



fmam FONDO PARA EL MEDIO AMBIENTE MUNDIAL
INVERTIMOS EN NUESTRO PLANETA

TRANSFERENCIA DE **TECNOLOGÍAS** ECOLÓGICAMENTE RACIONALES

ESTUDIOS DE CASOS DE LA CARTERA DE PROYECTOS DEL FMAM
SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO



Prólogo





Dra. Naoko Ishii,
directora ejecutiva y presidenta
del Fondo para el Medio
Ambiente Mundial


El Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM) respalda la transferencia de tecnología para ayudar a los países en desarrollo y en transición a hacer frente a los desafíos ambientales de alcance mundial. El FMAM es la principal fuente de financiamiento público para la transferencia de tecnologías ecológicamente racionales (TER) para hacer frente al cambio climático, y ha respaldado actividades de transferencia de tecnología en 168 países en desarrollo y en transición. Se prevé que una vez terminados los proyectos de nuestra cartera actual se mitigarán emisiones de más de 2000 millones toneladas de dióxido de carbono equivalente (CO₂ equivalente) en forma directa y alrededor de 7000 millones de toneladas de CO₂ equivalente en forma indirecta. Ese total de alrededor de 9000 millones de toneladas equivale a más del doble de la cantidad total de CO₂ equivalente emitida anualmente por la Unión Europea en los últimos años.

Estas actividades respaldadas por el FMAM han generado un cúmulo de conocimientos y enseñanzas aprendidas sobre la transferencia de tecnología, y han preparado el terreno para que estas ideas de probada eficacia se adopten a una escala mucho más amplia. El FMAM está bien equipado y en condiciones de mantener este esfuerzo en materia de transferencia de tecnología y de ampliar su alcance. Nuestro objetivo es colaborar con nuestros asociados para desarrollar planteamientos novedosos que tengan efectos transformadores para hacer frente a los desafíos que plantea el cambio climático. Para inspirar dicha innovación, es crucial el intercambio de nuestras experiencias en materia de respaldo de las TER que hayan demostrado ser eficaces y sostenibles.

Esta publicación forma parte de una serie de materiales y actividades de difusión, preparados en el marco del Programa Estratégico de Poznan para la Transferencia de Tecnología. Este programa fue creado en 2008 con la orientación de la Conferencia de las Partes (CP) en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC). El programa de Poznan del FMAM respalda la transferencia de tecnología a través de tres ventanillas de financiamiento para: i) realizar evaluaciones de necesidades de tecnología; ii) respaldar proyectos piloto prioritarios de tecnología vinculados a las evaluaciones de necesidades de tecnología, y iii) divulgar la experiencia del FMAM y de las TER cuya demostración hubiera sido satisfactoria. El objetivo del programa estratégico de Poznan es aumentar las inversiones en la transferencia de tecnología para ayudar a los países en desarrollo y en transición a satisfacer sus necesidades de TER, e incrementar las actividades de transferencia de tecnología en el marco de la CMNUCC. El programa estratégico de Poznan se amplió con el Programa a Largo Plazo para la Transferencia de Tecnología, que se presentó a la conferencia sobre el cambio climático de Cancún en 2010 en respuesta a la orientación original de la conferencia de 2008.

Nos complace compartir las enseñanzas derivadas de las tecnologías y mecanismos clave que el FMAM ha respaldado hasta ahora en el ámbito de la energía renovable, la eficiencia energética, el transporte sostenible y los mecanismos de financiamiento novedosos. Los estudios de casos sobre autobuses con pilas de combustible, concentración de energía solar y energía eólica son algunos ejemplos del respaldo del FMAM que impulsa la innovación en los países en desarrollo. El programa de fabricación de ladrillos pone de relieve cómo se puede aumentar de manera extraordinaria la eficiencia energética, y mejorarse a través de la transferencia de tecnología sur-sur. El estudio de caso sobre mecanismos de financiamiento novedosos muestra las ventajas de los instrumentos financieros para promover inversiones en el ámbito de la transferencia de tecnología.

Espero que este folleto ayude a crear más conciencia acerca de nuestros esfuerzos por catalizar la transferencia de tecnología, y a inspirar a los lectores a intensificar los esfuerzos por hacer frente a los desafíos que plantea el cambio climático en asociación con el FMAM.



Evolución de las políticas y el planteamiento del FMAM frente a la transferencia de tecnología

Introducción

La transferencia de tecnología cumple un papel cada vez más importante en la búsqueda de una respuesta mundial a los desafíos que plantea el cambio climático. La transferencia de tecnologías ecológicamente racionales (TER) forma parte del entramado mismo de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC)¹. Esto ha cobrado más énfasis con la creación² y puesta en marcha³ de un mecanismo de tecnología.

Desde el primer período de sesiones de la Conferencia de las Partes en la CMNUCC celebrada en Berlín, Alemania, en 1995, el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM) ha sido la entidad operativa del mecanismo financiero de la convención. El FMAM ha tenido en cuenta las orientaciones de la Conferencia de las Partes, muchas de las cuales abordan el financiamiento de las TER. Para aumentar su eficacia para satisfacer necesidades en constante evolución, mejorar las orientaciones de la Conferencia de las Partes e incrementar los niveles de financiamiento, el FMAM ha examinado periódicamente y modificado su planteamiento de apoyo a la transferencia de tecnología.

El objetivo de este folleto es presentar las enseñanzas aprendidas con las TER respaldadas por el FMAM, en el ámbito de la energía renovable, la eficiencia energética, el transporte sostenible y los mecanismos de financiamiento novedosos.

La biomasa es material biológico, como madera, cultivos y también desechos como residuos agrícolas y forestales, que puede ser usado para generar electricidad o producir calor.

- 1 En el artículo 4.5 de la convención se afirma lo siguiente: "Las Partes que son países desarrollados 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".
- 2 En el decimosexto período de sesiones de la Conferencia de las Partes (CP 16) de la CMNUCC celebrado en diciembre de 2010, las partes acordaron crear un mecanismo de tecnología, compuesto por un comité ejecutivo de tecnología y un Centro y Red de Tecnología del Clima y sus respectivas funciones mediante decisión 1/CP.16.
- 3 En el decimoséptimo período de sesiones de la Conferencia de las Partes celebrado en diciembre de 2011, las partes acordaron poner en marcha el proceso de selección para albergar al Centro de Tecnología del Clima, para que el mecanismo de tecnología estuviera funcionando plenamente en 2012.

Fase experimental del FMAM (1991-94) hasta el FMAM-1⁴ (1994-98)

Durante la fase experimental del FMAM, desde 1991 hasta 1994, el objetivo principal de los proyectos financiados era demostrar diversas tecnologías que pudieran contribuir a estabilizar las concentraciones de gases de efecto invernadero (GEI) en la atmósfera. Después de la reestructuración del FMAM de 1994, el consejo aprobó una amplia estrategia operacional y una estrategia específica relativa al cambio climático para respaldar “medidas sostenibles que reduzcan los daños 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 financiaría “actividades previamente convenidas y de apoyo, mitigación y adaptación en los países receptores que reúnan las debidas condiciones” (FMAM 1995).

En la estrategia operacional se identificaban tres programas operacionales de larga duración para apoyar la mitigación del cambio climático y otro programa para la adopción de medidas de respuesta a corto plazo eficaces en función del costo⁵. Los programas de larga duración facilitaron la transferencia de tecnología mediante el respaldo de intervenciones menos eficaces en función de los costos y haciendo una distinción entre tecnologías en función de su madurez y disponibilidad comercial. Todos los planteamientos programáticos a largo plazo y proyectos de corto plazo promovieron la mitigación mediante el uso de tecnologías comercializadas o de inminente comercialización que aun no se habían difundido ampliamente en los países en desarrollo y las economías en transición.

FMAM-2 (1998-2002) y FMAM-3 (2002-07)

Los siguientes programas operacionales del FMAM abordaron la transferencia de tecnología centrándose en la eficiencia energética y en las tecnologías de energía renovable que habían alcanzado una fase de madurez, estaban disponibles en los mercados internacionales y eran rentables, pero cuya divulgación se veía frenada

4 El FMAM-1 es el primer período de reposición de recursos posterior a su fase experimental. Los períodos de reposición siguientes de cuatro años cada uno son el FMAM-2 al FMAM-5.

5 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 por tonelada de carbono evitada, es decir, aproximadamente, US\$2,7 por tonelada de dióxido de carbono equivalente (CO₂ equivalente) evitada.

RECUADRO A: DEFINICIÓN DE LA TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA

Si bien hay varias definiciones de la transferencia de tecnología, el FMAM ha adoptado el concepto de transferencia de tecnología definido por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) e incorporado en el marco de transferencia de tecnología de la CMNUCC. Por transferencia de tecnología se entiende:

... un conjunto amplio de procesos que abarcan las corrientes de conocimientos técnicos, experiencia y equipo para la mitigación de los efectos del cambio climático y la adaptación y que tienen lugar entre las distintas partes interesadas, como los Gobiernos, las entidades del sector privado, las instituciones financieras, las organizaciones no gubernamentales y las instituciones educacionales y de investigación...

... el término amplio e incluyente de “transferencia” abarca la divulgación de tecnologías y la cooperación tecnológica entre los países y dentro de ellos. Comprende los procesos de transferencia de tecnología entre los países desarrollados, los países en desarrollo y los países con economías en transición, entre los países desarrollados, entre los países en desarrollo y entre los países con economías en transición. Abarca el proceso de aprendizaje para comprender, utilizar y reproducir la tecnología, incluida la capacidad para elegir y para adaptarse a las condiciones locales e integrarla con las tecnologías autóctonas.

Esta definición incluye una gran variedad de actividades y abarca una amplia gama de instituciones. El Grupo de Expertos sobre Transferencia de Tecnología en el marco del Órgano Subsidiario de Asesoramiento Científico y Tecnológico* establecido por la Conferencia de las Partes que fijó un marco para la adopción de medidas significativas y eficaces con el fin de mejorar la transferencia de tecnología; el marco consta de los cinco elementos siguientes: determinación y evaluación de necesidades de tecnología, información sobre la tecnología, condiciones favorables, creación de capacidad y mecanismos para la transferencia de tecnología.

* Véase http://unfccc.int/essential_background/convention/convention_bodies/constituted_bodies/items/2581.php.

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 que impedían acelerar la adopción de nuevas tecnologías y prácticas.

Otro programa operacional se centró en 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 (por ejemplo, plantas de concentración de energía solar (CES), la gasificación de biomasa mediante el uso de generadores de ciclo combinado, las pilas de combustible estacionarias y las microturbinas) no estaban todavía comercializadas y resultaban muy costosas en relación con las alternativas de referencia o convencionales. En estos casos, los costos incrementales eran significativos: los costos de esas tecnologías eran precisamente el obstáculo para su mayor difusión y transferencia.

En 2004, contando con la perspectiva de varios años de experiencia en ejecución y seguimiento, se consideró que la estrategia operacional del FMAM centrada en la eliminación de obstáculos para la adopción de tecnologías de energía renovable y eficiencia energética era acertada, pero debía ser objeto de codificación. En consecuencia, se determinaron los siguientes cinco posibles obstáculos clave que debían abordarse para avanzar hacia una divulgación más eficiente e impulsada por el mercado de las tecnologías en los países en desarrollo y economías en transición:

- **Marcos normativos:** Los Gobiernos deben promover políticas favorables a la adopción de TER.
- **Tecnología:** Las opciones disponibles deben ser sólidas y estar operativas.
- **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.
- **Modelos económicos y de suministro:** Se prefieren los modelos de mercado; debe haber empresas e instituciones capaces de atender a esos mercados y prestarles los debidos servicios.
- **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.

FMAM-4 (2007-10) y el Programa Estratégico de Poznan para la Transferencia de Tecnología


En el marco del proceso de reposición del FMAM-4, se revisó la estrategia relativa al cambio climático en lo concerniente a la mitigación para insistir fundamentalmente en seis programas estratégicos, cada uno de los cuales contiene los siguientes elementos importantes relacionados con la transferencia de tecnología:

- Eficiencia energética en edificios y equipos eléctricos.
- Eficiencia energética industrial.
- Modelos de mercado para la energía renovable.
- Producción sostenible de energía a partir de la biomasa.
- Sistemas innovadores y sostenibles para el transporte urbano.
- Gestión del uso de la tierra, cambio del uso de la tierra y silvicultura como medio de proteger las reservas de carbono y reducir las emisiones de GEI.

Las experiencias del FMAM que dieron lugar al FMAM-4 habían generado las siguientes observaciones sobre la transferencia de tecnología como orientación para la programación posterior:

- La tecnología se transfiere fundamentalmente a través de los mercados, por lo que es preciso eliminar sistemáticamente los obstáculos a su funcionamiento eficiente.
- La transferencia de tecnología no es una actividad aislada, sino un empeño a largo plazo, durante el cual las asociaciones y la cooperación son imprescindibles para el desarrollo, transferencia y difusión eficaces de las nuevas tecnologías, y muchas veces se requiere tiempo para su desarrollo, transferencia y difusión.
- La transferencia de tecnología necesita un planteamiento integral que incorpore la creación de capacidad en todos los niveles.

Estas observaciones resultaron muy valiosas para el Programa Estratégico de Poznan para la Transferencia de Tecnología, que se elaboró en respuesta a las directrices impartidas por la Conferencia de las Partes en su



El mantenimiento en condiciones de seguridad del sistema de refrigeración de eficiencia energética que no emite hidrofluorocarburos en la Federación de Rusia como parte del Programa Estratégico de Poznan para la Transferencia de Tecnología, ejecutado por la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial.

decimotercer período de sesiones (CP.13) (decisión 4/CP.13), en las que se pedía al FMAM que elaborara un programa estratégico para aumentar las inversiones en transferencia de tecnología a fin de ayudar a los países en desarrollo a atender sus necesidades de TER. En su decisión 2/CP.14, la Conferencia de las Partes en su decimocuarto período de sesiones (CP.14) acogió favorablemente el programa del FMAM. El Programa Estratégico de Poznan para la Transferencia de Tecnología estableció las siguientes tres ventanillas dentro del FMAM en apoyo de la transferencia de tecnología:

- realización de evaluaciones de necesidades de tecnología
- ejecución, a título experimental, de proyectos prioritarios de tecnología vinculados a las evaluaciones de necesidades de tecnología
- divulgación de la experiencia del FMAM y de las TER cuya demostración hubiera sido satisfactoria

Durante el FMAM-4 se destinaron US\$50 millones al programa estratégico de Poznan: US\$35 millones del Fondo Fiduciario del FMAM y US\$15 millones del Fondo Especial para el Cambio Climático del FMAM.

FMAM-5 (2010-14)

En el FMAM-5, las promesas de financiamiento para la mitigación del cambio climático se amplió a aproximadamente US\$1400 millones, y en la estrategia relativa al cambio climático se da mayor prioridad a la transferencia de tecnología en todos los elementos de la cartera.

La formulación de la estrategia relativa al cambio climático para el FMAM-5 se basó en la experiencia adquirida en el pasado y se orientó por tres principios:

- respuesta a las orientaciones impartidas por las partes en la convención
- consideración de las circunstancias de los países receptores
- eficacia en función de los costos en los esfuerzos por lograr beneficios para el medio ambiente mundial

En el marco del FMAM-5 se procura producir una transformación para ayudar a los países receptores de financiamiento del FMAM a seguir una senda de desarrollo con bajo nivel de emisiones de carbono mediante la transformación de los mercados y la realización de inversiones en tecnologías ecológicamente racionales e inocuas para el clima.

La cartera de proyectos sobre cambio climático durante el FMAM-5 continuará respaldando el marco de transferencia de tecnología trazado por la Conferencia de las Partes a través de seis objetivos principales:

- Promover la demostración, uso y transferencia de tecnologías innovadoras y con bajo nivel de emisiones de carbono.
- Promover la transformación del mercado para contribuir a la eficiencia energética en el sector industrial y en los edificios.
- Promover la inversión en tecnologías que emplean fuentes de energía renovables.
- Promover sistemas urbanos y de transporte con poco consumo de energía y bajo nivel de emisiones de carbono.
- Promover la conservación y mejora de las reservas de carbono mediante la gestión sostenible del uso de la tierra, el cambio de uso de la tierra y la silvicultura.

- Respaldo las actividades habilitantes y de creación de capacidad.

El primer objetivo se centra en tecnologías innovadoras que se encuentran en la etapa de demostración en el mercado o comercialización en lugares donde el impulso tecnológico reviste importancia crítica. Los objetivos segundo a quinto se centran en tecnologías que ya se encuentran disponibles comercialmente en un país pero que enfrentan obstáculos y necesitan la atracción del mercado para su adopción y difusión generalizadas. El último objetivo respalda actividades habilitantes y de creación de capacidad en el marco de la CMNUCC que pueden ser fundamentales para una adecuada transferencia de tecnología.

