

# **Estudios de caso sobre financiamiento en materia de energía renovable: lecciones derivadas de iniciativas exitosas**

## **Resumen ejecutivo**

Informe de la  
**Comisión para la Cooperación Ambiental**  
Montreal, QC  
Canadá

*Preparado por:*



310 East Esplanade  
North Vancouver, B.C.  
V7L 1A4  
Tel: (604) 986 0233

21 de marzo de 2006

Ing. Martin Tampier  
Ing. Jean-Philippe Beaulieu

## Índice

1	Antecedentes .....	3
2	Financiamiento en materia de energía renovable .....	5
3	Introducción a las distintas clases de políticas de apoyo financiero en materia de energía renovable.....	7

Este resumen ejecutivo de un informe de antecedentes fue preparado para el Secretariado de la CCA por Envirochem Services y no refleja necesariamente las opiniones de la CCA o de los gobiernos de Canadá, Estados Unidos y México.

El informe de antecedentes completo está disponible en inglés:  
Tampier, Martin y Jean-Philippe Beaulieu. *Renewable Energy Financing Case Studies: Lessons to be Learned from Successful Initiatives*. Comisión para la Cooperación Ambiental, Montreal, 2006.

## 1 Antecedentes

La Declaración de Puebla de 2004 encomendó al Grupo de Trabajo del Artículo 10(6) formular un Plan Estratégico sobre Comercio y Medio Ambiente. En octubre de 2005 este grupo convino incluir en el Plan Estratégico un área prioritaria relacionada con energía renovable.

En el plan programa para 2005 se previó que la CCA elaboraría un documento en el que se describieran las mejores prácticas de financiamiento de proyectos de energía renovable de pequeña escala. La CCA realizó una revisión bibliográfica de los documentos disponibles sobre el tema, misma que presentó al Comité de Expertos en Energía Renovable (CEER) en su primera reunión anual, celebrada el 21 de noviembre en Washington, DC. Fue entonces cuando se decidió que la información con que se contaba resultaba insuficiente para brindar a los interesados un panorama completo sobre la mejor manera de financiar estos pequeños proyectos en América del Norte. Asimismo, se llegó a la conclusión de que las mejores prácticas variarían de un sitio a otro, de tecnología en tecnología, y en función de la etapa en que se procurara la inversión.

El presente informe, por consiguiente, reúne datos sobre políticas y programas, y describirá algunos estudios de caso que pueden orientar a Canadá, Estados Unidos y México. Con base en el informe, la CCA creará un servicio de intercambio de información en línea, en el que podrá localizarse información sobre políticas en materia de energía renovable. En una primera etapa, este informe se centrará en programas de energía renovable tanto de pequeña escala como a escala de centrales eléctricas. Se concentrará en aquellas iniciativas financieras que contribuyen a la adopción de tecnologías, es decir, que apoyan la entrada al mercado de tecnologías comerciales.

Las tecnologías incluidas en este informe incluyen:

- Sistemas solares fotovoltaicos (FV)
- Sistemas solares para el calentamiento de agua
- Calefacción solar, por ejemplo, sistemas Solarwall (revestimiento de paredes)
- Turbinas eólicas grandes y pequeñas
- Sistemas hidráulicos micro, mini o pequeños
- Bombas de calor geotérmicas
- Sistemas de energía por biomasa de pequeña y gran escala, tales como estufas mejoradas para calefacción (“estufas de pellet”)

La primera parte de este informe describe brevemente programas exitosos para cada tecnología, proporcionando vínculos de sitios en Internet donde puede obtenerse mayor información, así como datos de contacto. La segunda parte describe en forma más detallada estudios de caso selectos, aportando información sobre las características esenciales de estas iniciativas y las principales razones por las que han probado ser exitosas.

El informe incluye iniciativas de gobiernos, del sector empresarial, de empresas públicas de servicios y de organizaciones no gubernamentales. Se pretende que sirva de base a un sitio en Internet para el intercambio de información sobre financiamiento de fuentes renovables de energía, por lo que se han incluido numerosos vínculos de sitios en Internet que más adelante se incorporarán en una página electrónica. En particular los cuadros del apartado 4 y los estudios de caso en el apartado 5 están organizados de tal manera que puede usarse una

página “portada” para vincularse con cada apartado del informe, así como con otros estudios de caso ubicados en otros sitios web.

