

ARTÍCULO ORIGINAL

Marcos regulatorios, políticas y estrategias de promoción de las fuentes renovables de energía. Experiencia internacional acumulada

Regulatory Frameworks, Promotion Strategies and Policies of the Renewable Energy Sources. Accumulated International Experience

José Somoza Cabrera y Yusimit Betancourt Alayón

Facultad de Economía, Universidad de La Habana, Cuba.

RESUMEN

El objetivo de este trabajo es ilustrar las experiencias acumuladas en el diseño e implementación de estrategias, políticas y regulaciones para incentivar el desarrollo de las fuentes renovables de energía y el incremento de la participación en los balances energéticos nacionales con diferentes propósitos. Entre ellos destacan la disminución de la dependencia de la utilización de fuentes fósiles de energía (generalmente importadas), la mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero y la reducción de los niveles de contaminación locales, en particular en suelos, aire y aguas asociadas a la existencia de las grandes concentraciones humanas.

PALABRAS CLAVE: balance de energía, cambio climático, instrumentos económicos, mitigación de emisiones.

ABSTRACT

The aim of this paper is to illustrate the accumulated experiences in the design and implementation of strategies, policies and regulations to promote the development of the renewable energy sources, as well as the increase of the participation in the national energetic balances with different aims. Among these aims we stress the decrease of the dependence on the use of energy fossil sources (which are generally imported), mitigation of emission of greenhouse effect gases and reduction of the local pollution levels, particularly in soils, air and waters associated to great human concentrations.

KEYWORDS: balance of energy, climate change, economic instruments, mitigation of emissions.

Introducción

Antes de adentrarse en el estudio de las regulaciones para promover la introducción masiva y el uso de las tecnologías que utilizan fuentes renovables de energías (FRE), valdría la pena hacer una breve referencia a los fundamentos teóricos y conceptuales del término regulación.

De forma general, se puede definir este término como el cuerpo de disposiciones económicas, legales, técnicas, ambientales, administrativas y políticas, mediante las cuales interviene el gobierno en el entramado socioeconómico de una nación. Se emplea para establecer precios, cantidades de la producción, especificaciones técnicas y, generalmente, restricciones que deben cumplir los ciudadanos y las empresas para participar en un tipo de actividad; proteger el medio ambiente y la salud humana, animal y vegetal, así como establecer condiciones para el ejercicio de profesiones y para las relaciones laborales; y organizar el funcionamiento de la propia administración pública para proveer servicios y bienes públicos (Train, 1991).

La regulación tiene como objetivo la protección de los agentes económicos y sociales de las prácticas monopólicas de asignación de precios y niveles de producción, así como garantizar metas sociales como el acceso universal a los servicios básicos de vida, por ejemplo:

- Defender a los consumidores de los incrementos de precios.
- Proteger a los productores de las malas prácticas de producción (no dejar que la empresa «trabaje» con pérdidas, garantizando tasas de rentabilidad justas y razonables a los productores.
- Garantizar el cumplimiento de metas sociales como es el caso de accesos a servicios universales (salud, agua, educación), protección ambiental, uso racional de la energía, penetración de las FRE, entre otros aspectos que las fuerzas del mercado no son capaces de garantizar.

La regulación se aplica en los casos en que existan las llamadas «fallas de mercado» (según la Teoría de la Regulación) que se explican a continuación:

- Monopolios a sectores como la energía (en casos de monopolios naturales) y la agricultura (con una intención más política que económica), donde la «mano oculta» del mercado por sí sola no puede lograr una asignación eficiente de los recursos, esto es en las condiciones de competencia perfecta ($p = cMarg$).
- Existencia de externalidades que ocurren cuando el costo derivado de una transacción económica recae sobre individuos que no participan en ella (costo de oportunidad social es mayor que costo de oportunidad privado) y de no regularse los resultados desde el punto de vista de la sociedad, no se llegará a una asignación eficiente de los recursos.
- Información imperfecta, insuficiente o muy costosa, el regulador establece reglamentos de seguridad industrial que garantice la información necesaria sobre riesgos, características particulares de los productos, período de vencimiento, entre otros.
- Existencia de bienes «públicos» o de uso común, como los bienes ambientales o los servicios de defensa y seguridad interna, de alumbrado público, entre otros, los que generalmente no se transan en mercados formales y por lo tanto el gobierno tiene que intervenir para establecer o simular las condiciones de competencia (Train, 1991).