En diciembre de 2010, el FMAM presentó un Programa a Largo Plazo para la Transferencia de Tecnología al decimosexto período de sesiones de la Conferencia de las Partes, celebrada en Cancún, México, en respuesta a la decisión 2/CP.14. La presentación del FMAM comprendió los siguientes elementos para aumentar más las inversiones en TER en los países en desarrollo de acuerdo con la estrategia del FMAM-5 sobre el cambio climático, y para aumentar las actividades de transferencia de tecnología en el marco de la convención:

- apoyo a los centros de tecnología del clima y una red de tecnología del clima
- Proyectos piloto prioritarios sobre tecnología encaminados a fomentar la innovación y las inversiones
- asociaciones entre los sectores público y privado para la transferencia de tecnología
- evaluaciones de necesidades de tecnología
- función catalítica del FMAM como institución de respaldo para la transferencia de tecnología

El FMAM incorporó estos elementos en su estrategia del FMAM-5.

En síntesis, es evidente que las inversiones del FMAM en la esfera del cambio climático han promovido la transferencia de tecnología en todas las etapas de su ciclo de desarrollo, desde la demostración de tecnologías innovadoras, emergentes y con bajos niveles de emisión de carbono hasta la difusión de TER y prácticas comercialmente comprobadas. Las inversiones que se realicen en el marco del FMAM-5 continuarán ajustándose a este planteamiento integral.

Estudios de casos sobre TER

Las inversiones del FMAM en la transferencia de tecnología han generado no solo reducciones considerables de emisiones, sino también un cuerpo de conocimientos y enseñanzas aprendidas que está sirviendo de fundamento a las actividades actuales de transferencia de tecnología. En esta publicación se presentan algunas de las TER más importantes que han recibido respaldo del FMAM en el ámbito de la energía renovable, la eficiencia energética, el transporte sostenible y mecanismos de financiamiento novedosos. Los estudios de casos son los siguientes:

- concentración de energía solar
- hornos de alto rendimiento energético para la fabricación de ladrillos
- energía eólica
- autobuses con pila de combustible
- mecanismos de financiamiento novedosos para promover la eficiencia energética

En los estudios de casos se presenta información básica, una descripción de cada proyecto, una descripción de la tecnología y los resultados y efectos directos obtenidos. En la última sección se señalan las características comunes de los proyectos de transferencia de TER que han tenido buenos resultados para que sirvan de base para proyectos futuros.

Parque eólico La Venta II de la Comisión Federal de Electricidad, en Oaxaca (México).



Egipto: Concentración de Energía Solar

Introducción

Las tecnologías de CES emplean un recurso renovable — la energía del sol — para generar electricidad. En lugares con abundante energía solar, cielos generalmente despejados y acceso a líneas de transmisión de alta tensión, las tecnologías de CES, gracias a su capacidad para almacenar calor, pueden suministrar electricidad en forma confiable y transmitirla adonde se necesite.

Estas tecnologías han sido probadas y están comercialmente disponibles en países con economías avanzadas, como Estados Unidos y España. Los proyectos de CES del FMAM han cumplido un papel importante para demostrar la viabilidad de esta tecnología en los países en desarrollo y ayudar a entender mejor sus costos, ventajas y riesgos, todos ellos aspectos fundamentales para una exitosa transferencia de tecnología.

En 1996, el Grupo Asesor Científico y Tecnológico del FMAM recomendó los proyectos de CES por considerar la disponibilidad de la tecnología, su potencial para continuar reduciendo los costos, y sus posibilidades de utilización en gran escala y de manera eficaz en función de los costos en aplicaciones de carga básica en países con altos niveles de radiación solar y una creciente demanda de electricidad. Desde entonces, el FMAM ha respaldado proyectos de CES en cuatro países:

- Proyecto de sistema integrado de energía solar con ciclo combinado en Al Kuraymat (Egipto), con el Banco Mundial.
- Central híbrida termosolar en Agua Prieta (México), con el Banco Mundial.
- Proyecto de sistema integrado de energía solar con ciclo combinado en Ain Beni Matar (Marruecos), con el Banco Mundial.
- Concentración de energía solar para la generación de electricidad en Namibia, con el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD).

Los colectores parabólicos consisten en un reflector que sigue la trayectoria del sol mediante un eje simple y concentra la luz en un tubo que contiene un fluido operante, que se elige por sus propiedades de control térmico. El fluido se calienta a 150°C-400°C y circula a un intercambiador de calor, donde se lo utiliza para generar vapor e impulsar un ciclo de generación de electricidad.

La inversión del FMAM en estos proyectos alcanza alrededor de US\$144 millones en total y estos incluyen también aproximadamente US\$314 millones en cofinanciamiento. Los proyectos fueron un componente importante de la cartera del FMAM sobre energía renovable y una vez que estén terminados ofrecerán a esos países una importante capacidad de generación eléctrica sin emisiones de carbono.

Con respecto a la transferencia de tecnología en los proyectos de CES del FMAM, se ha seguido un proceso deliberativo a medida que los promotores, proveedores, empresas eléctricas, prestamistas y entidades de gobierno han ido aprendiendo acerca de los costos, ventajas y riesgos de esta tecnología. En los proyectos también se han abordado los principales obstáculos tecnológicos, normativos y de mercado para ampliar el uso de la tecnología de CES. Los proyectos promueven sistemas híbridos o integrados que combinan tecnologías solares con la generación de electricidad por medios convencionales con combustibles fósiles, aunque aun no se ha seleccionado la tecnología que se empleará en el proyecto de Namibia.

Descripción de la tecnología

Las plantas de CES producen electricidad a partir de la radiación solar para calentar un fluido operante a fin de producir vapor, el que luego impulsa motores o turbinas para generar electricidad. Actualmente la CES emplea cuatro tipos diferentes de tecnología solar para producir calor: colectores parabólicos (como en el caso de Al Kuraymat), discos parabólicos con motor Stirling, reflectores lineales Fresnel, y torres solares. Cada uno de estos métodos puede producir energía térmica de alta temperatura.

Los colectores parabólicos consisten en un reflector que sigue la trayectoria del sol mediante un eje simple y concentra la luz en un tubo que contiene un fluido operante, que se elige por sus propiedades de control térmico. El fluido se calienta a 150°C-400°C y circula a un

intercambiador de calor, donde se lo utiliza para generar vapor e impulsar un ciclo de generación de electricidad.

El sistema integrado de energía solar con ciclo combinado —que emplea la CES conjuntamente con tecnologías convencionales de generación de electricidad— es uno de los diseños más eficaces en función del costo y es propicio para la transferencia de tecnología. Este método permite despachar electricidad incluso cuando no hay sol y sin necesidad de almacenamiento térmico, lo que permite su funcionamiento para la generación de carga básica.

Las centrales eléctricas que utilizan un sistema integrado de energía solar y ciclo combinado con colectores parabólicos están listas para su comercialización y pueden producir electricidad a un costo de US\$0,20/KW por hora o menos, según el tamaño y la ubicación del proyecto, y la existencia de incentivos financieros.

Según el Laboratorio Nacional de Energía Renovable de los Estados Unidos, en todo el mundo hay 53 proyectos de centrales eléctricas con tecnología de CES en distintas etapas de construcción que emplean colectores parabólicos⁵. La mayoría utiliza el ciclo Rankine (que opera con vapor). Solo algunos utilizan sistemas integrados de energía solar con ciclo combinado, que aun no han sido demostrados en la misma medida que otras centrales de CES (Banco Mundial 2006). Esta falta de experiencia en materia de sistemas integrados de energía solar con ciclo combinado plantea riesgos para los usuarios potenciales a la hora de decidir entre las alternativas de diseño en lo que respecta tanto al uso de energía solar o a partir de combustibles fósiles como a la importancia del almacenamiento de calor en el funcionamiento, el costo y la eficiencia energética general de los proyectos. También existen dudas acerca de los modelos de negocio para el desarrollo de los proyectos y sobre las ventajas relativas de tener un proveedor “llave en mano” para todo el proyecto o diferentes proveedores para los sistemas, subsistemas y componentes de energía solar y los alimentados con combustibles fósiles.

5 Véase la lista de estos proyectos en http://www.nrel.gov/csp/solarpaces/parabolic_trough.cfm.

Descripción del proyecto

La planificación inicial y los estudios de factibilidad para la aplicación de la tecnología de CES en Egipto comenzaron hace más de 10 años y llevaron a la selección, en definitiva, del emplazamiento en Al Kuraymat por las siguientes razones:

- cercanía a un importante centro de carga (aproximadamente 90 kilómetros al sur de El Cairo).
- alto nivel de radiación solar y planicie del terreno.
- disponibilidad de agua y gas natural en las cercanías.
- acceso a un sistema de transmisión de electricidad a 550, 200 y 66 kilovoltios

La ejecución del proyecto de Al Kuraymat, que contó con financiamiento del Banco Japonés de Cooperación Internacional, estuvo a cargo de la Agencia de Energías Renovables de Egipto.

El proyecto tiene dos partes. Una isla de ciclo combinado (turbinas a gas natural) y una isla solar. Los contratistas fueron seleccionados mediante un proceso de licitación pública. El contrato para la isla de ciclo combinado fue adjudicado a Iberdrola Ingeniería y Construcción; el contrato para la isla solar se adjudicó a ORASCOM Construction Industries. La construcción se inició en 2008 y se terminó en 2011. Se ha alcanzado el objetivo de este proyecto y la central eléctrica ahora está en funcionamiento. El proyecto tiene una capacidad total de aproximadamente 126 megavatios (MW), de los cuales unos 20 MW corresponden a energía solar. En este proyecto, la energía solar reemplaza parcialmente a los combustibles fósiles y, en consecuencia, reduce las emisiones de GEI⁶.

La isla solar de Al Kuraymat consiste en un parque de colectores solares parabólicos de aproximadamente 130 800 metros cuadrados que, según está previsto, suministrará energía térmica a una temperatura de alrededor de 390°C. La isla de ciclo combinado consiste en una turbina a gas de 74 MW, un generador eléctrico de vapor para la recuperación de calor de 59 MW y un intercambiador de calor termosolar. El proyecto de Al Kuraymat no requiere almacenamiento térmico y los

proveedores del componente solar y de combustible fósiles son empresas diferentes.

Los objetivos del proyecto son los siguientes:

- Demostrar la generación eficaz en función de los costos de al menos 20 MW mediante la concentración de energía solar a partir de una planta integrada de energía solar con ciclo combinado y, como resultado de ello, reducir las emisiones de GEI.
- Demostrar la integración exitosa de una central eléctrica mediante concentración de energía solar en la red eléctrica de Egipto y la transmisión de electricidad a centros de carga del país.
- Demostrar el éxito de la gestión del proyecto y de los procesos técnicos para aplicarlos en otros lugares del país y en el resto del mundo.
- Desarrollar conocimientos especializados en CES y posicionar a Egipto como promotor de la energía solar para proyectos de transferencia de tecnología a nivel internacional (FMAM 2012c).

Resultados y efectos directos

Entre las ventajas previstas del proyecto de Al Kuraymat en comparación con un sistema convencional de ciclo combinado a gas natural cabe señalar un aumento de aproximadamente 80 a 85 gigavatios por hora (GWh) por año de la producción de electricidad a partir de fuentes renovables, y una reducción de las emisiones de carbono de aproximadamente 149 975 toneladas durante el período del proyecto (FMAM 2012c).

En cuanto a la transferencia de tecnología, el desafío en el caso de los sistemas integrados de energía solar con ciclo combinado depende de varios factores, entre ellos una ubicación adecuada con acceso a agua y gas natural, la existencia de políticas públicas favorables, el financiamiento necesario para el proyecto, y acceso eficaz en función del costo a instalaciones de transmisión para hacer llegar la electricidad al mercado. La Agencia de Energías Renovables, la entidad promotora del proyecto de Al

⁶ Véase <http://www.menarec.org/resources/Kuraymat-E-+Nov.2007-CU.pdf>.

⁷ Véase más información en <http://www.menarec.org/resources/Kuraymat-E-+Nov.2007-CU.pdf>.

Kuraymat, ha manifestado que en el largo plazo planea desplegar sistemas integrados de energía solar con ciclo combinado en otros lugares de Egipto y otros países y regiones. Dichos planes contemplan la creación de una capacidad de alrededor de 750 MW mediante la tecnología de CES para 2020 en distintos lugares del mundo a partir de la experiencia adquirida con el proyecto de Al Kuraymat⁷. Sin embargo, para poder llevarlos a cabo, es necesario identificar nuevos emplazamientos y los proyectos se deben diseñar, ubicar y financiar de manera adecuada y contar con apoyo local en la forma de políticas, regulaciones e incentivos adecuados. El acceso a la red eléctrica y la existencia de contratos de compra de la electricidad a largo plazo serán elementos importantes para que los proyectos se puedan llevar adelante en forma satisfactoria.

El proyecto de Al Kuraymat está proporcionando información valiosa sobre costos, riesgos, rendimiento técnico y los ingredientes necesarios para respaldar con éxito la justificación económica de los sistemas integrados de energía solar con ciclo combinado. Esta información es fundamental para los organismos públicos, proveedores, promotores, financistas y empresas de electricidad para

realizar nuevos proyectos, suponiendo que se puedan encontrar emplazamientos adecuados y se cuente con acceso a la red eléctrica. El proyecto de Al Kuraymat está confirmando varias hipótesis clave acerca de los sistemas integrados de energía solar con ciclo combinado para una exitosa transferencia de tecnología:

- Estas tecnologías han alcanzado un grado de madurez relativa y ya no se necesitan nuevos adelantos de la ciencia y la ingeniería para seguir reduciendo sus costos.
- Pueden suministrar energía eléctrica incluso en ausencia de radiación solar y, por lo tanto, no requieren almacenamiento de energía ni estrategias especiales de integración a la red eléctrica, dos elementos que pueden aumentar los costos y la complejidad de un proyecto.
- Estas centrales pueden funcionar como centrales de carga básica en grandes instalaciones para los mercados de electricidad en gran escala, o en unidades más pequeñas para la distribución de energía.

La isla solar de Al Kuraymat consiste en un parque de colectores solares parabólicos de aproximadamente 130 800 metros cuadrados que, según está previsto, suministrará energía térmica a una temperatura de alrededor de 390°C.



- En los países y regiones en desarrollo de todo el mundo existen muchos emplazamientos posibles que ofrecen condiciones propicias, como niveles de radiación solar elevados, terrenos relativamente planos y acceso al abastecimiento de agua y gas natural.


En la transferencia de tecnología se deben tener en cuenta varias recomendaciones para asegurar que las mejores prácticas se apliquen de manera adecuada. Por ejemplo:

- El modelo de negocios del proyecto sea claro desde un comienzo para evitar retrasos. Concretamente, si los proyectos no son impulsados por el Estado y su financiamiento procede principalmente de fuentes privadas, desde un comienzo se debe contemplar la participación y el apoyo del Gobierno nacional y los Gobiernos locales.
- El proceso de licitación pública para seleccionar a los contratistas que se encargarán del diseño y la construcción debe elaborarse de manera de garantizar que se presenten propuestas de buena calidad de empresas de reconocido prestigio y que existan estrategias de salida flexibles en el caso de que no se cumplan los hitos establecidos.

- Los proyectos deben llevarse a cabo en países que cuenten con políticas nacionales propicias, tales como exigencias de compra de electricidad generada a partir de fuentes renovables, normas relativas a la cartera de proyectos de energía renovable, impuestos sobre las inversiones y créditos a la producción, u otros incentivos para aumentar el atractivo financiero del proyecto.

- Es importante comprometer la participación de las empresas de electricidad nacionales o locales para disminuir los riesgos técnicos, aumentar el atractivo financiero de los proyectos, asegurar el acceso a la red eléctrica y la integración a esta, y que exista un convenio de larga duración para la compra de la electricidad.

En adelante, el FMAM seguirá interesado en respaldar proyectos eficaces en función de los costos en los que se tenga en cuenta lo aprendido con el proyecto de Al Kuraymat y otros proyectos de CES. La asistencia del FMAM será particularmente importante en los países donde la demanda de electricidad va en aumento y existe interés en incorporar nuevas tecnologías de suministro de electricidad que produzcan menos emisiones de GEI que las centrales convencionales alimentadas con combustibles fósiles.



Bangladesh: Hornos de alto rendimiento energético para la fabricación de ladrillos

Introducción

El FMAM se ha convertido en uno de los principales mecanismos de financiamiento del sector público del mundo en el campo de la eficiencia energética, con inversiones por un monto de US\$1220 millones en aproximadamente 230 proyectos de más de 130 países. Estas inversiones han permitido movilizar cofinanciamiento por otros US\$10 900 millones. El FMAM ha centrado sus inversiones en proyectos que abordan los aspectos tecnológicos y normativos, además de los obstáculos del mercado, incluida la promoción de políticas y regulaciones más favorables, tales como las normas y el etiquetado de artefactos; el condicionamiento del mercado, como por ejemplo los instrumentos financieros, y la transferencia de tecnología, como la demostración de artefactos y equipos. En el cuadro 1 se resumen las inversiones del FMAM en eficiencia energética y una cartera de proyectos que ha aumentado constantemente en cada período de reposición de recursos del FMAM. Los proyectos sobre eficiencia energética constituyen una parte importante del FMAM-5 (2010-14).

La fabricación de ladrillos es una actividad muy habitual en las zonas rurales de Asia debido a la disponibilidad de materia prima y al continuo aumento de la demanda de materiales de construcción. Una vez que se mezcla con agua, la arcilla se moldea para formar los ladrillos, los que se dejan secar y luego se cuecen.