## 2 Financiamiento en materia de energía renovable

La mayoría de los sistemas de energía renovable difieren de los sistemas de generación de energía convencionales en la estructura de sus costos: los sistemas de combustión fósil tienen por lo general costos de capital inicial moderados o incluso bajos, pero costos de operación elevados debido a su consumo de combustible; en cambio, las fuentes de energía renovables (solar, eólica, geotérmica) no suelen tener costos de combustible, aunque requieren una inversión inicial relativamente elevada.

Propensa a evitar riesgos, la comunidad financiera se ha mostrado desde un principio renuente a invertir en tecnologías de energía renovable incipientes. Con todo, las políticas en los países líderes de Europa, en Japón, Estados Unidos e India, por mencionar unos cuantos, han conducido a un posicionamiento de las energías eólica y solar como las formas dominantes en la nueva capacidad de generación eléctrica en años recientes, con un crecimiento anual de dos dígitos. De acuerdo con el Instituto Worldwatch,<sup>1</sup> la inversión mundial en energía renovable alcanzó un nivel récord de \$30 mil millones en 2004, dando cuenta de entre 20 y 25 por ciento de la inversión total en la industria eléctrica.

La clave de este éxito estriba en que algunos países han favorecido las ventajas de la energía renovable mediante políticas y programas de apoyo claros y dirigidos. Estas ventajas incluyen menores emisiones atmosféricas, creación de empleo y sustentabilidad de las redes de distribución. También la independencia energética es un elemento que ocupa un lugar cada vez más importante en las agendas, toda vez que los ataques terroristas y los desastres naturales, al igual que la inestabilidad política, se ciernen como amenazas de la economía basada en el petróleo. Y, a medida que maduran las tecnologías de energía renovable, muchas centrales de generación y grandes compañías del sector eléctrico las utilizan como instrumentos de protección frente a los crecientes y fluctuantes precios en los mercados de combustibles fósiles.

Con todo, los países que más se benefician del auge de la energía renovable son básicamente aquellos con políticas públicas eficaces. Las normas sobre cartera de renovables y las tarifas de introducción de energía renovable a la red eléctrica se han erigido como la principal herramienta de apoyo a las fuentes renovables en gran escala. Así, las políticas estables que dan viabilidad en el largo plazo a los grandes proyectos de energía renovable atraerán la inversión privada. Algunos grupos ambientales, como el Instituto de Recursos Mundiales (WRI, por sus siglas en inglés), tienen además exitosos programas voluntarios de “electricidad verde” con capacidad para producir volúmenes considerables de energía eléctrica respetuosa del medio ambiente. Para los sistemas distribuidos de generación eléctrica de pequeña escala se están utilizando préstamos revolventes, programas de recompra y tarifas de introducción de energía a la red. Sin embargo, los bancos continúan renuentes a participar en un mercado de pequeños préstamos por considerarlos riesgosos, de forma que las energías renovables siguen a la espera de un avance de gran envergadura en muchas jurisdicciones que podrían beneficiarse enormemente de su instrumentación, así como de una menor necesidad de construir nuevas plantas eléctricas de gran escala gracias a la generación distribuida. Algunas empresas privadas de servicios eléctricos procuran introducirse en este nicho de mercado mediante la oferta de servicios de energía renovable, tales como calefacción con bombas geotérmicas, a precios fijos y sin vender el equipo a los usuarios.