Ahora resulta comprensible porqué la regulación se aplica en el campo de las FRE, relación que se aborda en un primer epígrafe, seguido de las tendencias y futuro del uso de las FRE. A continuación, se presenta el marco regulatorio y las experiencias internacionales. Se incluye un último epígrafe con algunas consideraciones para Cuba y, finalmente, las conclusiones.

1. Regulación y FRE

El potencial de FRE para abastecer las necesidades de servicios energéticos es enorme según el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC, 2014). La explotación y desarrollo de las FRE, utilizando tecnologías modernas de conversión, contribuyen a mejorar aspectos decisivos de sostenibilidad del desarrollo, a saber: a) seguridad energética mundial; b) reducción de los precios de largo plazo de los combustibles fósiles y conservación de sus reservas para otras aplicaciones y el uso de las generaciones venideras; c) contribución a la reducción de la contaminación y evitar el riesgo de seguridad del uso de los combustibles convencionales, mientras ofrece una oportunidad de reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) a niveles que podrían estabilizar las concentraciones de estos gases en la atmósfera de acuerdo a los niveles acordados globalmente; d) contribución a la reducción de la dependencia de los combustibles fósiles importados, minimizando los conflictos relacionados con la extracción y uso de los recursos naturales, limitadamente disponibles, y el crecimiento económico; e) creación de nuevos empleos en especial a nivel local y rural.

Sin embargo, el uso de las FRE también enfrenta retos resultantes de baja intensidad espacial (J/m^2) o densidad (J/m^3) comparadas con los combustibles fósiles y nucleares, con costos de inversión generalmente intensivos en capital; costos de operación muchas veces mayores que lo deseable, además de una variedad de preocupaciones de tipo ambiental y social relacionados con el uso y desarrollo de las FRE; y carácter intermitente del viento, la radiación solar y algunos tipos de energía oceánica, lo cual requiere la inversión de sistemas de respaldo, y de almacenamiento entre otras innovaciones tecnológicas para asegurar una oferta energética confiable.

Aun cuando las FRE fueran competitivas a partir de su costo de oportunidad social, existen otras «barreras» a la penetración de estas tecnologías que dificultan su penetración masiva en los mercados energéticos, como son: a) las barreras de información: ¿los productores y consumidores conocen las tecnologías renovables?, ¿productores y consumidores están al tanto de sus características de rendimiento y costo?; b) economías de escala: ¿las características productivas de las tecnologías renovables son suficientemente grandes para permitir una rebaja de los costos hasta donde sea posible?, ¿cuán grande es el mínimo tamaño eficiente de una tecnología que utilice las FRE?; c) acceso a la red eléctrica, muy importante para las renovables porque la mayoría se usa para generar electricidad; d) aceptación por el consumidor: las «inercias» por parte de los usuarios de la energía, que entienden las tecnologías «viejas» y son renuentes a cambiar para algo «nuevo», poco comprobado y menos confiable (aversión al riesgo).

Entonces la pregunta es ¿cómo llevar a los productores y consumidores de energía a hacer los cambios de conducta necesarios?, ¿es que estos agentes no conocen el problema o las posibilidades tecnológicas de las FRE para resolverlo? Estos temas tienen un impacto negativo en los inversores, en primer lugar, por la extensión del período de recuperación de la inversión o por el incremento del riesgo y las tasas de retornos esperadas. Los riesgos pueden ser reducidos utilizando el financiamiento

proveniente del sector público o los instrumentos de mercado como garantías en términos de acceso al mercado, tamaño del mercado y seguridad de precios.