CUADRO 1: FINANCIAMIENTO SUMINISTRADO POR EL FMAM EN EL CAMPO DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA *

Fase	Número de proyectos	Financiamiento del FMAM (millones de US\$)	Cofinanciamiento (en millones de US\$)
Fase experimental del FMAM (1991-94)	7	33,3	341,2
FMAM-1 (1994-98)	18	139,8	640,3
FMAM-2 (1998-2002)	36	196,7	1473,1
FMAM-3 (2002-06)	42	265,1	1745,4
FMAM-4 (2006-10)	99	421,9	3211,3
FMAM-5 (2010-12) ^a	28	159,5	3462,8
Total	230	1216,5	10 874,0

^a Para el FMAM-5, las cifras corresponden a la mitad del período de reposición (2010-14).

* En las cifras que se presentan aquí se han incluido todos los proyectos que tienen componentes de eficiencia energética. Ellos son 178 proyectos independientes de eficiencia energética en los que se han usado US\$1100 millones y se han movilizado US\$8500 millones de cofinanciamiento, y 52 proyectos más en los que se usaron otros US\$144,9 millones de financiamiento del FMAM para fines de eficiencia energética y se movizaron otros US\$2300 millones de cofinanciamiento.

Las inversiones del FMAM en proyectos de eficiencia energética comprenden las zonas urbanas y las zonas rurales. Por esa razón el FMAM ha estado en condiciones de afrontar las presiones de la urbanización invirtiendo en proyectos locales que permiten ahorrar energía y generar ingresos para las poblaciones rurales. La fabricación de ladrillos es un objetivo importante que se tiene en la mira con respecto al aumento de la eficiencia energética en las zonas rurales. En muchos países en desarrollo el sector de la construcción está creciendo, por lo que la demanda de ladrillos y otros materiales de construcción está en aumento. La fabricación de ladrillos con métodos tradicionales tal vez no logre satisfacer la demanda. Los siguientes son algunos problemas técnicos importantes que tienen los fabricantes de ladrillos de las zonas rurales:

- **Calidad del producto.** Mejorar las propiedades térmicas y de humedad para que los productos puedan cumplir con los códigos y normas de construcción que se están modificando en todo el mundo para promover la eficiencia energética y dar protección contra incendios, inundaciones y terremotos.

- **Energía y costos.** En la fabricación de ladrillos con métodos tradicionales se consume por lo menos entre tres y cinco veces más energía que mediante los métodos industriales avanzados. Mejorar la eficiencia energética es fundamental para que la fabricación de este producto sea competitiva en función de los costos.

Para satisfacer estas necesidades, el FMAM ha impulsado una iniciativa a nivel mundial orientada a mejorar la eficiencia energética de los hornos para fabricar ladrillos y ha invertido en proyectos en China, India, Viet Nam y Bangladesh. Esos proyectos se han apoyado mutuamente, ya que en ellos se ha compartido lo aprendido sobre tecnologías, creación de capacidad y estrategias de comercialización. El proyecto de Bangladesh es el ejemplo más reciente de esta exitosa iniciativa de transferencia de tecnología sur-sur. Con miras al futuro, el FMAM está trabajando con organismos asociados para promover una mayor mejora de la eficiencia energética en la construcción de edificios. Por ejemplo, el FMAM está promoviendo la transferencia de tecnología de ladrillos sin cocer, que pueden ser más sólidos y de mayor eficiencia energética que los ladrillos tradicionales.

Descripción del proyecto

El período del proyecto del FMAM en Bangladesh va de 2009 a 2014. El FMAM está invirtiendo US\$3 millones y movilizandó US\$11,1 millones en cofinanciamiento. En asociación con el PNUD, el proyecto procura eliminar obstáculos para la adopción generalizada de hornos de alto rendimiento energético y de prácticas de eficiencia energética en la fabricación de ladrillos, disminuir el consumo de combustibles fósiles y de biomasa en Bangladesh, y reducir las emisiones de GEI y la contaminación atmosférica a nivel local. En el proyecto se aprovecharán los resultados de la fase piloto, durante la cual se instalará un horno eficiente a modo de demostración, y dichos resultados se aplicarán en otras 15 demostraciones en un período de cinco años.

El proyecto respalda un conjunto integrado de componentes:

- reconfirmación de todas las opciones tecnológicas
- realización de proyectos de demostración;
- desarrollo de la capacidad técnica y de gestión
- comunicaciones y sensibilización
- apoyo financiero
- apoyo institucional y de políticas
- apoyo a la gestión del proyecto

El proyecto procura transformar la industria de los hornos de ladrillo mediante la demostración del rendimiento superior de los hornos híbridos Hoffman (HHK) de mayor eficiencia energética, la misma tecnología que se demostró en China en un proyecto financiado por el FMAM. La eliminación de obstáculos y la adopción satisfactoria de la tecnología de HHK se traducirán en una disminución de las emisiones de GEI y de otros contaminantes, y en un aumento notable de la rentabilidad de las pymes dedicadas a la fabricación de ladrillos en Bangladesh.

En 2005, un equipo de la Universidad de Ingeniería y Tecnología de Bangladesh y de la Asociación de Fabricantes de Ladrillos de ese país visitó el Instituto de Investigación y Diseño de Materiales para Muros y Techos en Xian (China). El propósito del viaje era evaluar las tecnologías de fabricación de ladrillos de ese país y visitar algunas plantas en funcionamiento. Durante esa misión se determinó que las técnicas chinas y el diseño de los HHK podrían adaptarse y usarse en Bangladesh. Se trajeron ladrillos de China para someterlos a prueba en la Universidad de Ingeniería y Tecnología de Bangladesh, tras lo cual se determinó que estos eran de mejor calidad que los producidos en Bangladesh con arcilla de mejor calidad.

Con el apoyo del FMAM, la fábrica de ladrillos huecos Liucun, situada en la provincia de Shaanxi, en China (en esta fotografía y en la de la página siguiente), construyó este horno de alto rendimiento energético para la elaboración de ladrillos. Esta tecnología se emplea en muchas aldeas de la provincia y se está adoptando en algunas fábricas de Bangladesh.

Descripción de la tecnología

La producción total de ladrillos de Bangladesh se estima en más de 12 000 millones de unidades al año, con un valor estimado de ventas de unos US\$450 millones, es decir, casi el 1% del producto interno bruto del país. En la última década, la demanda de ladrillos se ha incrementado constantemente, con tasas anuales de crecimiento del 8,1% al 8,9%. La fabricación de ladrillos es la mayor fuente estacionaria de contaminación atmosférica y de emisiones de GEI porque los hornos queman de manera ineficiente grandes cantidades de carbón y biomasa. Según un estudio de la Universidad de Ingeniería y Tecnología de Bangladesh, la industria de la fabricación de ladrillos es la que más carbón consume en todo el país, con alrededor de 2,2 millones de toneladas cada año, además de aproximadamente 1,2 millones de toneladas de biomasa. Se estima que las emisiones de carbono llegan a alrededor de 3 millones de toneladas al año. A nivel local, la fabricación de ladrillos en Bangladesh se describe como una actividad estacional, con tecnologías anticuadas, baja productividad laboral, falta de capitalización y una gestión informal.

En Bangladesh, los principales fabricantes de ladrillos son pymes y no existen, o existen muy pocas, cooperativas u operaciones en gran escala. La mayoría de las fábricas se encuentran en terrenos alquilados y no cuentan con instalaciones permanentes. Esto, junto con el carácter estacional de la producción, contribuye a la naturaleza

itinerante de esta actividad. Una fábrica de ladrillos de tamaño corriente emplea a alrededor de 120 trabajadores calificados y no calificados. Aparte de contar con 6 a 10 empleados permanentes, la mayoría de estos trabaja solo seis meses durante la temporada de producción.

El ingrediente básico de los ladrillos es la arcilla. Después de mezclarla con agua, la arcilla se moldea para formar los ladrillos, se deja secar y se cuece. Durante la cocción, las partículas de arcilla se unen por fusión calorífica. Según el tipo de arcilla utilizada, la fusión se produce a temperaturas de entre 900°C y 1200°C. La fusión le da resistencia a los ladrillos contra la erosión por el efecto del agua. La temperatura de cocción es un aspecto fundamental. Si es demasiado baja, la unión de las partículas es insuficiente y se obtiene un producto poco resistente. Si es demasiado alta, el ladrillo se aplasta o se funde. Dado que el combustible constituye un costo importante, su uso eficiente es fundamental.

En la fabricación tradicional de ladrillos en Bangladesh se utilizan principalmente tres tipos de hornos. El más común es el horno de chimenea fija (FCK), seguido del horno Bull de trinchera (BTK), el horno zigzag y el horno Hoffman a gas (GHK). En un estudio realizado por la Universidad de Ingeniería y Tecnología de Bangladesh en 2006 por encargo del PNUD, se comprobó que en el país existían aproximadamente 4140 hornos autorizados, de los cuales





Investigadores y representantes industriales de Bangladesh visitaron fábricas de ladrillos en China para evaluar las técnicas de elaboración de ladrillos que se utilizan en ese país.

los FCK (en realidad se trata de BTK modificados, como se explica a continuación) representaban la mayor parte del mercado (76%).

La fabricación de ladrillos en Bangladesh es una actividad de alto consumo de energía que produce elevadas emisiones de carbono. Antes de 2004, alrededor del 95% de los hornos que existían en ese país correspondían a hornos basados en el método de trinchera, de 150 años de antigüedad. Como su nombre lo indica, este tipo de horno consiste básicamente en un foso o trinchera excavada en el suelo sobre la que se construye una estructura elemental que sirve de cámara donde se cuecen los ladrillos. La pérdida de calor a través de las paredes del horno es sumamente alta y la quema incontrolada de carbón dentro del horno genera un elevado nivel de emisiones. En 2004, tras una ordenanza del Gobierno de aumentar la altura de las chimeneas a aproximadamente 36,6 metros, los BTK fueron modificados para instalar chimeneas más altas y los conductos subterráneos necesarios para dirigir los gases de la combustión hacia estas. Para ello era necesario ensanchar la base de las chimeneas. Con una chimenea más alta se crea más tiraje, con lo cual la combustión mejora algo y los gases se liberan a mayor altura, de

manera que la contaminación se dispersa sobre una superficie mayor. Este "nuevo" horno se conoce como horno de chimenea fija, y consiste básicamente en un horno de trinchera con una chimenea fija sobre este, lo que aumenta levemente la eficiencia energética.

El HHK consiste en una estructura permanente y es una versión híbrida del GHK, menos utilizado. Estructuralmente, es similar al GHK, con la diferencia de que el combustible empleado es el carbón. El revestimiento interno es de ladrillos refractarios recubiertos con cemento refractario. La cámara de cocción se puede llenar manual o automáticamente con ladrillos sin secar (normalmente 5000 a 6000 unidades a la vez) dispuestos en pilas lineales de aproximadamente 1000 ladrillos cada una. El tiempo de cocción de cada pila es de aproximadamente media hora. El combustible es carbón granulado y se introduce a la zona de combustión del horno a través de agujeros de carga ubicados en el techo del horno. El aire necesario para el proceso de combustión se introduce desde la parte posterior. El aire que llega a la pila de ladrillos que se van a cocer ya viene precalentado de la zona de combustión, lo que reduce el tiempo de cocción y el consumo de energía. La temperatura en la zona de cocción puede llegar a los 1800°C.

Además de la mayor eficiencia de los hornos, un método comúnmente utilizado en el HHK en China es inyectar carbón a los ladrillos sin secar. De esta manera se facilita la fusión térmica y se reduce el uso de combustible, y por lo tanto disminuyen las emisiones de CO₂ y de otros gases. La arcilla se mezcla previamente con carbón granulado y luego se somete a un proceso de extrusión para producir los ladrillos crudos. Este es un proceso singular y es fundamental para la eficiencia energética que se ha conseguido en la fabricación de ladrillos en China. Casi el 80% de la energía necesaria se inyecta a los ladrillos y solo alrededor del 20% se suministra externamente a la cámara de combustión. Más del 95% del combustible que se mezcla en los ladrillos se quema durante la cocción. Esta técnica, que no se ha utilizado en Bangladesh, se empleará como parte del proyecto de demostración.

Cada instalación de este tipo comprende un horno de aproximadamente 18 metros de largo, 15 metros de ancho y 4 metros de altura, 18 puertas, y sin chimenea. Se construye en un terreno de cuatro a cinco acres (un acre equivale a 4047 metros cuadrados), requiere 88 trabajadores y puede producir alrededor de 15 millones de ladrillos al año.

Resultados y efectos directos

Se espera que la demostración exitosa de los 16 hornos en Bangladesh permita ahorrar aproximadamente 15 415 terajoules de energía, lo que equivale a alrededor de 525 kilotoneladas de carbón. Esta disminución del uso de energía permitirá reducir en aproximadamente 1,32 millones de toneladas las emisiones de CO₂ equivalente durante los 15 años de operación previstos para estos hornos.

Se espera que el proyecto del FMAM permita reforzar la capacidad técnica y de gestión de las pymes de Bangladesh para que puedan administrar operaciones con hornos de alto rendimiento energético, y ponga a disposición un grupo de consultores y empresas de servicios que brinden apoyo técnico, y de institutos técnicos y proveedores locales de tecnologías a un costo razonable. Esto se llevará a cabo mediante programas de capacitación mejorados, la utilización de materiales de capacitación estandarizados y completos, la movilización de inversiones en manufacturas locales para producir equipos de alta eficiencia energética, y la creación de nuevos grupos más afianzados de apoyo a este sector. Si se tiene en cuenta que un HHK equivale

aproximadamente a 7,5 FCK según la producción anual de ladrillos de cada tipo de horno (15 millones de unidades en el caso del HHK, y 2 millones de unidades en el del FCK), los 16 HHK del proyecto de demostración equivaldrían a 120 FCK, lo que representa una participación de mercado del 2,1% de las instalaciones previstas en Bangladesh, de 5454 FCK, hasta 2014.

Los HHK, que constituyen la principal tecnología transferida, poseen numerosas ventajas cuantificables. Cada horno de este tipo tiene un mayor rendimiento energético debido a su mejor aislación que reduce las pérdidas de calor, el uso del calor residual para secar los ladrillos, y el mejor control de la circulación de aire dentro del horno. Todo esto tiene varias ventajas ambientales, como la reducción del humo, el hollín y otras formas de contaminación atmosférica, una menor degradación de la tierra al permitir el uso de arcilla de río y de menor calidad, el menor requerimiento de agua, la reducción del uso de leña y otros combustibles de biomasa, y la disminución de las emisiones de GEI. La disminución del uso de energía y de carbón también significa una reducción de los costos de la producción de los ladrillos. Además, las mejoras en la mecanización de los hornos de alto rendimiento energético también significan una mayor productividad de la mano de obra, que permite a las empresas aumentar el nivel de sueldos. La mecanización también mejora las condiciones de trabajo y la seguridad de los trabajadores al reducirse la cantidad de mano de obra en actividades en que peligra su seguridad. Otras ventajas laborales son el aumento de las oportunidades de empleo durante todo el año, lo que contribuye a la estabilidad de las familias y a mejorar los niveles de vida. Otro resultado importante es la producción de ladrillos más resistentes y de mejor calidad, incluido el aumento de su resistencia y la uniformidad de la forma y el tamaño.

Estas ventajas ofrecen oportunidades para ampliar con el tiempo la participación en el mercado a medida que se adquiera experiencia con los HHK. En Asia meridional y sudoriental existen problemas comunes en la fabricación de ladrillos para los cuales los HHK y otros hornos de alto rendimiento energético ofrecen ventajas importantes. Sin embargo, la construcción y el funcionamiento de los HHK y otros modelos de hornos eficientes son relativamente más caros que los de los hornos tradicionales. Al igual que Bangladesh, India, Viet Nam y China, otros países de estas regiones deben abordar los problemas energéticos y ambientales derivados del uso de hornos ineficientes y contaminantes en la fabricación de ladrillos. La continua transferencia de tecnologías para producir ladrillos de una manera eficiente, como los HHK, es un hecho probable si



Acopio de ladrillos en Bangladesh.

se continúan eliminando los obstáculos del mercado y de otro tipo, sensibilizando cada vez más a los fabricantes locales, y reconociendo, por parte de las autoridades locales y nacionales, la completa gama de ventajas que tienen estas tecnologías para la sociedad.



México: Desarrollo y expansión de la energía eólica

Introducción

Las turbinas eólicas constituyen la forma de generación de electricidad de más rápido crecimiento en todo el mundo. A fines de 2011, la capacidad a nivel mundial llegó a ser de 197 gigavatios (GW), y tan solo en 2010 se agregaron 3,6 GW. La energía eólica tuvo una tasa de crecimiento de 23,6% en 2010, el crecimiento más lento registrado desde 2004. Todas las turbinas eólicas instaladas a fines de 2010 en todo el mundo pueden generar más que la demanda total de electricidad del Reino Unido, por el equivalente del 2,5% del consumo mundial de electricidad. Una de las razones de este alto crecimiento han sido las constantes mejoras de la tecnología que han permitido disminuir los costos de la energía eólica. Sin embargo, aún existen obstáculos técnicos e institucionales para integrar esta forma de energía, y su producto intermitente, en las prácticas tradicionales para la planificación y las operaciones de la red de electricidad. En algunas partes del mundo donde la energía eólica se ha adoptado con relativa determinación, se ha demostrado que es posible encontrar soluciones a esos obstáculos, y que la integración de la energía eólica a la red eléctrica se hace más fácil y menos costosa a medida que aumenta la experiencia con este recurso renovable.