---

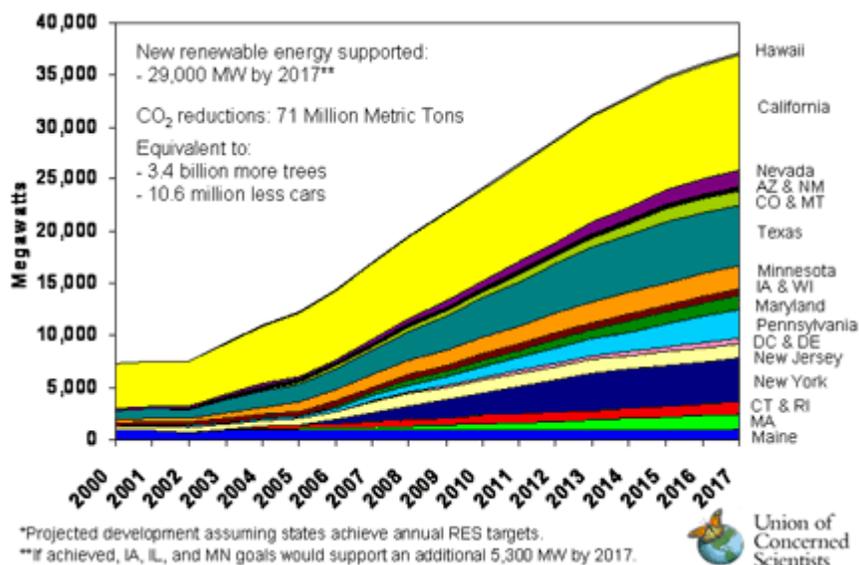
<sup>1</sup> Véase <<http://www.worldwatch.org/press/news/2005/11/06/>>.

Por consiguiente, el financiamiento de sistemas de energía renovable puede considerarse la herramienta más importante para superar las barreras de mercado, en combinación con otras medidas, como campañas de concientización ciudadana, capacitación de la fuerza de trabajo y creación de reglamentos y normas para la instalación e interconexión de sistemas de energía renovable. En particular, las energías renovables de pequeña escala requieren simultáneamente tres clases de mecanismos: legislación, incentivos y educación. Para ilustrar la interacción de estos mecanismos, algunos de los estudios de caso aquí analizados incluyen detalles sobre una variedad de mecanismos de política y la forma en que, en conjunto, constituyen un exitoso sistema de apoyo para las energías renovables.

### 3 Introducción a las distintas clases de políticas de apoyo financiero en materia de energía renovable

Uno de los instrumentos que se han utilizado de manera eficaz para promover la energía renovable son las **normas sobre cartera de renovables (NCR)**: porcentajes obligatorios de uso de energía renovable (ER). Mediante esta política —que se ha vuelto muy popular entre los gobiernos estatales en Estados Unidos— se crea indirectamente un mercado de energías renovables al obligar a los proveedores de electricidad minoristas a obtener cierto porcentaje de su suministro de plantas de generación eléctrica de origen renovable. Las NCR por lo general se centran en una creciente participación de la energía renovable como porcentaje de las ventas de electricidad anuales en una jurisdicción. Por ejemplo, podría requerirse que 2 por ciento de todo el suministro eléctrico en 2006 fuera renovable y que esta participación se incrementara paulatinamente de aquí a 2020 hasta alcanzar 15 por ciento.<sup>2</sup>

La legislación sobre NCR registra varias diferencias en lo que concierne a los porcentajes de renovables requeridos, si dicha electricidad puede generarse al interior de la jurisdicción o también al exterior de ésta, y si ciertas tecnologías tienen preferencia. La **gráfica 1** muestra el impacto general que se espera que la legislación vigente sobre NCR en Estados Unidos tenga en el futuro volumen de generación eléctrica a partir de fuentes renovables. Algunas de las provincias de Canadá han aplicado también políticas similares, estableciendo metas voluntarias y obligatorias para la producción de energía renovable.



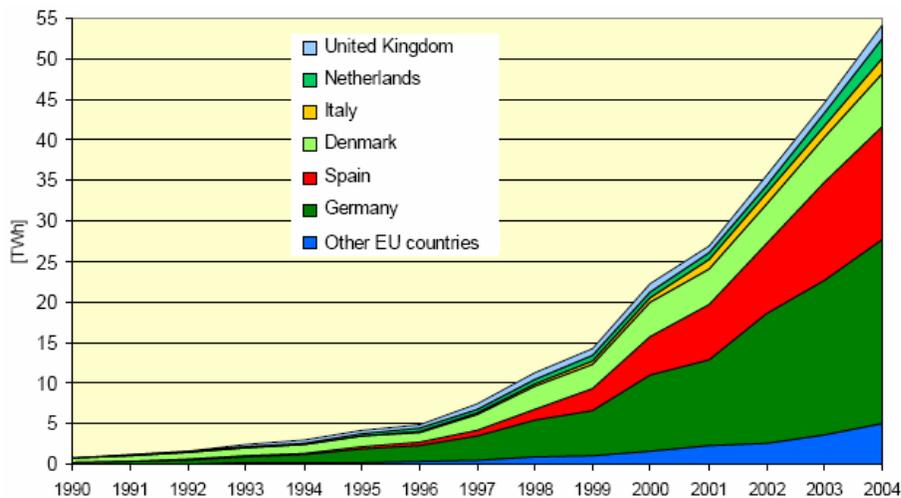
**Gráfica 1**  
Impacto previsto de la legislación sobre NCR en Estados Unidos, con nueva capacidad de generación añadida hasta 2017