En este sentido la intervención del Estado resulta imprescindible, y lo hace a través de la regulación utilizando dos enfoques no excluyentes: política de mando y control y política de incentivos económicos. La primera, caracterizada por la utilización de límites o restricciones de base tecnológica para controlar niveles de producción, consumo y emisiones a partir de instrumentos directos como las normativas de calidad ambiental, regulaciones

de calidad del combustible, regulación en el uso del combustible, normativas de emisiones y normativas prescriptivas de tecnología. Por su parte, dentro del enfoque de política regulatoria basado en instrumentos propios de mercado se encuentran los basados en incentivos para motivar la mitigación de emisiones de GEI, por ejemplo. En este caso una primera idea es que el precio refleje el costo de la energía producida o utilizada y / o de las emisiones contaminantes provenientes de estas actividades mediante:

- Impuestos sobre productos (*fuel oil*).
- Recargos sobre emisiones [dióxido de carbono (CO₂)].
- Permisos para usar productos o para «liberar» emisiones. Una segunda idea de este tipo de política regulatoria sería fijar un «precio» que refleje el costo del desarrollo de nuevas tecnologías (menos contaminantes) para producir y usar la FRE o las fuentes energéticas con bajos niveles de emisión de GEI a partir de subsidios para estimular la adopción de tecnologías disponibles menos contaminantes; y de subsidios para desarrollar nuevas tecnologías menos contaminantes.¹

Por su parte, los estándares de producción, consumo y emisión (método de comando y control) establecen límites legales sobre la cantidad de los *items* anteriores para una fuente individual. Sin embargo, no está clara la forma de hacer esta asignación en ausencia de información sobre costos de control.

El método más sencillo para resolver este problema es asignarle a cada fuente una cantidad igual de reducción, lo que implicaría una estrategia no costo efectiva. Por su parte, el control costo efectivo resulta el método más barato de control y será ampliamente diferente no solo entre industrias, sino entre plantas de una misma industria. La selección del método más barato requiere de información detallada sobre posibles tecnologías, así como de los costos asociados a ellas.

2. Tendencias y futuros

La inversión anual en tecnologías modernas de FRE se incrementó dramáticamente en los últimos 20 años, de menos de 2 billones de USD (constantes del 2005) en 1990, hasta 191 billones de USD en el 2010, excluyendo las inversiones en proyectos hidroeléctricos de gran escala. Si se incluyen estos últimos, las inversiones en FRE alcanzan la cifra de los 230 billones de USD del 2005. Al cierre del 2015, la inversión en nuevas capacidades alcanzó la cifra de 285,9 billones de USD como muestra la tabla 1, mientras que la inversión en capacidades de generación basada en combustibles fósiles alcanzó los 270 billones USD.

Tabla 1. Indicadores de la actividad de FRE

INDICADORES		FINAL 2004	FINAL 2012	FINAL 2013	FINAL 2015
NUEVA INVERSIÓN EN FRE (ANUAL)	Miles de millones de USD	39,5	249,5	214,4	285,9
GENERACIÓN ELÉCTRICA					
Capacidad de generación total de FRE (sin hidroenergía)	GW	85	480	560	785
Capacidad de generación total de FRE (con hidroenergía)	GW	800	1 440	1 560	1 849
Hidroenergía (capacidad instalada)	GW	715	960	1 000	1 064
Biomasa (capacidad de generación)	GW	Menor de 36	83	88	106
Biomasa generación	TWh	227	350	405	464
Geotérmica (capacidad de generación)	GW	8,9	11,5	12	13,2
Solar PV (capacidad de generación)	GW	2,6	100	139	227
Concentradores solares (capacidad de generación)	GW	0,4	2,5	3,4	4,8
Eólico (capacidad de generación)	GW	48	283	318	433
CALOR					
Capacidad instalada de calentamiento solar	GWt	98	282	326	435
TRANSPORTE					
Producción de etanol	Billones de litros	28,5	82,6	87,2	98,3
Producción de biodiesel	Billones de litros	2,4	23,6	26,3	30,1

Fuente: REN21 (2016).

En el caso de las FRE el monto de la inversión con respecto al 2012 se contrajo como resultado de la reducción de los costos de capital de estas tecnologías, por una parte, y al incremento de la incertidumbre política en la mayoría de los mercados internacionales financieros y de bienes.² A finales del 2015 esta situación fue superada y el monto de inversiones en nuevas capacidades de generación con FRE alcanzó su valor máximo en el período y fue 36,4 billones superior a la del año 2012.