Un elemento central de las inversiones del FMAM en proyectos de energía eólica es ayudar a los países a comprender las exigencias operacionales y de planificación que supone la energía eólica, adquirir experiencia en la instalación e integración a la red de electricidad, y emplear opciones de política que promuevan su desarrollo. Las opciones de política pueden incluir incentivos para que las líneas de transmisión de electricidad faciliten el suministro desde las instalaciones de energía eólica, normas relativas a la cartera de proyectos de energía de fuentes renovables, subsidios de capital, incentivos tributarios, certificados negociables de energía, tarifas de introducción de energías renovables a la red eléctrica, garantías de acceso a la red, y normas obligatorias.

A julio de 2012, el FMAM había financiado 14 proyectos independientes de energía eólica en 14 países⁸. Los fondos del FMAM y de cofinanciamiento para estos proyectos fueron de US\$50 millones y US\$262 millones, respectivamente. Estas inversiones han dado lugar a la instalación de casi 221 MW de energía eléctrica.

Descripción del proyecto

Las inversiones del FMAM en energía eólica en México comprenden varios proyectos, entre ellos la construcción del parque eólico La Venta III de 103 MW en el istmo de Tehuantepec, en Oaxaca. Esta región posee algunos de los mejores recursos para la energía eólica de México. La velocidad media anual de los vientos es de entre 7 metros por segundo y 10 metros por segundo a 30 metros sobre el nivel del suelo. En general, México es una de las regiones más prometedoras para el desarrollo de la energía eólica en América Latina y su potencial no aprovechado se estima en 40 GW. Aproximadamente el 10% de este potencial proviene del istmo de Tehuantepec, donde se prevé que la calidad del recurso renovable se traduzca en factores de capacidad de por lo menos el 40% para las instalaciones de energía eólica. Dichos factores son entre un 10% y un 20% superiores a los valores típicos de otros tipos de instalaciones.

Pese al considerable potencial para el desarrollo de la energía eólica en México, los avances han sido lentos en comparación con los estándares mundiales. Ello se ha debido tanto a la falta de incentivos financieros adecuados para su desarrollo y las inversiones por el sector privado, como a los problemas con las políticas y regulaciones existentes que afectan a la energía eólica. Los proyectos de energía eólica del FMAM en México han logrado promover el desarrollo y demostrar avances sistemáticos, comenzando con políticas para el fortalecimiento de la capacidad y la creación de condiciones más favorables para su desarrollo; luego, con iniciativas innovadoras para la fabricación a nivel local de turbinas, sistemas y componentes para la energía eólica, y finalmente con la construcción de instalaciones de energía eólica. Estos avances permiten recoger enseñanzas acerca de las mejores prácticas que se pueden aplicar en otros lugares del país y otros países del mundo en desarrollo.

Las iniciativas del FMAM comenzaron entre 2004 y 2009, cuando el Instituto de Investigaciones Eléctricas de

México y el PNUD destinaron US\$4,7 millones en fondos procedentes del FMAM y US\$7,1 millones en cofinanciamiento para acelerar la depreciación de las inversiones en energía renovable; evaluar los recursos eólicos; iniciar propuestas sobre marcos legales, regulatorios e institucionales más favorables, y establecer un fondo verde para el desarrollo. Estas iniciativas fueron el resultado del Plan de Acción para Eliminar los Obstáculos a la Utilización de la Energía Eólica en Gran Escala en México.

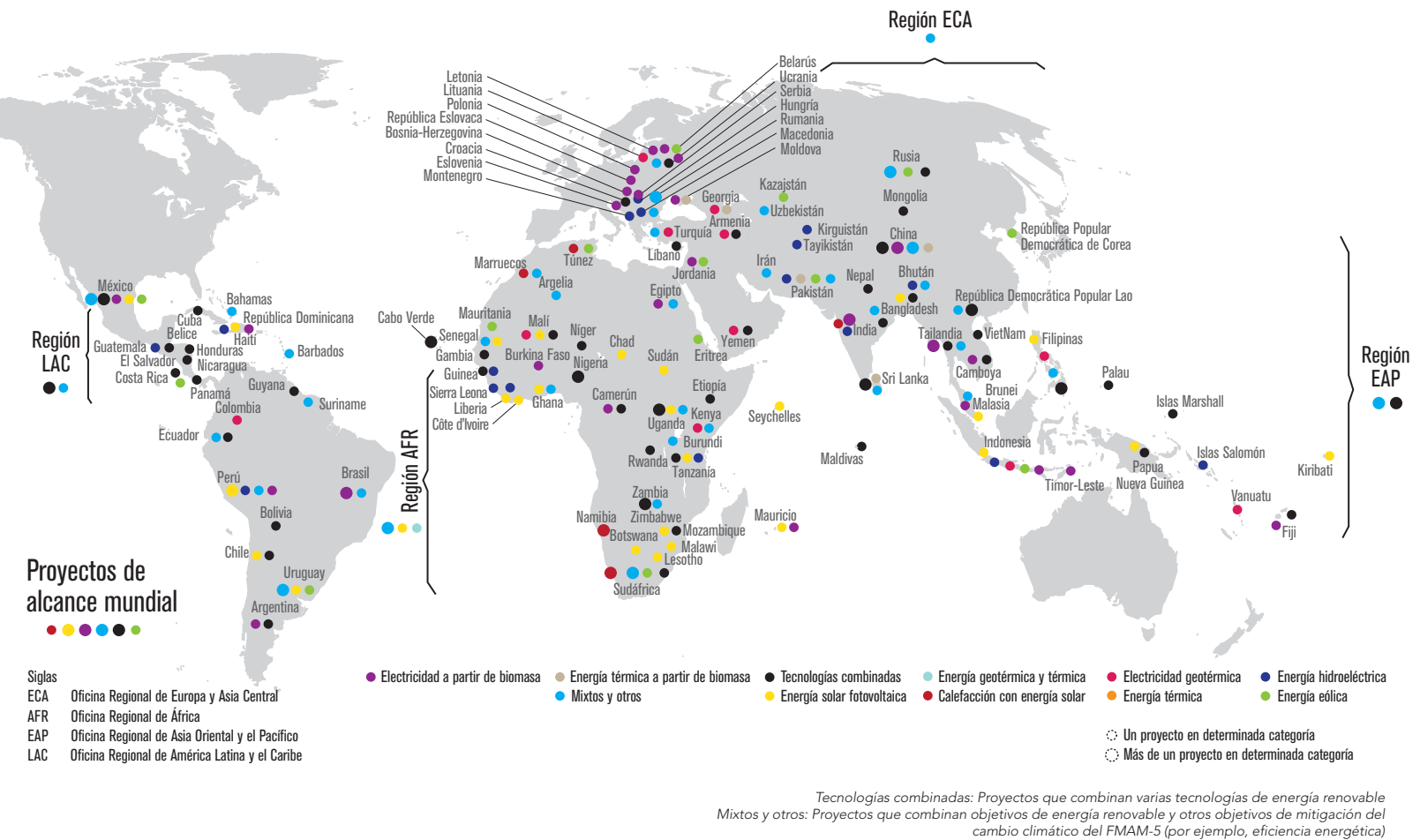
Siguiendo el plan de acción, también se puso en marcha el Centro Regional de Tecnología Eólica, creado para apoyar a los fabricantes de turbinas eólicas, impartir capacitación a técnicos locales y facilitar la cooperación entre los fabricantes de las turbinas y otras industrias mexicanas. La eliminación de barreras y la creación de incentivos en el marco del plan de acción llevaron a la construcción de La Venta II, que entró en operaciones en 2007 con una capacidad instalada de 83,5 MW.

En 2007 se inició un segundo proyecto de energía eólica del FMAM. El Banco Mundial utilizó financiamiento del FMAM por valor de US\$24,4 millones y movilizó US\$247,5 millones del Gobierno de México para financiar una estructura tarifaria para La Venta III, una nueva instalación de energía eólica de gran tamaño. La Venta III se comenzó a construir en 2009 y cuando esté terminada tendrá una capacidad instalada de aproximadamente 103 MW. Este proyecto generará conocimientos técnicos especializados a nivel local en aplicaciones de energía renovable con conexión a la red basadas en principios comerciales, aumentará la experiencia en producción independiente de electricidad y permitirá crear capacidad institucional para valorar, adquirir y administrar tales recursos de manera de poder aplicarlos en otros proyectos.

En 2011 se inició un tercer proyecto de energía eólica del FMAM para aprovechar la experiencia adquirida en proyectos anteriores y brindar apoyo para la ampliación de esta forma de energía en México. Este proyecto de transferencia de tecnología procura prestar apoyo a la producción de bienes y servicios relacionados con la energía eólica a nivel nacional, y permitirá aumentar la capacidad técnica y humana para la fabricación, prueba y certificación de turbinas eólicas. La ejecución del proyecto está a cargo del Banco Interamericano de Desarrollo e incluye US\$5,5 millones en financiamiento del FMAM y US\$33,6 millones en cofinanciamiento. Está previsto que este proyecto se desarrolle hasta el año 2015.

8 En las cifras presentadas aquí no se han tenido en cuenta los proyectos mixtos, en que se financió energía eólica junto con otros objetivos. Solo se han tenido en cuenta aquí los proyectos independientes de energía eólica como único objetivo.

GRÁFICO 1: PROYECTOS DEL FMAM SOBRE ENERGÍA RENOVABLE, INCLUIDA LA ENERGÍA EÓLICA, EN TODO EL MUNDO DESDE 1991



Descripción de la tecnología

La Venta III representa el primer contrato de producción independiente de energía eólica en México. Para transmitir electricidad desde La Venta III hasta el mercado, la Comisión Federal de Electricidad de México está construyendo una línea de transmisión de 400 kilovoltios y 300 kilómetros de longitud.

La Comisión Federal de Electricidad emitió un llamado a presentar propuestas para el suministro de turbinas eólicas para el proyecto La Venta III. Se adjudicó a Iberdrola Renovables un contrato de suministro de electricidad de 20 años. En La Venta III se planea utilizar 121 turbinas eólicas fabricadas por Gamesa Eólica, cada una de las cuales mide aproximadamente 44 metros de

altura y tiene una capacidad declarada de 0,85 MW. Está previsto que los factores de capacidad de estas turbinas sean de alrededor del 42% en promedio durante los 20 años del contrato.

Los costos instalados para proyectos de energía eólica en el istmo de Tehuantepec se estiman en alrededor de US\$2000 por kilovatio (kW), y el costo nivelado de la electricidad en un período de 20 años se estima en alrededor de US\$0,065 por KW por hora.

La energía eólica está lista para el mercado y para su aplicación en otros lugares de México. El buen resultado del proyecto La Venta III reducirá los riesgos técnicos

y financieros que deberán asumir los promotores de los proyectos y permitirá llevar adelante otros proyectos independientes de producción de energía eólica en México y en otros países.

Resultados y efectos directos

Los proyectos de energía eólica del FMAM en México han producido resultados considerables. Los proyectos han seguido una progresión lógica, desde el respaldo para la adopción de políticas y condiciones de mercado propicias hasta la construcción y funcionamiento de grandes instalaciones. Actualmente en ejecución, el contrato para el proyecto independiente de La Venta III celebrado con Iberdrola Renovables pronto suministrará 103 MW de capacidad de energía eólica, generará hasta 370 GW por hora de electricidad al año, y hará disminuir las emisiones de GEI en aproximadamente 247 000 toneladas de CO₂ equivalente al año, lo que equivale a alrededor de 5 millones de toneladas de CO₂ equivalente en los 20 años de duración del contrato.

Los proyectos del FMAM han contribuido a generar confianza en la energía eólica en México, y el resultado de esto ha sido el desarrollo de otros proyectos eólicos. En 2010 se encargó un total de 64 turbinas eólicas de una capacidad de alrededor de 520 MW, incluso en Baja California y Tamaulipas. Además, está previsto que en 2011 se comiencen a construir otros cinco proyectos eólicos con una capacidad total de alrededor de 500 MW. Una vez que estén terminados, estos proyectos, conjuntamente con los proyectos La Venta con o sin financiamiento del FMAM, sumarán una capacidad de

energía eólica total de más de 1 GW para México. La Comisión Federal de Electricidad está construyendo en el Istmo de Tehuantepec una línea de transmisión, de 2 gigavatios, 400 kilovoltios y 300 kilómetros, para llevar al mercado la electricidad generada a partir de la energía eólica. Se han planeado otros proyectos que podrían elevar la capacidad de energía eólica total de México a alrededor de 2,5 GW para fines de 2012.

Si se concretan estos planes, el apoyo del FMAM habrá hecho una importante contribución para multiplicar por 25 la energía eólica en México en los últimos 10 años. Este nivel de transferencia de tecnología puede alcanzarse en otros países si se logra identificar y financiar proyectos similares. Entre los factores fundamentales para repetir el éxito que ha tenido México cabe señalar la disponibilidad de recursos de viento de alta calidad, y el compromiso de la empresa nacional o local de electricidad de construir líneas de transmisión de alta tensión para hacer llegar la electricidad desde los parques eólicos hasta los centros de carga donde se requiera la electricidad.

Se espera que la experiencia que se siga adquiriendo con los sistemas de energía eólica pueda reducir los obstáculos a la integración a la red, y que el aumento de las manufacturas continúe generando una reducción de los costos instalados de las plantas eólicas y del costo de la electricidad generada por esas plantas, dependiendo de la calidad de los vientos y los consiguientes factores de capacidad. Junto con las políticas favorables para la energía eólica que se están estudiando en muchos países, se espera que los proyectos de este tipo lleguen a ser más atractivos para la comunidad financiera y que sigan aumentando aceleradamente.

Un elemento central de las inversiones del FMAM en proyectos de energía eólica es ayudar a los países a comprender las exigencias operacionales y de planificación que supone esta forma de energía, adquirir experiencia en la instalación e integración a la red de electricidad, y adoptar opciones de política que promuevan el desarrollo de la energía eólica.



En las Olimpiadas de Beijing de 2008 se prestaron servicios de transporte en autobuses con pila de combustible como parte del proyecto de demostración del FMAM sobre transferencia de tecnología.



China: Autobuses impulsados con pila de combustible

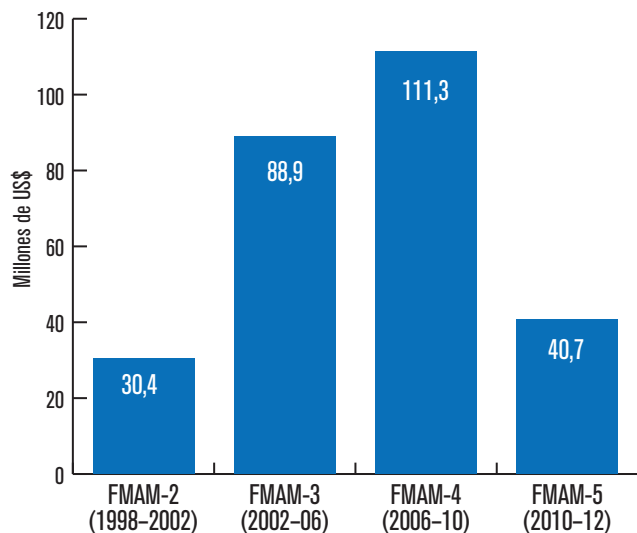
Introducción

La urbanización es una tendencia mundial importante que tiene considerables repercusiones con respecto a la energía y las emisiones de GEI. Según el cuarto informe de evaluación del IPCC, alrededor del 75% de la población del mundo industrializado y aproximadamente el 40% de los habitantes de países en desarrollo reside actualmente en centros urbanos. Además, las propias ciudades siguen creciendo y por lo menos 19 de ellas tienen más de 10 millones de habitantes (IPCC 2007).

Las tendencias a la urbanización suelen afectar en mayor medida a los países en desarrollo y exacerban problemas ya existentes debido a la contaminación atmosférica, el consumo de petróleo y la dependencia de las importaciones, y las emisiones de GEI. Además, la urbanización seguirá siendo un factor importante para las inversiones a nivel local en transporte colectivo y otros proyectos de infraestructura, tales como caminos, puentes, túneles, garajes y equipo para reducir la contaminación.

El FMAM ha respaldado proyectos de transporte urbano sostenible desde 1999, incluidas inversiones en 46 proyectos en todo el mundo hasta mediados del FMAM-5 en junio de 2012. Estos proyectos recibieron US\$280 millones del FMAM y aproximadamente US\$2900 millones en cofinanciamiento. Actualmente las iniciativas del FMAM llegan a más de 70 ciudades que en conjunto sobrepasan los 250 millones de habitantes. La cartera de proyectos incluye el desarrollo de tecnologías y estrategias de transporte, como inversiones independientes en infraestructura de transporte público, o planes integrales de transporte urbano. Por ejemplo, en el ámbito del desarrollo de tecnologías, el FMAM ha invertido en proyectos de autobuses con pila de combustible (APC) en China y Brasil, y en proyectos de buses híbridos y de vehículos de tres ruedas en India y Egipto (FMAM 2012d).