Fuente: Unión de Científicos Preocupados

La Ley sobre Políticas Reguladoras de Empresas de Servicios Públicos (*Public Utility Regulatory Policy Act, PURPA*), promulgada en 1978, exige a las centrales eléctricas comprar electricidad verde en caso de que ésta pueda obtenerse a un costo menor que su “costo evitado”, es decir, el costo de invertir en capacidad de generación eléctrica convencional. En Estados Unidos la PURPA ha resultado benéfica lo mismo para los procesos de generación de energía renovable que para los de cogeneración. Un paso por delante de la PURPA, las tarifas

<sup>2</sup> Véase <[http://www.cec.org/databases/certifications/Cecdata/index.cfm?web\\_siteID=3](http://www.cec.org/databases/certifications/Cecdata/index.cfm?web_siteID=3)> para una descripción detallada por estado, y CCA (2003) para su comparación.

de introducción de energía en la red de suministro (también llamadas tarifas mejoradas para renovables) exigen a las centrales eléctricas pagar por electricidad de fuentes renovables montos superiores a su costo evitado. Estas tarifas se han vuelto muy populares en Europa, a raíz de lo cual Alemania, España y Dinamarca se han vuelto líderes mundiales en la producción de energía eólica. Por ejemplo, la electricidad generada a partir de fuentes renovables elegibles en conformidad con la ley alemana de introducción registró un aumento de más del doble entre 2000 y 2004, al pasar de 14 a 37 teravatios/hora (TWh). Más recientemente, estas tarifas han empezado a utilizarse en algunas provincias canadienses y en el estado de Washington, así como en Tailandia, Nicaragua, Brasil, India y Sri Lanka. Una tarifa de introducción es como una convocatoria abierta para la presentación de propuestas, en el sentido de que establece un precio fijo para la electricidad de fuentes de energía renovables. Las centrales eléctricas están obligadas a adquirir electricidad de cualquier generador en su área de servicio pagando esa tarifa fija, establecida por el gobierno. Por lo general, la tarifa varía de una tecnología a otra, y disminuye con el tiempo; por ejemplo, el promotor de un proyecto eléctrico puede recibir el pago de una tarifa fija a lo largo de 20 años, pero si las nuevas unidades de generación de electricidad comienzan a producir en 2007 la tarifa será ligeramente menor en comparación con la tarifa que les correspondería si estuviesen en operación desde 2006. Las tarifas pueden también diferir de acuerdo con el tamaño de la unidad generadora; por ejemplo, una pequeña turbina eólica en una azotea urbana puede obtener una tarifa más alta que un gran parque eólico cerca del mar. La **gráfica 2** ilustra el éxito de las tarifas de introducción en Europa: Dinamarca, España y Alemania las han utilizado y han contribuido a la mayor parte del incremento de la capacidad de generación eólica registrado en Europa (EU-15) desde 1990.