Las fuentes de financiamiento que han apoyado este crecimiento han provenido de los capitales a riesgo, inversores del sector privado quienes ofrecen capital para las necesidades de innovación tecnológica y comercialización; capitales públicos, los cuales movilizan los recursos necesarios para las compañías y proyectos a escala; y la inversión de los bancos, los cuales ayudan a levantar capital y concertar fusiones y adquisiciones. La importancia de estos nuevos actores financieros ha marcado una frontera extensa para el financiamiento de los activos de gran escala en las capacidades de las nuevas plantas de generación.

En el período 2004-2009 la tasa de crecimiento promedio anual en la inversión en FRE fue del 32 % para el financiamiento de tecnología y comercialización, 45 % para el financiamiento de la construcción de proyectos, y del 85 % para el financiamiento de manufactura de equipos y escalamiento. Este «carril rápido» para las tecnologías de FRE está comenzando a cambiar el paradigma energético mundial, aunque aún tendrá que crecer mucho más antes de que las FRE puedan convertirse en la fuente primaria de energía a nivel mundial. De ahí la relevancia de las políticas, estrategias y apoyos regulatorios para la expansión y consolidación del nuevo paradigma energético.

Desde el punto de vista ambiental, se sabe que los GEI asociados a los servicios de provisión y uso de la energía es la principal causa del cambio climático (IPCC, 2014). Y es que más del 80 % de la energía primaria utilizada a nivel global proviene de la quema de combustibles fósiles en los sistemas de energéticos, y estos procesos de combustión son responsables de aproximadamente el 60 % de las emisiones totales de GEI. Actualmente existen múltiples medios para reducir estas emisiones, sin alterar en cantidad y calidad los servicios energéticos ofertados, entre las cuales se identifican las FRE. La contribución de ellas tributa al portafolio de «tecnologías de bajo carbono» y su participación depende de la competitividad económica de estas tecnologías, su carga ambiental relativa (más allá del cambio climático), así como de otros aspectos como son los de seguridad, los costos y aceptación por parte de la sociedad (costos sociales).

Mientras que la participación de las FRE en el uso global de energía se mantiene en niveles relativamente bajos, el desarrollo de estas tecnologías ha crecido rápidamente en los últimos años (tabla 2). Algunas de estas tecnologías pueden ser desarrolladas en lugares de difícil acceso para las tecnologías tradicionales (sistemas energéticos centralizados, por lo general a base de combustibles fósiles), por ejemplo, en ambientes rurales y urbanos aislados de las redes de suministro de energía; mientras que otras pueden acoplarse a los grandes sistemas energéticos centralizados.

Tabla 2. Participación de las FRE en el uso final de energía y la generación

	CONSUMO FINAL GLOBAL		GENERACIÓN ELÉCTRICA	
	2012	2014	2012	2014
Total ExaJule (10^{18} Jules) (EI)	510,0	514,6	60,0	61,0
Fósil	78,4	78,3	77,9	76,3
Nuclear	2,6	2,5		
Todas las FRE	19,0	19,2	22,1	23,7
• FRE tradicional (Biomasa)	9,0	8,9		
• FRE modernas	10,0	10,3		
Calor (biomasa, solar y geotérmica)	4,2	4,2		
Hidroenergía	3,8	3,9	16,4	16,6
Electricidad	1,2	1,4		
• Eólico			2,9	3,7
• Biomasa			1,8	2,0
• Solar FV			0,7	1,2
• Geotérmica			0,4	0,4
Biocombustibles	0,8	0,8		

Fuente: REN21 (2016) y IPCC (2014).

3. Marcos regulatorios e instrumentos para la penetración de las FRE

Los marcos regulatorios en los países europeos se han dirigido a apoyar e incentivar las actividades de I+D, producción y uso de las FRE, en un primer momento la energía eólica y más recientemente la solar fotovoltaica. Las políticas trazadas han consistido en la creación de un grupo de instrumentos de distintos tipos que responden a objetivos y metas particulares en cada caso, como el establecimiento de primas y tarifas fijas beneficiosas para las inversiones en las FRE.