GRÁFICO 2: INVERSIONES DEL FMAM EN TRANSPORTE URBANO SOSTENIBLE, POR FASE



La cartera de proyectos sobre transporte urbano del FMAM aumentó de US\$30 millones en el FMAM-2 a casi US\$120 millones en el FMAM-4, y constituye la mayor inversión mundial en transporte urbano ecológicamente racional. Estos fondos, sin bien son considerables, representan una parte relativamente pequeña del total de inversiones que se necesitan para lograr sistemas de transporte urbano sostenible menos contaminantes y más modernos. Como resultado, se espera que el transporte urbano cumpla una función importante en la cartera del FMAM-5 de proyectos sobre cambio climático.

Para impulsar eficazmente las inversiones del FMAM, las iniciativas de transferencia de tecnología deben comprender proyectos que culminen en planes de transporte urbano más sólidos, y proyectos con tecnologías nuevas que tal vez no estén listas para su introducción en el mercado pero que deban demostrarse a fin de comprobar su desempeño y atraer inversión privada.

Descripción del proyecto

Los APC representan una importante tecnología de energía limpia que está prácticamente lista para su comercialización pero que debe ser demostrada en proyectos para verificar su rendimiento, evaluar su potencial y determinar las necesidades de suministro de

hidrógeno e infraestructura para el suministro de combustible en los lugares necesarios. Se considera que los APC son más factibles en el corto plazo que otros tipos de vehículos que utilizan esa tecnología porque los autobuses normalmente funcionan en rutas y horarios establecidos y cuentan con infraestructura centralizada, incluido el suministro de capacitación al personal técnico, de mantenimiento y de apoyo.

Con una visión a nivel nacional y una hoja de ruta para el desarrollo del hidrógeno como fuente de energía, y en vista de sus graves problemas de urbanización y transporte colectivo, China ofrece una buena oportunidad para demostrar los APC. Los proyectos sobre esta tecnología que se realizan en Beijing y Shanghai tienen por objetivo suministrar a quienes los adopten inicialmente información importante sobre los resultados y costos de esta tecnología, el mantenimiento de los autobuses y su aceptación por los usuarios. Los proyectos cuentan con US\$11,6 millones del FMAM y US\$23 millones en cofinanciamiento, y el PNUD colabora en su implementación.

El compromiso de China con estos proyectos se origina en los crecientes problemas de sostenibilidad que enfrenta el país. Por ejemplo, el crecimiento económico de China ha desencadenado un aumento del número de vehículos motorizados. Las ventas de vehículos en China aumentaron de 2,1 millones de unidades en el año 2000 a 5,8 millones en 2005 y 13,6 millones en 2009 (Sullivan 2010). En Beijing y Shanghai, los autobuses de transporte público son los que más contribuyen a la contaminación atmosférica debido al tamaño de las flotas, la gran potencia de los motores, el alto consumo de combustible, las largas distancias que recorren a diario y la congestión de las carreteras. Por ejemplo, en 2005 en Beijing había más de 18 000 autobuses en servicio, de los cuales 8026 funcionaban con combustible diésel. En 2005 en Shanghai también había más de 18 000 autobuses en servicio, de los cuales más de 10 000 funcionaban con diésel (Ministerio de Finanzas de China 2010).

Desde el inicio del proyecto, funcionarios del Ministerio de Ciencia y Tecnología de China, los Gobiernos de Beijing y Shanghai, la Universidad de Tsinghua, y representantes de empresas privadas nacionales e internacionales fueron participantes clave de los proyectos. Los objetivos generales eran los siguientes:

- Iniciar el proceso para demostrar la factibilidad y eficacia de los APC en el transporte urbano en China.

- Verificar la disminución de la contaminación atmosférica y de las emisiones de GEI como resultado del uso de APC.
- Demostrar el rendimiento operacional de los APC y de la infraestructura para su recarga en el contexto de China.
- Estimular a los fabricantes para que aumenten la producción y reduzcan los costos.

Antes de iniciarse el proyecto se procedió a su planificación, durante la cual se identificaron cuatro etapas:

- estudios de factibilidad
- demostraciones
- demostraciones ampliadas
- producción masiva

La primera etapa, que se llevó a cabo de 1998 a 2001, consistió en investigaciones, recopilación de datos y análisis por expertos chinos para sentar las bases del diseño del proyecto general. Los estudios de factibilidad demostraron que a partir de la década de 1990 se habían realizado importantes progresos en la producción y almacenaje de energía a partir del hidrógeno y en los vehículos impulsados con pila de combustible en muchos países, incluida China. La segunda etapa comenzó en 2002 y se espera que esté terminada en 2011. Como parte de ella, la empresa de transporte público de Beijing y la de Shanghai obtuvieron y pusieron en funcionamiento seis APC cada una. Esta etapa también comprende actividades de fortalecimiento de la capacidad para consolidar las bases que permitan proceder a la tercera etapa, que se espera se lleve a cabo desde 2012 hasta 2020 y consista en una demostración en mayor escala de esos autobuses en otras ciudades chinas⁹.

Descripción de la tecnología

La tecnología para estos proyectos incluye tanto los APC como la infraestructura para su recarga. Estos sistemas no están disponibles comercialmente excepto para su aplicación limitada en el marco de los proyectos de demostración. Aún existe un alto nivel de riesgo asociado

con los costos y con el rendimiento de los vehículos con pila de combustible, particularmente en las condiciones rigurosas que supone la existencia de autobuses de gran tamaño para el transporte colectivo en las zonas urbanas. Si bien se trata de una tecnología comprobada, los costos de las pilas de combustible siguen siendo prohibitivos en comparación con otros sistemas de propulsión vehicular, incluidas las alternativas no tradicionales como el gas natural comprimido y los autobuses híbridos eléctricos. Además, la infraestructura para el abastecimiento de hidrógeno requiere sus propias instalaciones de producción, almacenamiento y suministro, y esos costos deben ser incluidos en la iniciativa global.

En el cuadro de la página siguiente se indican los fabricantes, el calendario de demostración y la ubicación de los proyectos sobre APC.

El Citaro, fabricado por Daimler-Chrysler, utiliza una pila con membrana de intercambio de protones que comprende una celda de 205 kW fabricada por Ballard Power Systems, Inc., y un motor de inducción de corriente alterna. El Citaro usa nueve tanques de hidrógeno fabricados por Dynetek Industries, Ltd. Cada tanque puede contener 40 kilogramos de hidrógeno presurizado a 350 bares.

La siguiente partida de tres APC fue fabricada por la Beiqi Foton Motor Company de China con financiamiento del Ministerio de Ciencia y Tecnología y la asistencia técnica del FMAM. Durante esta parte de los proyectos, los autobuses estuvieron en servicio en los Juegos Olímpicos de Beijing de 2008 para demostrar esta tecnología. Los últimos seis autobuses usaron sistemas híbridos de pilas de combustible, fabricados por Shanghai Automotive Industry Corporation (SAIC). Estos autobuses fueron adquiridos para su demostración y funcionamiento durante la exposición mundial de Shanghai en 2010. Los seis APC brindaron servicios de transporte sin producir emisiones a los visitantes que necesitaban desplazarse de un lugar a otro en el lugar de la exposición mundial.

La infraestructura para la recarga de hidrógeno es un aspecto fundamental de este proyecto y ha resultado en la construcción y puesta en funcionamiento de la primera estación dispensadora de hidrógeno de China. Con la cooperación de SinoHytec, BP y Tsinghua Tong Fang Corporation, la estación de recarga de hidrógeno de Beijing fue construida dentro del parque de demostración

⁹ Aún no se han iniciado la tercera ni la cuarta etapa, en las que no está prevista la participación del FMAM.

CUADRO 2: RESUMEN DE PRODUCCIÓN DE AUTOBUSES CON PILAS DE COMBUSTIBLE CON EL APOYO DEL FMAM

Fabricante	Número de APC	Calendario	Lugar
DaimlerChrysler-Citaro	3	junio de 2006-octubre de 2007	Beijing
Beiqi Foton Motor Company	3	agosto de 2008-julio de 2009	Beijing
Shanghai Automotive Industry Corporation	6	febrero de 2010-presente	Shanghai

de vehículos impulsados por nuevas fuentes de energía de esa ciudad, situado en la zona de desarrollo económico de alta tecnología de Yongfeng, aproximadamente a 10 kilómetros del estadio olímpico. La estación entró en servicio en noviembre de 2006 y abastece de hidrógeno mediante un reformador externo de gas natural.

La instalación tiene capacidad para abastecer de ocho a diez autobuses a la vez, tres o cuatro veces por semana. En esta estación se recargaron los tres autobuses Citaro que participaron en el proyecto de demostración de Beijing, lo que aportó valiosos datos para la construcción y puesta en funcionamiento de una estación de recarga en Shanghai.

Resultados y efectos directos

Los datos recopilados hasta la fecha demuestran que los APC y la infraestructura para su recarga han dado buenos resultados. Por ejemplo, los autobuses Citaro se utilizaron en Beijing entre junio de 2006 y octubre de 2007 para el transporte colectivo en recorridos habituales sin producir emisiones y con bajos niveles de ruido. Los autobuses recorrieron un total de 92 116 kilómetros con una tasa de operación del 88%, durante 5699 horas, y transportaron 56 973 pasajeros. Los autobuses no sufrieron ni provocaron ningún accidente ni situaciones de emergencia y fueron evaluados favorablemente por los pasajeros y conductores.

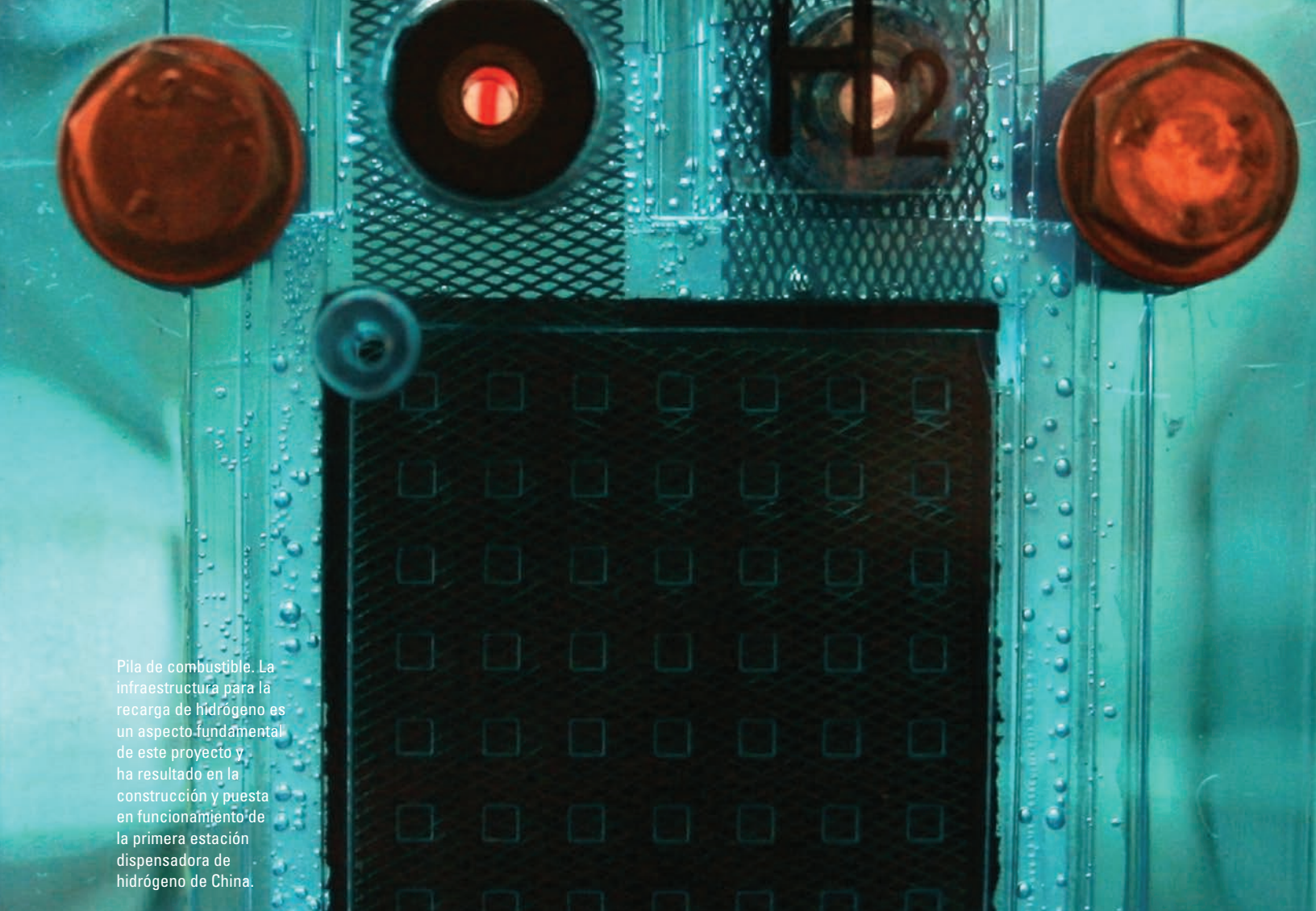
Los autobuses Foton utilizados en Beijing desde agosto de 2008 hasta julio de 2009 recorrieron 75 460 kilómetros y transportaron 60 198 pasajeros. Estos autobuses circularon durante 3646 horas y consumieron 5753 kilogramos de hidrógeno a razón de aproximadamente 9,56 kilogramos

por cada 100 kilómetros recorridos. Los APC de SAIC circularon en Shanghai en 2010 y 2011, recorrieron 3312 kilómetros, y llevaron a 106 040 pasajeros. Estos APC consumieron 37 812 kilogramos de hidrógeno a una tasa de consumo de alrededor de 11,51 kilogramos por 100 kilómetros recorridos.

Se prevé que con los 12 APC se evite la emisión de unas 1010 toneladas de CO₂ equivalente. Si en el 30% de la flota de autobuses municipales de China se adoptaran los APC de aquí al año 2030, anualmente se podría evitar la emisión de 9,3 millones de toneladas de CO₂ equivalente.

En adelante, el FMAM seguirá buscando oportunidades de respaldar proyectos eficaces en función de los costos relacionados con este tipo de autobuses en los que se aproveche la experiencia adquirida en Beijing y Shanghai y en otras demostraciones del hidrógeno y de las pilas de combustible en otras partes del mundo. Las actividades de investigación y desarrollo siguen siendo una parte importante de la estrategia para bajar los costos y mejorar el rendimiento de las pilas de combustible y la infraestructura para la producción, almacenamiento, distribución y abastecimiento de hidrógeno. Los proyectos de demostración también son importantes para proporcionar a los creadores de las tecnologías información sobre los problemas para su uso, y para fundamentar la orientación y las prioridades de las actividades de investigación y desarrollo.

Los proyectos del FMAM sobre APC han aportado información muy útil sobre los costos y el rendimiento de las pilas de hidrógeno y la infraestructura de recarga en el transporte colectivo en las zonas urbanas. Gracias a esas demostraciones, centenares de miles de pasajeros han viajado en estos autobuses, mostrando de esa manera la




Pila de combustible. La infraestructura para la recarga de hidrógeno es un aspecto fundamental de este proyecto y ha resultado en la construcción y puesta en funcionamiento de la primera estación dispensadora de hidrógeno de China.

tecnología al público y sensibilizando a la opinión pública. Los proyectos también han apoyado el compromiso de China de desarrollar vehículos impulsados por hidrógeno y pilas de combustible, y el programa para usar en mayor escala los APC.

En la búsqueda de oportunidades para la transferencia de tecnología en relación con los APC, se han recogido varias lecciones clave para tener en cuenta en el futuro. Por ejemplo:

- **Entender las necesidades de inversión:** El volumen de inversión necesario para la compra de los APC y para construir y mantener en funcionamiento la infraestructura de suministro de hidrógeno es considerable, y constituye un elemento esencial que se debe tener en cuenta para repetir las experiencias de Beijing y Shanghai en otras ciudades chinas y en otros sitios del mundo.

- **Evaluar las alternativas:** Son muchos los tipos de sistemas de energía limpia que se están demostrando para su utilización en el transporte urbano sostenible. Las ventajas relativas de los APC y de estos otros sistemas deben evaluarse en profundidad para que los proyectos de transporte urbano sostenible satisfagan todas las necesidades de la comunidad urbana y del país donde se llevan a cabo.
- **Asegurar el compromiso:** El nivel de compromiso por parte del Gobierno chino respecto del desarrollo de la energía a partir del hidrógeno ha sido un factor fundamental. El grado de compromiso a nivel nacional será un aspecto importante para identificar otros proyectos sobre APC en otros países.



Mecanismos de financiamiento novedosos: Programa de Cofinanciamiento para Promover la Eficiencia Energética en Hungría

Budapest, Hungría.

Introducción

La eficiencia energética se cuenta entre las estrategias de más bajo costo para ahorrar energía y reducir las emisiones de GEI. La adopción generalizada de instrumentos financieros para promover la eficiencia energética es fundamental para ampliar la adopción de tecnologías, herramientas y técnicas de eficiencia energética. Los proyectos del FMAM dirigidos a desarrollar y transferir instrumentos financieros para la eficiencia energética se han llevado a cabo exitosamente en muchos países de todo el mundo, como Hungría, Bulgaria, Eslovaquia, Tailandia y China. Con esos proyectos se ha reducido considerablemente el consumo de energía y las emisiones de GEI.