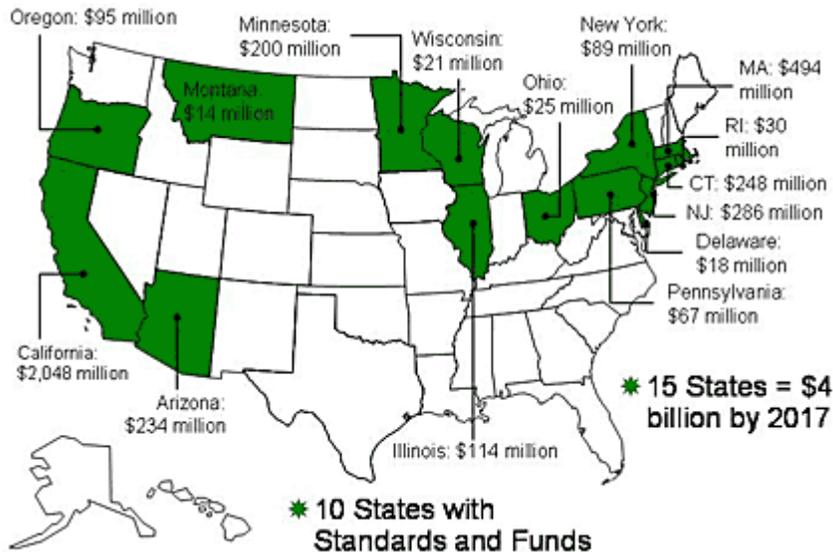


**Gráfica 2**  
**Generación eléctrica a**  
**partir de turbinas**  
**eólicas en la Unión**  
**Europea**

Fuente: Ministerio de  
Medio Ambiente de  
Alemania

Aparte de estos requerimientos para la adquisición de volúmenes crecientes de electricidad verde, muchos estados otorgan también **exenciones fiscales, incentivos** o **descuentos** para los proyectos de energía renovable. Un ejemplo muy exitoso es el de Crédito al Impuesto de Producción de Estados Unidos, que ofrece un crédito de 1.9 ¢/kWh a productores de energía eléctrica de fuentes eólicas. Muchas jurisdicciones también otorgan otros créditos al impuesto, tales como exenciones fiscales en la adquisición de equipo para generación de energía eólica, o esquemas de **depreciación acelerada**. Entre los incentivos se incluyen los que se otorgan a la producción por kWh, el financiamiento para la investigación y la generación, los descuentos para instalaciones domésticas y el financiamiento a proyectos. En ocasiones los incentivos se financian a través de los llamados **cargos para beneficio de los sistemas**: pequeños cargos

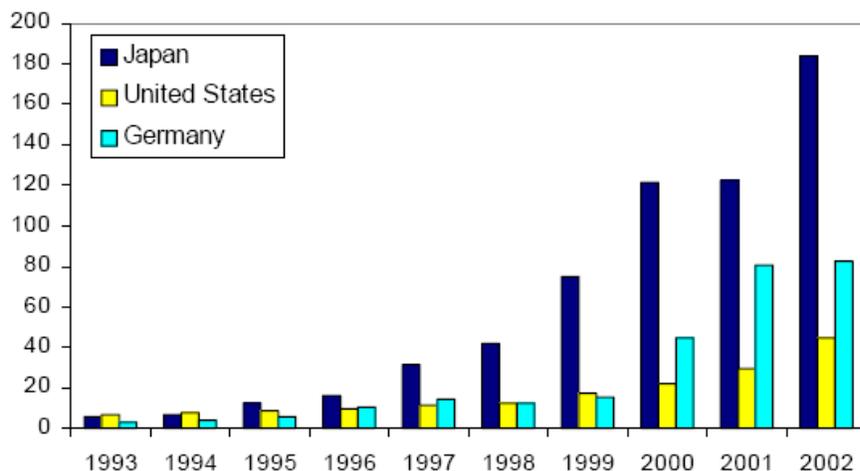
adicionales por kWh que deben pagar los consumidores de electricidad. Estos cargos se aplican e integran a fondos de energía renovable y eficiencia energética que luego se utilizan para apoyar el desarrollo de estas tecnologías. La **gráfica 3** muestra las entidades estadounidenses que cuentan con tales sistemas. La **gráfica 4** compara el éxito que Japón ha registrado en el sector de los sistemas solares fotovoltaicos (FV) mediante su programa de descuentos con los casos de Alemania (donde empezaron a aplicar tarifas de introducción a partir de 2000) y Estados Unidos (determinado sobre todo a través de los descuentos en California).



**Gráfica 3: Fondos de energía renovable en Estados Unidos**

En lugar de exenciones fiscales sobre renovables, algunos gobiernos han optado por gravar los combustibles fósiles con **impuestos al consumo**, similares a los cargos para beneficio del sistema, aunque por lo general mucho más elevados. Otros gravámenes parecidos son los impuestos a las emisiones, por ejemplo de CO<sub>2</sub> o SO<sub>2</sub>, cuyo propósito es corregir una falla de mercado que no incorpora los costos externos de las fuentes fósiles de energía en los sectores de la electricidad y la calefacción. Tales impuestos (aplicados, por ejemplo, en Austria, Dinamarca, Finlandia, Italia, Holanda, Alemania y Suecia) facilitan que la electricidad de fuentes renovables (por lo general más cara) compita en el mercado, y los ingresos que por ellos se obtienen suelen aplicarse para apoyar tecnologías para la generación de energía renovable (como en los casos de Austria, Italia o Dinamarca en la década de 1990).

