Robert Dixon, Zhihong Zhang, Bonizella Biagini, Lars Christiansen, John D. Wickham, Dimitrios Zevgolis y Rawlestone Moore

Revisión y edición: Monica Fernandes y Maureen Lorenzetti

Diseño: Patricia Hord Graphik Design

Impresión: Mosaic

Copyright octubre de 2008

**Fondo para el Medio Ambiente Mundial
1818 H Street N.W., Washington, D.C. 20433**

El texto de la presente publicación puede reproducirse en su totalidad o en parte y de cualquier forma con fines educativos o no lucrativos, sin permiso especial, siempre que se cite la fuente. La Secretaría del FMAM agradecería que se le enviase una copia de toda publicación que utilice como fuente el presente libro. Los ejemplares pueden remitirse a la Secretaría del FMAM, a la dirección indicada más arriba.

Esta publicación no puede venderse ni utilizarse con otros fines comerciales sin el consentimiento previo por escrito de la Secretaría del FMAM. Todas las imágenes son propiedad exclusiva de la fuente y no pueden ser utilizadas con ningún fin sin autorización escrita de ésta.



FONDO PARA EL
MEDIO AMBIENTE
MUNDIAL

INVERTIR EN NUESTRO PLANETA

1818 H Street N.W.
Washington, D.C. 20433, EE. UU.
Teléfono: 202 473 0508
Fax: 202 522 3240

[www.the**GEF**.org](http://www.theGEF.org)

Impreso en papel ecológico