Existen tres tipos generales de instrumentos financieros que el FMAM y otros organismos han utilizado en todo el mundo para sus inversiones en eficiencia energética. Como en el caso de Hungría, es frecuente combinar estos instrumentos de diversas maneras para adaptarse a las condiciones y necesidades de cada lugar. Estos tipos de instrumentos son:


- Préstamos o garantías de préstamos a través de bancos comerciales, organismos especiales de desarrollo o fondos gubernamentales.
- Contratos basados en niveles de servicio en el ámbito de la eficiencia energética a través de empresas de servicios energéticos.
- Programas de gestión por el lado de la demanda a través de empresas de distribución de energía que

proporcionan financiamiento, incentivos y asistencia técnica.

El FMAM ha estado al frente de las iniciativas para promover instrumentos financieros novedosos que fomentan la eficiencia energética en los países en desarrollo y las economías en transición. El desarrollo, implementación y evaluación de estos instrumentos satisfacen la gran necesidad que existe a nivel mundial de estimular su aplicación en otros lugares y de difundir las enseñanzas recogidas.

Los proyectos sobre instrumentos financieros y planteamientos de mercado en respaldo de las empresas de servicios energéticos representan el 31% de la cartera de proyectos de eficiencia energética del FMAM, y absorbieron el 50% del financiamiento del FMAM para fines de eficiencia energética hasta fines del ejercicio de 2012 del FMAM-5. A través de esos proyectos el FMAM ofrece asistencia, instrumentos y técnicas financieras esenciales, asistencia técnica y capacitación para ampliar las opciones de financiamiento para el uso de artefactos y equipos de alto rendimiento energético en edificios residenciales y comerciales y en la industria manufacturera y procesadora en todo el mundo.

Las actividades del FMAM relacionadas con proyectos sobre instrumentos financieros forman parte de una cartelera que incluye la demostración y difusión de tecnologías, normas y etiquetado, enfoques de mercado y formulación de políticas y regulaciones.



El FMAM ha apoyado a muchas pymes de China y otros países en desarrollo a fin de mejorar su eficiencia energética y reducir las emisiones de GEI.

Descripción del proyecto

El Programa de Cofinanciamiento para Promover la Eficiencia Energética en Hungría (PCPEEH) permitió establecer un sector de financiamiento comercial sostenible en Hungría, en colaboración con instituciones financieras locales, para realizar inversiones en eficiencia energética en una gama de tecnologías, aplicaciones y sectores. Este proyecto es un ejemplo valioso de los esfuerzos del FMAM por promover y transformar el financiamiento de proyectos y los mercados para realizar inversiones en eficiencia energética en países y economías en transición. Al igual que otros países de Europa oriental y los nuevos Estados independientes de la antigua Unión Soviética, Hungría tenía una economía de planificación centralizada que durante décadas estuvo protegida de las fuerzas del mercado y que, por lo tanto, creó instituciones e infraestructura basadas en precios de la energía relativamente bajos y subvencionados. Al no haber señales adecuadas del mercado, no existían incentivos económicos para la eficiencia energética y los prestamistas húngaros no tenían experiencia en ofrecer y administrar préstamos en el ámbito de la eficiencia energética.

Este proyecto se inició en 1997 cuando el sector financiero de Hungría comenzaba a operar conforme a principios comerciales y estaba en condiciones de empezar a financiar proyectos de eficiencia energética, sobre todo en el sector de las pymes. Sin embargo, había grandes obstáculos y el proyecto del FMAM fue esencial para desarrollar capacidades básicas y conocimientos técnicos y de otro tipo. El FMAM proporcionó US\$5,7 millones para este proyecto, que además contó con US\$113,2 millones de cofinanciamiento. Para la ejecución del proyecto se contó con el respaldo de la Corporación Financiera Internacional (IFC).

El PCPEEH se diseñó en dos etapas:

- PCPEEH I: Un proyecto piloto de US\$5 millones que despertó bastante interés entre las instituciones financieras húngaras en este mercado.
- PCPEEH II: Ampliación de las garantías y la asistencia técnica para apoyar el financiamiento de proyectos relacionados con la eficiencia energética.

Entre los proyectos financiados hubo inversiones en alumbrado eficiente, calefacción municipal, sistemas de control para calderas y edificios, motores, y mejora de procesos industriales. El programa se encuentra actualmente en su tercera etapa, que se inició en 2005 y que ahora se combinó con el Programa de Comercialización del Financiamiento de la Eficiencia en el Uso de la Energía.

El mecanismo financiero creado para el PCPEEH incluyó dos estrategias para fortalecer el financiamiento en condiciones comerciales disponible en Hungría para proyectos de eficiencia energética:

- Oferta y administración de productos financieros especializados.
- Generación a nivel local de conocimientos especializados en tecnologías, herramientas y técnicas en el campo de la eficiencia energética.

El principal producto financiero incluyó una garantía parcial de préstamos otorgada por IFC a las instituciones financieras húngaras participantes. La creación de capacidad comprendió asistencia técnica y actividades de capacitación. El PCPEEH fue el primer programa en que se usó una garantía parcial de préstamos para facilitar el financiamiento comercial para proyectos de eficiencia energética, estrategia que desde entonces se ha perfeccionado y aplicado en otros proyectos del FMAM e IFC en todo el mundo (Taylor y colab. 2008).

La implementación del instrumento financiero comprendió el desarrollo de instituciones especializadas, mecanismos contractuales y acuerdos en una configuración singular. En el marco del PCPEEH, el FMAM e IFC emitieron acuerdos de mecanismos de garantía para inversiones en eficiencia energética con prestamistas húngaros. A medida que el prestamista y el prestatario iniciaban cada operación de inversión, el FMAM e IFC emitían un acuerdo de garantía para cada transacción admisible realizada, ya sea que el receptor fuera un usuario final, un proveedor, una empresa de servicios energéticos o un equipo conformado por estos tres.

En el marco de los acuerdos de mecanismos de garantía, los prestamistas son responsables de la tramitación y estructuración de todas las transacciones, y de aplicar la diligencia debida y llevar a cabo el análisis de los créditos. También son responsables de la administración de los préstamos de principio a fin y de encontrar soluciones para la cobranza de los préstamos en caso de

incumplimiento de los pagos. Dado que el instrumento financiero solo contempla garantías parciales, los prestamistas tenían el incentivo de identificar e iniciar préstamos financieramente sólidos y considerar las inversiones en proyectos de eficiencia energética que fueran más eficaces en función de los costos (Taylor y colab. 2008). En el gráfico 3 se presenta un diagrama de la organización de los acuerdos de mecanismos de garantía y acuerdos de garantía para cada transacción, comenzando por los prestamistas y hasta los receptores de los préstamos, con indicación de la manera en que el financiamiento se complementó con una adecuada asistencia técnica y actividades de capacitación.

En un comienzo, cuando el mercado del financiamiento de eficiencia energética en Hungría se encontraba en sus etapas iniciales, las garantías parciales de préstamos en el marco del PCPEEH estaban disponibles para muchas compañías y organizaciones diferentes que podían utilizarlas para llevar a cabo proyectos sobre eficiencia energética. Sin embargo, a medida que se fue adquiriendo experiencia, los receptores de los préstamos eran preferentemente promotores de proyectos (por ejemplo, proveedores, compañías de arrendamiento financiero, empresas de servicios energéticos y pymes), porque estaban en mejores condiciones de consolidar pequeños proyectos en proyectos de mayor tamaño, y de utilizar la asistencia técnica y capacitación suministrada.

Resultados y efectos directos

Los efectos directos que se esperaba obtener con el PCPEEH eran los siguientes:

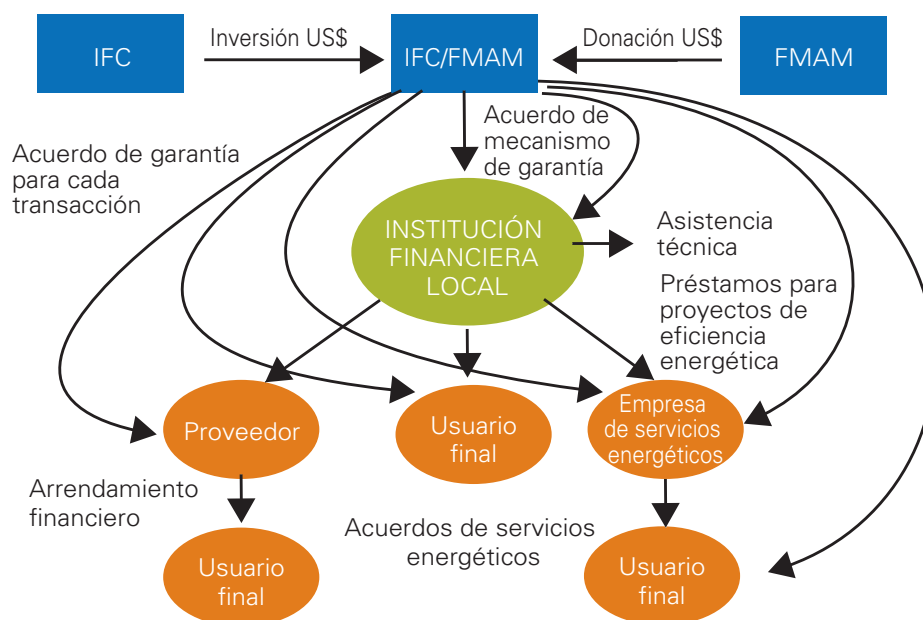
- Disminución de los costos de capital de los nuevos sistemas de transmisión y distribución de electricidad como resultado de la disminución de la demanda.
- Disminución de la dependencia del país de la energía importada como resultado de la reducción del uso de petróleo y gas natural.
- Mejora de los niveles de vida, aumento de la competitividad de las pymes, y mejora de los presupuestos municipales como resultado de la disminución de los costos de la energía.

Se estima que las reducciones de las emisiones de GEI gracias al PCPEEH son de alrededor de 2,6 millones de toneladas de CO₂ equivalente durante la vida útil del proyecto.

Reunión de expertos con representantes del FMAM para analizar opciones novedosas de financiamiento del carbono.



GRÁFICO 3: ESTRUCTURA DEL PROGRAMA DE COFINANCIAMIENTO PARA PROMOVER LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN HUNGRÍA



Fuente: Taylor y colab. 2008.

Los análisis indican que los primeros seis años del PCPEEH (1997-2003) representaron un inicio relativamente lento a medida que los prestamistas, receptores de los préstamos y proveedores de servicios asimilaban la asistencia técnica suministrada, se familiarizaran con los nuevos instrumentos financieros y aprendían a realizar estudios de factibilidad y auditorías de manera eficaz en función de los costos para identificar los proyectos de eficiencia energética más prometedores y rentables.

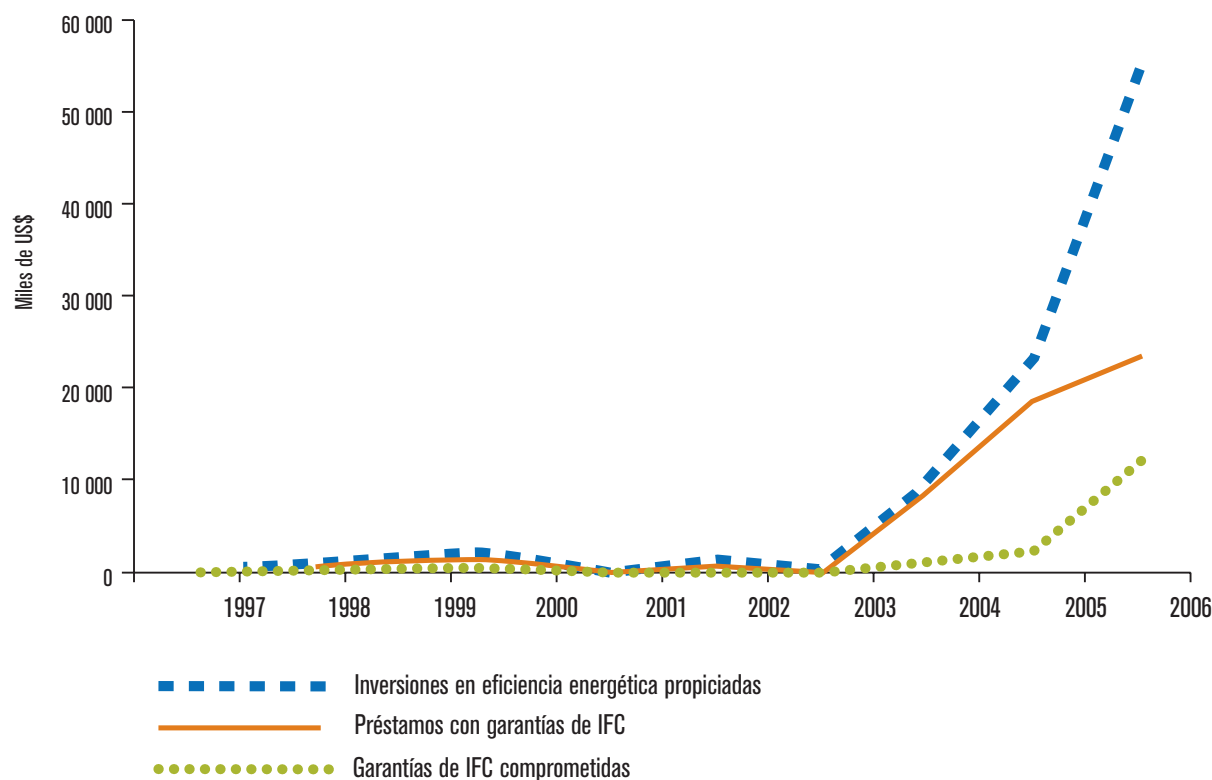
Desde 2003 hasta 2006, el PCPEEH entró en un período en que el nivel de los préstamos y proyectos se amplió rápidamente. En el gráfico 4 se muestran estos resultados, que revelan un cambio significativo hacia los mercados de eficiencia energética autosostenibles en Hungría (Taylor y colab. 2008). Con el transcurso del tiempo, un número cada vez menor de préstamos para eficiencia energética se apoyaba en las garantías parciales de préstamos. De hecho, a medida que los prestamistas y los receptores de los préstamos fueron adquiriendo más experiencia con respecto a las condiciones, riesgos y flujos de costos e ingresos de las inversiones en eficiencia energética, fueron aumentando las oportunidades para financiar

proyectos solo en base a los flujos de caja. Esto hizo posible enfocar el financiamiento a través de garantías parciales de préstamos en las oportunidades de mercado potencialmente rentables que de otra manera se podrían haber pasado por alto. Entre los proyectos que se beneficiaron con esta tendencia cabe señalar los de renovación de casas pareadas, combinación de calefacción y electricidad, calefacción municipal y alumbrado público (Taylor y colab. 2008).

Cuando se transfieren instrumentos financieros para proyectos de eficiencia energética a otras naciones y regiones, se deberían tener en cuenta importantes lecciones para garantizar que se apliquen las prácticas óptimas. Por ejemplo:

- Las garantías de préstamos no pueden resolver problemas bancarios o crediticios de naturaleza sistémica por sí solas, pero combinadas con asistencia técnica y capacitación pueden movilizar exitosamente a prestamistas locales y promotores privados, tales como agentes de arrendamiento financiero y empresas de servicios energéticos.

GRÁFICO 4: RESULTADOS DEL PCPEEH DESDE 1997 HASTA 2006



Con el apoyo del FMAM, esta fábrica de cemento construyó la primera central eléctrica en su tipo en China, que no requiere combustible sino que aprovecha el calor residual de los hornos de cemento.



- Si en una nación o región no existen instituciones financieras bien desarrolladas o capacidad técnica y conocimientos especializados en eficiencia energética, se requerirá tiempo y paciencia para crear la capacidad necesaria que permita establecer un mercado sólido. Se debería considerar un plazo del orden de seis meses a dos años para desarrollar y desplegar instrumentos financieros viables.
- Para que los mecanismos de garantía de préstamos tengan la mayor probabilidad de éxito, deben implementarse en sectores de banca comercial que cuenten con suficiente liquidez, tasas de interés atractivas, competencia e instituciones financieras con un grado de madurez razonable y que estén dispuestas a asumir riesgos.

El financiamiento proporcionado por el FMAM para los proyectos de Hungría ha sido instrumental para permitir

a IFC experimentar, y después ampliar e incorporar en las actividades habituales mecanismos de distribución de riesgos en materia de energía sostenible. Sobre la base de esta experiencia, IFC repitió y normalizó los mecanismos de distribución de riesgos, e incorporó enseñanzas aprendidas del caso de Hungría. Hasta ahora, IFC ha emprendido 10 programas y proyectos más para establecer los mecanismos de distribución de riesgos en materia de energía sostenible en 10 países (China, Colombia, Eslovaquia, Filipinas, Hungría, Letonia, Lituania, República Checa, Sri Lanka y Tailandia).

En el futuro, el FMAM continuará invirtiendo en proyectos que creen nuevos instrumentos financieros para promover la eficiencia energética. La asistencia del FMAM será particularmente importante en los países donde el sector de financiamiento comercial no está bien desarrollado y no existen empresas con experiencia en proyectos de eficiencia energética.