Por su parte, la política financiera seguida por los bancos se enfocó en estimular y ampliar la participación de nuevos actores en el perfil energético, y concertar fusiones y nuevas adquisiciones. En la tabla 3 se resumen estos instrumentos según los objetivos de política, además, se puede observar cómo se acude a las tarifas de entrada (*feed-in*

tariffs), cuotas obligatorias, impuestos a las emisiones de CO₂, cargo sobre emisiones, y permisos de emisiones transables (negociables), a la hora de apoyar los objetivos vinculados a la promoción de FRE. Mientras que en el resto de opciones de políticas prevalecen el uso de metas de desempeño o cuantitativas u objetivos de participación de las FRE en el balance energético; el uso de acuerdos voluntarios para instalar capacidades de FRE y campañas de información y educación y validación de «energía verde», para los instrumentos regulatorios, de acuerdos voluntarios e información y otros instrumentos, respectivamente.

Tabla 3. Opciones y objetivos de política

OBJETIVOS DE POLÍTICA	OPCIONES DE POLÍTICA				
	Instrumentos económicos	Desarrollo y difusión tecnológica	Regulatorios	Acuerdos voluntarios	Información y otros instrumentos
Eficiencia energética	<ul style="list-style-type: none"> • Mayores impuestos a la energía • Menores subsidios a la energía • Carga a las emisiones de las plantas generadoras de electricidad • Incentivos fiscales • Permisos de emisiones transables 	<ul style="list-style-type: none"> • Generación más limpia a partir de combustibles fósiles 	<ul style="list-style-type: none"> • Estándares de mínima eficiencia para centrales eléctricas • Prescripción para mejores tecnologías disponibles 	<ul style="list-style-type: none"> • Acuerdos voluntarios para mejorar la eficiencia de las plantas de generación eléctrica 	<ul style="list-style-type: none"> • Campañas de información y educación
Cambio de fuente energética	<ul style="list-style-type: none"> • Impuestos a las emisiones de CO₂ y metano • Cargo sobre emisiones transables • Incentivos fiscales 	<ul style="list-style-type: none"> • Incremento de la generación a partir de ER, nuclear e hidrógeno de fuentes limpias 	<ul style="list-style-type: none"> • Portafolio de estándares de combustibles para la generación de electricidad 	<ul style="list-style-type: none"> • Acuerdos voluntarios de cambio de portafolio de combustibles 	<ul style="list-style-type: none"> • Campañas de información y educación
Energía renovable (ER)	<ul style="list-style-type: none"> • Tarifas de entrada • Cuotas obligatorias • Impuestos a las emisiones de CO₂ • Cargo sobre emisiones transables • Permisos de emisiones transables 	<ul style="list-style-type: none"> • Incremento de la generación a partir de ER 	<ul style="list-style-type: none"> • Metas (objetivos) 	<ul style="list-style-type: none"> • Acuerdos voluntarios para instalar capacidades de ER 	<ul style="list-style-type: none"> • Campañas de información y educación • Validación de «energía verde»
Captura y almacenamiento de carbono	<ul style="list-style-type: none"> • Cargo sobre emisiones transables • Permisos de emisiones transables 	<ul style="list-style-type: none"> • Secuestro químico y biológico de carbono • Secuestro del carbono en las profundidades oceánicas 	<ul style="list-style-type: none"> • Restricciones de emisiones en los puntos principales de las fuentes 		<ul style="list-style-type: none"> • Campañas de información

Fuente: REN21 (2011).

A continuación (tabla 4) se resumen los principales instrumentos de política regulatoria y fiscal, así como los instrumentos de financiamiento público para un grupo importante de países. Aquí se observa como las políticas de apoyo a las FRE en los países de altos ingresos están constituidas por una combinación bastante equilibrada de instrumentos de política regulatoria, fiscal y de financiamiento público. Todos estos países utilizan instrumentos de tarifas y estándar de precios, excepto en el caso de Trinidad y Tobago que no hace uso de este tipo de instrumento. Por otra parte, se observa que en países como Australia, Canadá y los Estados Unidos de Norteamérica estas tarifas son aplicadas a nivel de estado-provincias y nunca con carácter nacional.