Otra política que ayuda a la industria de la electricidad renovable es la **medición neta**. Similar a las tarifas de introducción por cuanto permite a los productores de electricidad locales alimentar sus excedentes en la red pública de suministro al precio de venta al menudeo, en este caso los participantes pagan a la central sólo la electricidad que consumen por encima de su propia producción. La medición neta se utiliza sobre todo para apoyar los sistemas distribuidos de generación eléctrica de pequeña escala instalados en las edificaciones o en sus inmediaciones. Treinta y nueve entidades estadounidenses cuentan con reglamentos sobre medición neta, instrumento que está disponible ya en México y que también se está volviendo popular en Canadá (aplicado en Columbia Británica, Ontario y Manitoba).



**Gráfica 4**  
**Capacidad instalada de generación solar fotovoltaica en Japón, Alemania y Estados Unidos [en megavatios pico (MWp)]**

Fuente: Agencia Internacional de Energía

Otra forma de financiar proyectos de electricidad renovable consiste en procurar fondos mediante un sobreprecio aplicado a las energías renovables: los llamados programas de **comercialización de electricidad verde** o **fijación de precios con criterios ambientales**. Por medio de estos programas voluntarios, los proveedores minoristas ofrecen a sus clientes electricidad verde conforme a contratos específicos, a menudo con un pequeño sobreprecio aplicado a la tarifa eléctrica convencional. El dinero recabado de esta manera fluye hacia los promotores de proyectos de energía renovable. El **cuadro 1** refleja los programas de fijación de precios con criterios ambientales más importantes en Estados Unidos, así como la nueva capacidad de generación a la que han contribuido. Tales programas también están disponibles en varias provincias canadienses. El Instituto de Recursos Mundiales ha puesto en marcha un eficaz programa para comprometer al sector privado con la adquisición voluntaria de energía verde en Estados Unidos.

**Cuadro 1. Programas de fijación de precios con criterios ambientales y nueva capacidad de generación de energía derivada (a diciembre de 2004)**

Posición	Central eléctrica o empresa de servicios públicos	Recursos instalados	Nueva capacidad
1	Austin Energy	Sistemas eólicos, gas de rellenos, pequeñas hidroeléctricas	38.2 MW
2	Portland General Electric	Sistemas geotérmicos, eólicos, pequeñas hidroeléctricas	29.9 MW
3	PacifiCorp	Sistemas eólicos, solares, de biomasa	21.9 MW
4	Sacramento Municipal Utility District	Gas de rellenos, sistemas eólicos, solares, pequeñas hidroeléctricas	20.2 MW
5	Xcel Energy	Sistemas eólicos	15.7 MW
6	National Grid	Sistemas de biomasa, eólicos, solares, pequeñas hidroeléctricas	10.1 MW
7	Los Angeles Department of Power & Water	Sistemas eólicos y gas de rellenos	8.6 MW
8	OG&E Electric Services	Eólicos	6.5 MW
9	Puget Sound Energy	Eólicos, solares, biogás	5.3 MW
10	We Energies	Gas de rellenos, eólicos, pequeñas hidroeléctricas	4.7 MW