Un proyecto prioritario de la cartera consiste en asesorar a las comunidades sobre prácticas de manejo sostenible del ganado y los pastizales que se puedan aplicar fácilmente en otros lugares.

RECUADRO B: MEDIDAS DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO, UNA DE LAS PRINCIPALES PRIORIDADES DEL FMAM

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 y el Fondo Especial para el Cambio Climático, las inversiones del FMAM en proyectos de adaptación han sumado un total aproximado de US\$540 millones. La transferencia de tecnología ha sido un componente importante en la mayoría de los proyectos de adaptación y ha abordado la cuestión de la resiliencia frente al cambio climático en diversas esferas, a saber: gestión de los recursos hídricos, gestión de riesgos de desastres, seguridad alimentaria y agricultura, gestión integrada de zonas costeras y desarrollo de la infraestructura.

Las carteras del Fondo para los Países Menos Adelantados, el Fondo Especial para el Cambio Climático y la Prioridad Estratégica sobre Adaptación comprenden inversiones en diversas tecnologías, herramientas y técnicas de adaptación. Por ejemplo, ha habido proyectos sobre recuperación de humedales y/o manglares, sustento de las playas, sistemas de irrigación innovadores, cultivos resistentes a la sequía, mejora de la infraestructura para dotarla de resiliencia frente al cambio climático y transferencia física de sistemas electrónicos de alta tecnología para el registro de datos y sistemas de alerta. Además, muchos proyectos de adaptación han incluido técnicas para mejorar la gestión de las prácticas a nivel local.

En consecuencia, el fortalecimiento de la capacidad, la sensibilización de la opinión pública y el respaldo para incorporar las estrategias sobre adaptación en el desarrollo económico a nivel local, el uso de la tierra y la planificación ambiental han sido componentes importantes de muchos proyectos. A continuación se señalan algunos ejemplos de transferencia de tecnología de la cartera de proyectos sobre adaptación al cambio climático:

- En Etiopía, las tecnologías de pronóstico meteorológico están permitiendo mejorar las actividades de preparación para casos de sequía integradas en todos los sectores. Gracias a prácticas agrícolas mejoradas, estrategias alternativas de subsistencia y el uso de sistemas de alerta temprana, las comunidades rurales pueden adaptarse a la escasez de agua.
- En Sierra Leona se están instalando 15 estaciones meteorológicas automáticas y 20 pluviómetros regionales para revitalizar el sistema meteorológico que resultó gravemente dañado durante la guerra civil. Para operar estos sistemas se impartirá capacitación a nivel de posgrado a dos meteorólogos de vasta experiencia y a varios técnicos que cumplen funciones de apoyo. El análisis meteorológico y el pronóstico del tiempo es una herramienta esencial para respaldar la toma de decisiones a nivel local sobre adaptación al cambio climático en lo que respecta a proyectos de agricultura y gestión de los recursos hídricos.
- En los Andes, se han instalado estaciones de observación de los glaciares para poder explicar cabalmente los efectos del cambio climático en los glaciares. La información meteorológica se usará para planificar y diseñar las medidas de adaptación vinculadas con el uso y la gestión de los recursos hídricos.
- En Cabo Verde, país donde se prevé un fuerte estrés hídrico relacionado con el cambio climático, se están demostrando técnicas con resiliencia frente al cambio climático aplicables a la captación, almacenamiento, conservación y 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 que podrán aplicarse en otros lugares.
- En India, con tecnologías innovadoras se respalda el uso de la tierra y las prácticas de gestión de los recursos hídricos con arreglo a las circunstancias locales, a través de la rotación de cultivos, la agrosilvicultura, la agricultura de conservación, recolección de agua y gestión participativa de los recursos hídricos y de acuerdo con las necesidades ambientales, de la comunidad y de obtención de beneficios.
- En Bhután se están aplicando medidas para reducir los riesgos de inundaciones por la crecida de los lagos creados por los glaciares en retroceso. Este proyecto incluye la instalación de bombas para situar artificialmente el nivel de agua de los lagos por debajo de umbrales peligrosos y la instalación de un sistema automatizado de vigilancia y alarma que se aplicará para propósitos similares en otras regiones.
- En Haití, la promoción de prácticas y tecnologías agrícolas con resiliencia frente al cambio climático a través de las escuelas de campo para agricultores permite mejorar el rendimiento de los cultivos bajo tensión generada por el cambio climático y la variabilidad del clima. Las escuelas de campo para agricultores se establecen como planteamiento de transferencia y adopción de tecnologías de adaptación para la producción agrícola con resiliencia frente al cambio climático.

Una transferencia eficaz de tecnología se apoya en el intercambio abierto de información sobre proyectos como estos, para ayudar a crear conciencia y a adquirir experiencia a fin de proyectar exitosamente en mayor escala las actividades en el plano nacional y regional (FMAM 2009a y FMAM 2012a).

CUADRO 3: ELEMENTOS DE TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA EN EL ÁMBITO DE LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO EN LOS ECOSISTEMAS, LA AGRICULTURA, LA GESTIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS, LA GESTIÓN DE ZONAS COSTERAS, LA GESTIÓN DE RIESGOS DE DESASTRES Y LA SALUD HUMANA

	Ecosistemas	Agricultura	Gestión de los recursos hídricos	Gestión de zonas costeras	Gestión de riesgos de desastres	Salud
Transferencia de información tecnológica	Introducción de tecnologías de control 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 con resiliencia frente al cambio climático para actividades de captación, almacenamiento, conservación y distribución del agua (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)	Sistemas de información en respaldo de evaluaciones integradas del cambio climático y los riesgos de la gestión y planificación a largo plazo de la salud (Fiji)
Infraestructura y tecnologías materiales	Difusión de tecnologías relacionadas con fuentes alternativas de energía para reducir la tensión provocada por el hombre en los ecosistemas de manglares importantes, antes usados para la recolección de leña (África occidental)	Promoción y divulgación de variedades de cultivos tolerantes a la sequía y de tecnologías conexas; de conocimientos para la mejora de la agricultura de secano (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)	
Creación de capacidad, coordinación y políticas	Mejora de la gestión de pesquerías y zonas costeras basada en un análisis detallado de los cambios del frente salino inducidos por el cambio climático (Uruguay)	Creación de capacidad para la transferencia de las tecnologías adecuadas de adaptación, incluidos productores locales de semillas de variedades de cultivos resistentes al clima, personal de promoción de prácticas de adaptación en los servicios de desarrollo de la producción de cultivos, y facilitadores de las escuelas de campo para agricultores (Eritrea)	Formulación y aplicación de marcos integrados de gestión 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 sistemas de información geográfica) 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 o vulnerables a información sobre alertas tempranas (Bangladesh)	Aumento de la capacidad y los conocimientos de los profesionales locales de la salud mediante la aplicación a modo experimental de programas preventivos y correctivos de salud pública adaptables orientados específicamente a las enfermedades inducidas por el cambio climático (Samoa)



Con apoyo del FMAM, el Grupo Xinggao Coking de Shanxi (China) ha demostrado exitosamente la moderna tecnología de coquificación no contaminante, mediante la recuperación del calor residual de los hornos de coque para generar electricidad.

El papel del FMAM en la transferencia de tecnología

Características comunes y enseñanzas aprendidas de la transferencia exitosa de TER

En los estudios de casos analizados en este documento se expone el proceso de transferencia de cada una de las TER y se destaca la importante función que ha cumplido el FMAM en diferentes etapas. Las siguientes son algunas de las características comunes de una transferencia exitosa de TER y algunas de las enseñanzas aprendidas:

- **Focalizar el apoyo del FMAM para producir una transformación:** Los estudios de casos demuestran que el financiamiento del FMAM destinado a asistencia técnica y a respaldar inversiones es una herramienta crucial para que los países puedan probar proyectos piloto innovadores y compensar en parte los elevados costos de transacción iniciales de las actividades, y solventar los riesgos iniciales (Taylor y colab. 2008). Dicho apoyo focalizado es congruente con el principio de los costos incrementales, según el cual el apoyo del FMAM se utiliza para transformar un proyecto con beneficios a nivel nacional en uno que produzca beneficios para el medio ambiente mundial. A tales efectos el FMAM suministra financiamiento para cubrir la diferencia de costos, de manera que el proyecto en cuestión sea más racional desde el punto de vista ecológico.
- **Comprender y afrontar los obstáculos:** Los proyectos piloto y de demostración podrían ser una de las maneras más tangibles de eliminar los obstáculos a la transferencia de tecnología, mostrando la manera y los lugares donde se podrían implementar TER. El proyecto de Bangladesh sobre fabricación de ladrillos aborda algunos de los obstáculos técnicos, de capacidad y comercialización comunes de ese sector, al realizar actividades que han sido demostradas exitosamente en otros países de Asia con el respaldo del FMAM. El novedoso proyecto financiero de Hungría encaró los obstáculos institucionales y económicos asociados con los escasos incentivos económicos para adoptar la eficiencia energética y la falta de experiencia en el ofrecimiento y administración de préstamos para proyectos en ese ámbito. También es necesario contar con evaluaciones de referencia realistas, e identificar alternativas que permitan eliminar dichos obstáculos y puedan adoptarse razonablemente dentro del calendario de los proyectos en cuestión.
- **Lograr el compromiso y participación sostenida de los asociados:** En todos los estudios de casos se comprueba un compromiso firme y sostenido de los asociados locales y nacionales para planificar,

incrementar y administrar las diversas actividades. Los proyectos presentados en los estudios de casos se llevaron a cabo en varias etapas o a lo largo de un período de tiempo prolongado, lo que subraya la importancia de la participación sostenida de los asociados. El nivel de compromiso es un criterio importante para identificar otros proyectos a los fines de la transferencia exitosa de TER.

- **Lograr la participación del sector privado:** En cada estudio de casos se presentan diversos estilos de participación del sector privado, ya sea fabricantes de tecnologías para someter a prueba, contratistas de diseño y construcción, empresas que adoptan TER en sus procesos de fabricación, y proveedores de servicios financieros. En cada proyecto también se evaluaron y mejoraron las condiciones técnicas y de importancia para las políticas a fin de hacer posible la participación del sector privado. Los proyectos exitosos también contaron desde un comienzo con un modelo de negocios bien definido.

- **Entender las ventajas relativas de las opciones tecnológicas:** Los proyectos incluidos en los estudios de casos aportaron amplios datos y un cúmulo de experiencia necesarios para definir mejor las ventajas y desventajas de las TER demostradas. Para respaldar la aplicación de las TER en otros lugares y las inversiones en ellas, es preciso seguir determinando la ventaja relativa de las opciones disponibles. Cada una puede tener diferentes atributos financieros, ambientales, socioeconómicos, geográficos y relativos a la infraestructura, distintas necesidades en cuanto a capacidad, y diferentes requisitos de tipo normativo e institucional para que puedan ser transferidas exitosamente. Las decisiones de incorporar una tecnología en particular y aplicarla en otros lugares puede requerir un compromiso a largo

plazo que entrañe mucho capital, y estarán relacionadas con las decisiones que se hayan tomado en las etapas anteriores. Por ejemplo, es necesario evaluar los diversos sistemas de energía limpia disponibles para el transporte urbano sostenible antes de tomar la decisión de adoptar un tipo de sistema en particular.

- **Mantener un planteamiento integral:** La transferencia de tecnología no ocurre en el vacío con solo poner a disposición el equipo necesario. De la misma manera, el financiamiento por sí solo no puede resolver problemas sistémicos que repercuten en el acceso a las tecnologías. Los proyectos exitosos incluían múltiples componentes para apoyar la viabilidad de la transferencia de TER teniendo en cuenta las condiciones locales. Esos componentes eran el respaldo de las políticas, por ejemplo normas relativas a la cartera de proyectos de energía renovable y garantías de acceso a la red; incentivos tales como apoyo a las inversiones, certificados negociables de energía, créditos a la producción y tarifas de introducción de energía renovable a la red eléctrica; creación de condiciones en el mercado, y fortalecimiento de la capacidad y de las instituciones a nivel nacional, sectorial y de las empresas.

Estas conclusiones coinciden con una reciente evaluación independiente de los proyectos de desarrollo con bajas emisiones de carbono realizada por el Banco Mundial, en la cual se comprobó que el apoyo del FMAM a través de proyectos piloto de transferencia de tecnología ha sido fundamental para atenuar los riesgos que perciben los clientes (Banco Mundial 2010). En la evaluación también se concluyó que los proyectos exitosos han respaldado la transferencia de tecnologías, políticas y prácticas financieras ya existentes y su adaptación a las condiciones de los distintos lugares.



Con apoyo del FMAM, el Grupo Xingao Coking de Shanxi (China) ha demostrado exitosamente la moderna tecnología de coquificación no contaminante, mediante la recuperación del calor residual de los hornos de coque para generar electricidad.

Perspectivas para el FMAM-5

La estrategia del FMAM-5 relativa a la mitigación del cambio climático contempla promover una amplia cartera de tecnologías ecológicamente racionales e inocuas para el clima, con posibilidades de lograr reducciones considerables de las emisiones de GEI en países que reciben financiamiento del FMAM, según las circunstancias nacionales, como se ha señalado antes en el presente documento. El FMAM promueve la transferencia de tecnología en diversas etapas de su desarrollo en la cadena de innovación, desde la demostración de tecnologías innovadoras, emergentes y con bajas emisiones de carbono, hasta la difusión de TER y prácticas que han sido demostradas comercialmente.

La estrategia del FMAM permite a los países receptores acceder al apoyo que este ofrece en diversos ámbitos, tales como la eficiencia energética en el sector industrial y en los edificios, tecnologías de energía renovable, transporte y sistemas urbanos con bajas emisiones de carbono, conservación y aumento de las reservas de carbono a través de la gestión sostenible del uso de la tierra, cambio del uso de la tierra y silvicultura (UTCUTS) (recuadro C), y apoyo para la innovación. Además, con el FMAM-5 se ha prestado un creciente nivel de apoyo para proyectos y planteamientos programáticos que abarcan varios objetivos de área focal del FMAM a la vez.

Representa un avance que el FMAM también permita que se lleven a cabo proyectos financiados por varios fondos fiduciarios que abordan tanto la adaptación al cambio climático como la mitigación de este, según consta en el recuadro D.

Otro avance reciente es la estrategia revisada del FMAM-5 para el sector privado, aprobada en noviembre de 2011. En esta estrategia revisada se hace hincapié en las asociaciones con los bancos multilaterales de desarrollo para centrarse en el uso ampliado de instrumentos distintos de las donaciones, y se incluyen componentes para respaldar la transferencia de tecnología y la innovación entre las pymes, según consta en el recuadro E.

El FMAM está en condiciones de facilitar la transferencia de una amplia gama de TER a un mayor número de países y partes interesadas, mediante la catalización de inversiones adicionales, a fin de alcanzar su meta general de apoyar a los países y economías en desarrollo en la transición hacia un rumbo de desarrollo con menos emisiones de carbono. Se espera que los estudios de casos presentados en esta publicación motiven a otros países para adoptar en mayor medida estas tecnologías con bajas emisiones de carbono.



RECUADRO C: MITIGACIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO A TRAVÉS DE UNA MEJOR GESTIÓN Y USO DE LA TIERRA

A escala mundial, la deforestación aporta entre el 15% y el 20% de las emisiones de GEI, es decir, más que el sector de transporte de todo el mundo. El FMAM-5 contempla un programa para reducir las emisiones de GEI en el ámbito del UTCUTS. Los usos de la tierra se pueden clasificar, de manera general, como los que se utilizan para declarar los inventarios nacionales en el marco de la CMNUCC: tierras forestales, tierras de cultivo, pastizales, humedales (turberas), asentamientos y otras tierras. Los cambios del uso de la tierra y el uso de la tierra pueden generar emisiones de gases de efecto invernadero o secuestrar carbono, y a través de su gestión es posible reducir las emisiones previstas o aumentar el secuestro de carbono, todo lo cual contribuye a mitigar el cambio climático. La reducción de la deforestación y de la degradación de los humedales son estrategias especialmente eficaces para reducir las emisiones de GEI.

Los objetivos del UTCUTS son: 1) conservar, restaurar, incrementar y gestionar el carbono almacenado en las tierras forestales y no forestales, y 2) prevenir las emisiones de las reservas de carbono a la atmósfera reduciendo la presión sobre esas tierras en el paisaje en sentido más amplio. El éxito que se logre queda determinado por el número de hectáreas de tierras forestales y no forestales restauradas y mejoradas, las toneladas de CO₂ equivalente evitadas o secuestradas, y el número de países que adopten prácticas adecuadas de gestión. Los sistemas de vigilancia de las reservas de carbono también son fundamentales para determinar los progresos realizados.