Tabla 4. Principales instrumentos de política regulatoria, fiscal y de financiamiento público

PAÍSES	POLÍTICA REGULATORIA			INCENTIVOS FISCALES					FINANCIAMIENTO PÚBLICO			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
PAÍSES DE ALTOS INGRESOS												
Alemania	⊙			⊙	▲		⊙	⊙	⊙		⊙	
Austria	⊙			⊙		⊙	⊙	⊙			⊙	
Australia	▲			▲		⊙	⊙				⊙	
Dinamarca	⊙		⊙	⊙		⊙	⊙	⊙	⊙		⊙	⊙
Canadá	▲	▲	⊙	⊙			⊙	⊙	⊙		⊙	⊙
Francia	⊙			⊙		⊙	⊙	⊙	⊙		⊙	⊙
Italia	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙		⊙	⊙
Japón	⊙	⊙	⊙			⊙	⊙				⊙	
España	⊙			⊙	⊙		▲	⊙	⊙		⊙	
Trinidad y Tobago							⊙	⊙	⊙			
Reino Unido	⊙	⊙		⊙		⊙			⊙	⊙	⊙	
Estados Unidos	▲	▲	▲	⊙	▲	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
PAÍSES DE INGRESOS ALTOS-MEDIOS												
Argentina	⊙			⊙		⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
Brasil				⊙				⊙			⊙	⊙
Chile		⊙					⊙	⊙			⊙	
Costa Rica	⊙			⊙								
Rep. Dominicana	⊙						⊙	⊙	⊙			
Malasia	⊙										▲	
México			⊙					⊙			⊙	⊙
Panamá	⊙										⊙	
Perú	⊙			⊙				⊙	⊙	⊙		⊙
Rusia						⊙	⊙					
Sudáfrica	⊙					⊙	⊙					⊙
Turquía	⊙											
Uruguay		⊙		⊙					⊙			⊙
PAÍSES DE INGRESOS MEDIOS-BAJOS												
Bolivia									⊙			
China	⊙	⊙		⊙	⊙		⊙			⊙	⊙	⊙
Ecuador	⊙											
El Salvador								⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
Guatemala			⊙					⊙	⊙			⊙
Honduras	⊙							⊙	⊙			⊙
India	⊙	⊙		⊙		⊙	⊙	⊙	⊙		⊙	⊙
Ucrania	⊙											
VietNam							⊙	⊙	⊙			

Fuente: REN21 (2014).

LEYENDA:

⊙ Programa nacional.

▲ Programa territorial.

1. Tarifas de entrada (incluye pago de premios) o tarifas avanzadas para ERE estándar de precio mínimo.

2. Cuotas obligatorias para las compañías eléctricas/RPS.

3. Medición neta de energía (net metering).

4. Obligaciones de uso de biocombustible.

5. Obligaciones de uso de calor.

Japón y el Reino Unido apenas hacen uso de instrumentos fiscales, mientras que Australia solo usa la concesión de subsidios, no así los créditos a la inversión. Finalmente, todos estos países utilizan los instrumentos de financiamiento público para apoyar objetivos y estrategias de FRE, en especial los créditos, préstamos e inversión de carácter público.

En el caso español se da esta combinación de instrumentos regulatorios con relevancia para las tarifas y obligaciones (caso de la participación de los biocombustibles y la producción de calor con FRE), incentivos fiscales (subsidios) y financiamiento público, en esta última, con prevalencia de la inversión pública y préstamos o créditos a la inversión. En el caso de los subsidios la aplicación se realizó a nivel de provincias o autonomías.

Para los países de altos-medios ingresos, los instrumentos más comúnmente utilizados son los de tipo fiscal y de financiamiento público, aunque también se utilizan instrumentos de tarifas y obligaciones típicos de las políticas regulatorias.