Se cuenta también con **iniciativas privadas** para financiar sistemas de energía renovable. Por ejemplo, Earth Energy Utility en Ontario (Canadá) es una empresa de servicios de suministro eléctrico que financia bombas de calor geotérmicas en grandes desarrollos urbanos, residenciales y comerciales, y que vende a los residentes la energía calórica a un precio fijo durante 50 años (véase el análisis sobre bombas de calor en el **apartado 4**, más adelante). Esto se traduce en ganancias de largo plazo para la empresa y seguridad en los precios de la energía para los consumidores: una verdadera situación de beneficio mutuo. En Estados Unidos la compañía hipotecaria Fannie Mae ofrece a sus clientes créditos hipotecarios más elevados si demuestran que sus cuentas por consumo eléctrico son menores gracias al uso de energías renovables y la aplicación de medidas de eficiencia energética. Esto permite obtener un financiamiento adicional a personas que de otra manera no podrían cubrir los gastos derivados de la aplicación de tales sistemas y medidas en sus hogares. De manera similar, muchos fondos de inversión ambientales e importantes productores de energía eléctrica han comenzado a invertir en proyectos de energía renovable de gran escala. Recientemente, los mecanismos flexibles de comercio de carbono en conformidad con el Protocolo de Kioto han apalancado nuevo capital para proyectos de energía renovable en países en desarrollo que han ratificado el Protocolo, y tanto los gobiernos como las corporaciones aportan capital para adquirir de tales proyectos créditos de carbono.

Por último, algunos países están registrando logros importantes **sin incentivos financieros**. Muchos sistemas de energía renovable pueden amortizarse a sí mismos en menos de una década, y cuando las condiciones de mercado son favorables y la ciudadanía está informada sobre estas ventajas, los mercados se desarrollan por sí mismos. China, por ejemplo, es el mayor mercado para sistemas de energía solar, todos fabricados por la industria nacional. Suecia está registrando un auge en instalaciones de bombeo por calor geotérmico, tecnología que se ha establecido como la opción natural para las nuevas obras de construcción y remodelación en el sector residencial. Los precios en aumento del petróleo y el gas han favorecido tales desarrollos sin necesidad de subsidios gubernamentales, y a menudo se requieren sólo pequeños o nulos incentivos (apenas alguna promoción de los gobiernos o empresas de servicios públicos) para fomentar el crecimiento de mercado de estas tecnologías. Con todo, otra forma de apoyo a la energía renovable consiste en hacerla **obligatoria**, lo que se logra mediante mecanismos arriba discutidos, como las tarifas de introducción y las normas sobre cartera de renovables, y también al recomendar tecnologías para construcciones nuevas, como se hace en Israel con sistemas térmicos solares.

El **cuadro 2** resume los distintos enfoques y los clasifica como políticas “directas” e “indirectas”. Las políticas directas consisten en apoyar tecnologías mediante exenciones fiscales o subsidios, en tanto que las indirectas entrañan la creación de mercados y procesos educativos o de concientización.

**Cuadro 2. Resumen de políticas directas e indirectas en materia de energía renovable**

<b>Políticas directas</b>	
Política de la PURPA estadounidense, tarifas de introducción	Se requieren contratos de adquisición de energía eléctrica durante un periodo suficientemente largo como para garantizar ingresos que permitan cubrir los pagos de capital.
Comercialización de electricidad verde	Ayuda a crear un mercado, pero por lo general no resulta suficiente para provocar una inversión de gran escala.
Financiamiento en condiciones favorables	Se disminuyen los requisitos de recuperación de capital.
Descuentos y financiamientos	Se reducen los costos de la inversión inicial.
Exenciones fiscales, créditos y otros incentivos (por ejemplo, depreciación acelerada)	Se acelera la recuperación de capital.
<b>Políticas indirectas</b>	
Normas sobre cartera de renovables (NCR)	Se crea un mandato sobre adquisiciones, pero no necesariamente se especifican términos de contratación (por ejemplo, fijación de precios, duración de un convenio, etcétera).
Metas en materia de adquisiciones ambientales	Los gobiernos pueden crear una fuerza de mercado al comprometerse a adquirir electricidad verde para sus operaciones.
Mandatos sobre edificación sustentable	El establecimiento de mandatos para que las nuevas edificaciones incluyan sistemas de energía renovable ayuda a crear un mercado.
Medición neta	Se mejoran los rendimientos para los propietarios de proyectos al valorar la electricidad generada con las tarifas de menudeo más que con los costos evitados de la central eléctrica, pero sólo se traduce en un apoyo financiero si el propietario logra convencer al prestamista de integrar estos ahorros en las decisiones y términos de financiamiento.
Educación y sensibilización ciudadana	Se amplía el mercado potencial para sistemas de energía renovable, sobre todo de pequeña escala, pero no necesariamente se mejora el financiamiento.
Cargos para beneficio de los sistemas	Se recaban fondos que pueden utilizarse para brindar incentivos específicos.