El aumento de las reservas de carbono y del secuestro de carbono en el paisaje, y la disminución de la deforestación como resultado de los proyectos de UTCUTS, crean sinergias conducentes a la mitigación del cambio climático, así como otros beneficios para el medio ambiente mundial, tales como la protección de la diversidad biológica y la lucha contra la degradación de la tierra para mejorar las condiciones de vida de las personas. El programa de UTCUTS respalda el mecanismo de incentivo sobre gestión forestal sostenible y reducción de las emisiones debidas la deforestación y la degradación de los bosques (GFS/REDD-Plus), que permite que los proyectos del FMAM accedan a fondos adicionales a fin de que la ordenación forestal responda plenamente a las orientaciones impartidas por la CMNUCC, el Convenio sobre la Diversidad Biológica y la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación. Dado que los bosques pueden ser una fuente de biomasa para la producción de energía, las actividades de UTCUTS pueden generar sinergias adicionales en el área focal del FMAM relativa al cambio climático, incluida la gestión para aumentar las reservas de carbono en los bosques que se puede lograr al reducir el uso de los bosques mediante inversiones en tecnología de energía renovable y transformaciones del mercado para la adopción de la eficiencia energética, como el uso de cocinas más eficientes.

Entre las posibles actividades de transferencia de tecnologías innovadoras en el ámbito del UTCUTS cabe señalar la mejora de las tecnologías de producción de carbón y la reducción del uso de este material. El carbón es uno de los recursos energéticos más importantes en África y constituye una importante fuente de contaminación y emisión de GEI en las ciudades donde las presiones de la urbanización constituyen un problema creciente. La producción de carbón no es muy eficiente; aproximadamente el 90% del carbono se emite antes de que el 10% restante se suministre como carbón. La producción de leña mediante actividades de deforestación y técnicas mejoradas de ordenación forestal, unida al aumento de la eficiencia en la producción de carbón, podría tener un gran impacto a nivel mundial.

Aunque es importante para la sostenibilidad y el bienestar humano, el sector de la agricultura es responsable de aproximadamente el 14% de las emisiones mundiales de GEI y es una fuerza motriz clave de la deforestación y la degradación de la tierra. Sin embargo, la agricultura también puede ser una parte importante de la solución para el cambio climático. Por estos motivos, el FMAM invierte en proyectos que se ocupan de la agricultura sostenible y puede considerar proyectos agrícolas respetuosos del clima que demuestren beneficios concretos para el medio ambiente mundial que merezcan respaldarse (FMAM 2012f).

RECUADRO D: TRATAMIENTO DE CUESTIONES INTERSECTORIALES DE RELEVANCIA PARA EL CAMBIO CLIMÁTICO

Un punto fuerte del FMAM como mecanismo financiero es su capacidad para respaldar actividades en los países receptores que, en el contexto de sus necesidades de desarrollo sostenible, puedan contribuir a cumplir sus compromisos en virtud de más de una convención mundial. En las principales convenciones relativas al medio ambiente se han destacado los vínculos que existen entre sus respectivos objetivos ambientales mundiales. En estas convenciones se recomendaron medidas para promover la complementariedad y sinergia en la búsqueda de beneficios múltiples para el medio ambiente, junto con la evitación de todo compromiso o efecto negativo. Por lo tanto, mientras que las estrategias del FMAM se articulan por área focal, y se basan estrechamente en las orientaciones de la convención, en el diseño de los proyectos y las actividades de ejecución se pueden procurar cada vez más sinergias y conexiones en distintas áreas focales, como consecuencia de necesidades múltiples de los países receptores.

Mientras que el FMAM fija objetivos específicos para cada área focal, en muchos proyectos y planteamientos programáticos se abordan objetivos de varias áreas focales a la vez. Un gran número de proyectos del FMAM se refieren a múltiples áreas focales; en el marco del FMAM-4, por cada tres proyectos independientes sobre el cambio climático se probó uno de múltiples áreas focales; durante la primera mitad del FMAM-5, la razón es de aproximadamente uno a uno. Por ejemplo, la introducción de mecanismos para cocinas mejoradas puede reducir la deforestación; o el restablecimiento de los paisajes forestales para secuestrar carbono puede proporcionar beneficios ampliados para abordar el cambio climático, la biodiversidad y la desertificación, así como mejorar los medios de subsistencia.

Representa un avance que el FMAM permita que se lleven a cabo proyectos de varios fondos fiduciarios que abordan a la vez la adaptación y la mitigación al cambio climático, en el primer caso con financiamiento del Fondo para los Países Menos Adelantados o del Fondo Especial para el Cambio Climático y en el segundo con financiamiento del Fondo Fiduciario del FMAM. El Consejo del FMAM aprobó los primeros proyectos de varios fondos fiduciarios en mayo de 2011. Dichos proyectos seguirán siendo elegibles para su financiamiento durante el actual período del FMAM-5, y es muy probable que sigan siendo elegibles en los próximos períodos de reposición de recursos del FMAM.

A junio de 2012 se han aprobado tres programas y 10 proyectos de varios fondos fiduciarios, los que se indican a continuación:

Programas:


- Programa del Sahel y África Occidental en Apoyo de la Iniciativa de la Gran Muralla Verde (alcance regional); en su marco se aprobaron los siguientes proyectos:
 - Gestión integrada de desastres y de la tierra (Togo)
 - Gestión de la erosión y las cuencas hidrográficas (Nigeria)
 - Apoyo a la producción agrícola (y gestión sostenible de la tierra y los recursos hídricos) (Chad)
- Programa sobre los Ecosistemas de Desiertos y los Medios de Subsistencia para la Región de Oriente Medio y Norte de África (alcance regional)
- Programa Forestal de Biodiversidad de la Subregión del Gran Mekong (alcance regional)

Proyectos independientes:

- Centro de financiamiento y red experimentales de tecnología del clima de Asia y el Pacífico (alcance regional)
- Adaptación al cambio climático para reducir la degradación de la tierra en las microcuencas hidrográficas frágiles ubicadas en los municipios de Texistepeque y Candelaria de la Frontera (El Salvador)
- Proyecto de gestión de los ecosistemas naturales del Shire (Malawi)
- Mecanismos de transferencia de tecnología y redes sobre el clima de América Latina y el Caribe (alcance regional)
- Centro de financiamiento y red panafricanos experimentales de tecnología sobre el clima (alcance regional)
- Concepto de paisaje para la restauración y conservación de los bosques (Rwanda)
- Centro regional de transferencia de tecnología sobre el clima (alcance regional: Europa oriental y Asia central)

Cada uno de estos proyectos incluye un componente relativo al cambio climático, ya sea de adaptación a él o de mitigación de sus efectos y con frecuencia relativo a ambos fines. Asimismo, la mayoría de estos proyectos abarcan la transferencia de tecnología, como lo hacen los cuatro proyectos regionales que prestan apoyo a centros y redes de tecnología sobre el clima a nivel mundial, regional y nacional. Estos son un elemento clave del apoyo del FMAM al mecanismo de tecnología de la CMNUCC, en particular al Centro y Red de Tecnología del Clima.

Esto es un ejemplo del mérito que tiene contar con una entidad singular como el FMAM que pueda movilizar recursos para tratar cuestiones intersectoriales relativas al cambio climático.



De no haberse contado con los fondos del FMAM para acelerar el reemplazo de los enfriadores, habría continuado la demanda de clorofluorocarbonos (CFC) en el mercado interno, lo que podría haber establecido un mercado ilegal para esas sustancias en India.

RECUADRO E: ASOCIACIONES ENTRE LOS SECTORES PÚBLICO Y PRIVADO PARA LA TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA

Desde su creación, el FMAM ha tenido vínculos con el sector privado, impulsado por la idea básica de que para tener un impacto sustancial a largo plazo en el medio ambiente, debe alentarse a las empresas privadas, que son la fuerza motriz predominante de la actividad económica, a desarrollar actividades viables desde el punto de vista comercial que también reporten beneficios para el medio ambiente mundial. Después de iniciativas que tuvieron éxito de forjar asociaciones con el sector privado en el FMAM-4, en el FMAM-5 las partes que participaron en la reposición de recursos acordaron destinar otros US\$80 millones para el sector privado.

En la estrategia revisada del FMAM-5 para el sector privado, *Estrategia revisada del FMAM para incrementar la participación del sector privado* (FMAM 2011), aprobada en noviembre de 2011, se hace hincapié en las asociaciones con los bancos multilaterales de desarrollo para centrarse en el uso ampliado de los instrumentos distintos de las donaciones, y se incluyen componentes para respaldar la transferencia de tecnología y la innovación entre las pymes. Para servir de orientación para la ejecución de los programas de asociación entre los sectores público y privado en el marco de la estrategia aprobada, en junio de 2012 se formularon y presentaron al Consejo del FMAM las modalidades operacionales para dichos programas (FMAM 2012g). En estas modalidades operacionales se describe el proceso de preparación y presentación de los programas de asociación entre los sectores público y privado en el marco del ciclo del proceso del FMAM.

Conforme a la estrategia aprobada, el FMAM ha colaborado con bancos multilaterales de desarrollo en la preparación de programas de asociación entre los sectores público y privado en el marco de los que se realizarán inversiones con asociados del sector privado en actividades que generarán beneficios para el medio ambiente mundial. En junio de 2012, el Consejo del FMAM aprobó dos programas regionales de asociación entre los sectores público y privado que serían los primeros en acceder a los recursos destinados al sector privado en el FMAM-5, a saber:

- *Programa de asociación entre los sectores público y privado del Fondo Multilateral de Inversiones y el Banco Interamericano de Desarrollo.*
- *Programa de asociación entre los sectores público y privado del Banco Africano de Desarrollo.*

Estos programas de asociación entre los sectores público y privado se proponen utilizar préstamos en condiciones concesionarias o inversiones en capital social para promover la transferencia de tecnología, fomentar el desarrollo de energía limpia, y proteger los recursos naturales en varios países de África y América Latina.

Con la colaboración de las ventanillas de financiamiento para el sector privado de los bancos de desarrollo, el FMAM continuará estableciendo programas de asociación entre los sectores público y privado. Estos programas se valdrán de un conjunto de instrumentos financieros de amplio uso como los fondos de garantía contra riesgos, préstamos rotatorios e inversiones en capital social, sobre la base de la extensa experiencia del FMAM en instrumentos distintos de las donaciones. Por ejemplo, el FMAM y el organismo asociado podrían establecer un fondo para realizar inversiones en el capital social de las pymes involucradas en proyectos de energía renovable en los países en desarrollo, y que ayudan a la transferencia de tecnologías viables a nuevos lugares o aplicaciones. Las pymes suelen tener dificultades para obtener financiamiento suficiente a tasas razonables, especialmente en medios nuevos o riesgosos. El fondo podría asignar prioridad a las inversiones en empresas centradas en el acceso a la energía, que trabajan con pueblos indígenas o con empresas de propiedad de mujeres. El fondo de inversión proporcionará un rendimiento de la inversión, y devolvería los reembolsos al organismo y al Fondo Fiduciario del FMAM para su uso en otras inversiones. Otros programas de asociación entre los sectores público y privado podrían centrarse en servicios de préstamos o de garantía contra riesgos, y podrían usarse en cualquier área focal.

Los programas de asociación entre los sectores público y privado pueden ser un instrumento eficaz para promover la transferencia de tecnología mediante el respaldo de empresas de los países en desarrollo que están tratando de comercializar o aumentar el uso de TER.

ABREVIATURAS Y SIGLAS

APC	Autobuses con pilas de combustible
BTK	Horno Bull de trinchera
CES	Concentración de energía solar
CMNUCC	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
CO ₂	Dióxido de carbono
CP	Conferencia de las Partes
FCK	Horno de chimenea fija
FMAM	Fondo para el Medio Ambiente Mundial
GEI	Gases de efecto invernadero
GHK	Horno Hoffman a gas
HHK	Horno híbrido Hoffman
IFC	Corporación Financiera Internacional
IPCC	Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático
PCPEEH	Programa de Cofinanciamiento para Promover la Eficiencia Energética en Hungría
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
GFS/	Gestión forestal y reducción de las emisiones
REDD-Plus	debidas a la deforestación y la degradación de los bosques
SAIC	Shanghai Automotive Industry Corporation
TER	Tecnología ecológicamente racional
UTCUTS	Uso de la tierra, cambio del uso de la tierra y silvicultura

UNIDADES DE MEDIDA

GW	Gigavatio
GWh	Gigavatio por hora
kW	Kilovatio
kWh	Kilovatio por hora
MW	Megavatios

BIBLIOGRAFÍA

- Banco Mundial. 2006. "Assessment of the World Bank/GEF Strategy for the Market Development of Concentrating Solar Thermal Power". Washington, DC: Banco Mundial.
- Banco Mundial. 2010. "Phase II: The Challenge of Low-Carbon Development. Climate Change and the World Bank Group". Serie de estudios del Grupo de Evaluación Independiente. Washington, DC: Banco Mundial.
- Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM). 1995. "GEF Operational Strategy". Washington, DC: FMAM.
- Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM). 2009a. "Financing Adaptation Action". Washington, DC: FMAM.
- Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM). 2009b. "Investing in Energy Efficiency – The GEF Experience". Washington, DC: FMAM.
- Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM). 2011. "GEF Council document GEF C.41.09.Rev1". Washington, DC: FMAM.
- Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM). 2012a. "Strategy on Adaptation for the Least Developed Countries Fund and Special Climate Change Fund". Washington, DC: FMAM.
- Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM). 2012b. "Closing the Gap–GEF Experiences in Global Energy Efficiency". Washington, DC: FMAM.
- Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM). 2012c. "Investing in Renewable Energy–The GEF Experience". Washington, DC: FMAM.
- Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM). 2012d. "Investing in Sustainable Transport and Urban systems–The GEF Experience". Washington, DC: FMAM.
- Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM). 2012e. "Greening Opportunities at World Events–GEF Investment Experiences". Washington, DC: FMAM.
- Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM). 2012f. "Investing in Climate Change Mitigation Through Land Use, Land-Use Change, and Forestry (LULUCF) Activities". Washington, DC: FMAM.
- Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM). 2012g. "GEF Council document GEF/C.42/Inf.08". Washington, DC: FMAM.
- Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC). 2007. Cuarto informe de evaluación. Grupo de trabajo III, informe "Mitigation of Climate Change".
- Ministerio de Finanzas de China. 2010. "GEF in China". República Popular China.
- Sullivan, K. 2010. "Mercado automotor minorista de China". China Business Review, julio-agosto de 2010.
- Taylor, R., Govindaraji, C., Levin, J., Meyer, A., y Ward, W. 2008. "Financing Energy Efficiency". Washington, DC: Banco Mundial.

FOTOGRAFÍAS

Portada: Danielo Victoriano, concurso fotográfico del FMAM 2009

Interior de la portada: Ministerio de Agricultura de China

Página 2: Istockphoto

Página 5: Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial

Página 7: Fototeca del Banco Mundial

Página 8: Istockphoto

Página 10: Istockphoto

Página 13: McKay Savage

Página 15: Ministerio de Agricultura de China

Página 16: Ministerio de Agricultura de China

Página 17: Ministerio de Agricultura de China

Página 19: McKay Savage

Página 20: Istockphoto

Página 22: Fondo para el Medio Ambiente Mundial

Página 23: Istockphoto

Páginas 24-25: Ministerio de Ciencia y Tecnología de China

Página 29: Istockphoto

Página 30: Istockphoto

Página 31: Ministerio de Agricultura de China

Página 33: Fondo para el Medio Ambiente Mundial

Página 35: Ministerio de Agricultura de China

Página 36: Fototeca del Banco Mundial

Página 38: Ministerio de Agricultura de China

Página 40: Ministerio de Agricultura de China

Página 41: Fototeca del Banco Mundial

PRODUCCIÓN

Texto: Robert Dixon, Chizuru Aoki, Franck Jesus, Linda Heath, Alexis Mariani, Henan Xu, Zhihong Zhang, Rich Scheer.

Revisión y edición: Bonizella Biagini, Josef Buchinger, Lars Christiansen, Elisabeth Collins, Salih Dobardzic, Osamu Mizuno, David Rodgers, Xi Wang, Dimitrios Zevgolis, John Wickham

Imprenta: Professional Graphics Printing Co.
Noviembre de 2010
Revisión de noviembre de 2012

ACERCA DEL FMAM

El Fondo para el Medio Ambiente Mundial congrega a los Gobiernos de 182 países miembros —en asociación con instituciones internacionales, organizaciones de la sociedad civil y el sector privado— con el objetivo de resolver problemas relacionados con el medio ambiente mundial y, al mismo tiempo, respaldar las iniciativas nacionales en pos del desarrollo sostenible. El FMAM, organización financiera independiente, otorga donaciones a países en desarrollo y países con economías en transición para proyectos relacionados con la biodiversidad, el cambio climático, las aguas internacionales, la degradación de la tierra, la capa de ozono y los contaminantes orgánicos persistentes. Estos proyectos producen beneficios para el medio ambiente mundial, y conectan los desafíos ambientales de alcance local, nacional e internacional y promueven medios de vida sostenibles.

El FMAM, establecido en 1991, es hoy la principal fuente de financiamiento de proyectos para mejorar el medio ambiente mundial. El FMAM ha asignado US\$10 500 millones, complementados con más de US\$51 000 millones de cofinanciamiento, con destino a más de 2700 proyectos en más de 165 países en desarrollo y países con economías en transición. Con su Programa de Pequeñas Donaciones, el FMAM ha otorgado también más de 14 000 pequeñas donaciones directamente a organizaciones de la sociedad civil y de base comunitaria, por un total de US\$634 millones. Para más información, visite www.thegef.org.

www.theGEF.org



fmam FONDO PARA EL MEDIO AMBIENTE MUNDIAL
INVERTIMOS EN NUESTRO PLANETA