En los países de medios-bajos ingresos, los instrumentos más utilizados se corresponden con los de tipo fiscal y de financiamiento público, aunque el caso chino

se caracteriza por una amplia combinación de instrumentos característica de los países de altos ingresos.

Existen dos tipos de políticas o mecanismos de apoyo para promover el uso de las FRE, entre los que se encuentran:

- El sistema de precios o tarifas fijas (FIT), en el cual el gobierno regula el precio de venta de la electricidad pagada por el productor y permite que el mercado determine la participación de las FRE en la matriz energética.
- El sistema de cuotas de las FRE, en el cual el gobierno regula la cantidad de electricidad proveniente de las FRE y deja que el mercado establezca el precio.

Ambos sistemas buscan el objetivo de incentivar mejoras tecnológicas y disminuciones de costos, bajando los precios de las FRE para que puedan competir con las fuentes convencionales en el corto plazo, en un contexto de producción de energía subsidiada con fuentes no renovables, en el que los costos externos no son asumidos por los productores de energía de origen fósil.

A inicios del 2011, al menos 61 países y 26 estados/provincias contaban con instrumentos regulatorios de tipo tarifarios, más de la mitad de los cuales habían sido implementados desde 2005. Algunos FITs están bajo revisión como en el caso de la energía fotovoltaica por la inesperada reducción de los precios ocurrida entre 2009 y 2010.

Muchos cambios y adiciones se han efectuado en los años recientes, fundamentalmente en Europa como resultado de la crisis económica que atraviesan varios países de la zona Euro, líderes en el uso de las FRE. Por ejemplo, Portugal modificó su tarifa fija para tener en cuenta la diferencia entre las tecnologías, los impactos ambientales y la inflación; Austria enmendó su ley de electricidad con FRE para permitir un nuevo sistema de tarifa fija; España modificó la tarifa fija aplicando una prima, la cual es añadida al precio base de la energía; Alemania propuso modificaciones a su mecanismo de tarifa fija. La provincia canadiense de Ontario aplicó una nueva política de tarifa fija para un grupo de tecnologías similares. En el ámbito nacional, Canadá adoptó el equivalente a una prima a la tarifa fija, la cual le otorga un centavo canadiense por kWh a casi todos los tipos de proyectos de FRE construidos antes del 2011, y de los cuales se espera que cubran una capacidad adicional de 4 GW (REN21, 2011).

Por lo menos 60 países (37 desarrollados y en transición y 23 en desarrollo) aplican algún tipo de mecanismo de apoyo para promover la generación de energía mediante FRE, y son los instrumentos regulatorios de tipo tarifario los más comúnmente utilizados. Este tipo de apoyo fue adoptado por Dinamarca, Alemania, Grecia, India, Italia, España y Suiza, en los primeros años de la década de los 90 del pasado siglo. Las tarifas fijas han estimulado la innovación y la inversión en muchos países, y han tenido los mayores efectos positivos en la generación eólica, aunque también han incidido en la energía solar fotovoltaica, el uso energético de la biomasa y en el desarrollo de la pequeña hidroeléctrica.

La fijación de la tarifa pasa por un proceso político que depende de las condiciones económicas y productivas del país o región. En general, se establecen en función del costo de producción, más un beneficio razonable para los productores o consumidores de energía proveniente de las FRE. El valor de la tarifa suele diferenciarse dentro de

cada una de las tecnologías teniendo en cuenta el tamaño, la aplicación, la localización y la calidad del recurso.

Por lo general, se aplican tarifas preferenciales para incentivar los proyectos de pequeñas escalas. Estos pequeños proyectos pueden resultar no rentables si se aplican tarifas que se emplean para grandes proyectos. Tal es el caso de los proyectos de producción de biogás en Alemania donde se aplican tarifas preferenciales para los proyectos inferiores a los 150 kW; y también para impulsar el desarrollo de estas tecnologías en regiones remotas o de difícil acceso. En algunos países como Grecia, las tarifas de proyectos en tierra firme no son tan bien pagadas como las que se aplican en sus islas. También se establecen tarifas diferenciadas según la calidad y abundancia del recurso en determinadas regiones geográficas; por ejemplo, en el caso de Francia, para el recurso eólico, el país se divide en regiones con vientos bajos, medios y altos, a los que se aplican diferentes tarifas en dependencia del factor de capacidad.

El sistema de prima (*premium system*) es un mecanismo mediante el cual se aplica un pago adicional (prima) sobre el precio máximo del mercado de la electricidad, es decir, se añade una prima a un precio base fijado previamente. La diferencia entre prima y tarifa fija, radica en el hecho de que en la primera, el precio de la electricidad en el mercado tiene influencia en el pago adicional, mientras que en la segunda, el productor recibe un pago independiente del precio de la electricidad en el mercado. Este sistema ha representado una modificación del sistema de tarifa fija en algunos países. Aunque el instrumento más utilizado en Europa es el de tarifa fija, el sistema de prima se emplea también en España, República Checa, Eslovenia, Holanda y Dinamarca.

Por otra parte, al menos 52 países utilizan algún tipo de mecanismo fiscal como por ejemplo, ofrecer algún tipo de incentivo directo a la inversión de capital, subsidios, concesiones y devoluciones de impuestos a las importaciones, así como apoyos financieros a nivel nacional y estadual. Los pagos por producción de energía o créditos para la generación o adquisición de tecnologías de ER son conocidos en muchos países como «premios», que generalmente consisten en precios fijados al kWh.

Un grupo importante de países han establecido fondos especiales para las FRE, los que son utilizados directamente para financiar inversiones, ofrecer créditos con bajas tasas de interés o facilitar el desarrollo de mercados, por ejemplo, a través de la investigación, educación y la calificación o estándares de desempeño.

Además, la medición neta de energía se basa en medir el exceso de energía que se entrega a la red con respecto a la que se consume, es decir, medir en las dos direcciones. Permite a un consumidor instalar pequeños sistemas de FRE en su propia casa o negocio, y vender el exceso de electricidad a la red o al suministrador de la electricidad. Es adecuada para pequeñas instalaciones. Se aplica en al menos ocho países (Bélgica, México, Brasil, Tailandia, Canadá, República Checa, Dinamarca, Italia y Japón) y en muchos estados de los Estados Unidos de Norteamérica.

Este sistema ofrece beneficios tanto para el proveedor de la electricidad como para el consumidor, por cuanto el exceso de electricidad producido durante las horas pico, puede mejorar los factores de carga del sistema y compensar la necesidad de generación con plantas pico. Ha sido aplicado mayoritariamente en pequeñas instalaciones, y se está extendiendo a las de mayor tamaño con determinadas regulaciones. En Dinamarca, por ejemplo, se ha empleado fundamentalmente con aerogeneradores instalados en fincas o cooperativas.

El sistema de cuotas se presenta en dos tipos para las FRE: las normas de cartera de renovables y los sistemas basados en licitaciones. Las normas de cartera

de renovables (*Renewable Portfolio Standards*) o mecanismo RPS, también conocido como sistema de cuotas renovables, obligaciones renovables o política de cuotas, existe a nivel de estado o provincia en Estados Unidos de Norteamérica, Canadá e India, y a nivel nacional en siete países: Australia, China, Italia, Japón, Polonia, Suecia y Reino Unido. El sistema consiste en una obligación (mandato no voluntario) que establece el gobierno sobre las compañías o consumidores para brindar o utilizar un nivel mínimo de participación (por mandato) de FRE, ya sea de capacidad instalada, generación o venta de energía. Estas obligaciones pueden ir acompañadas de penalidades por el no cumplimiento de la meta de participación.

Hasta el 2007, había unos 44 estados, provincias o países con este mecanismo, donde el gobierno regula la cantidad de electricidad renovable y deja que el mercado determine el precio, es decir, este esquema no fija el precio o la tarifa de la energía. Para inicios del 2011, 10 países tenían instrumentado este tipo de política a nivel nacional, y al menos otros 50 lo tienen incorporado a nivel de estado/provincia/región. En los Estados Unidos de Norteamérica, 30 estados y además Washington tienen implementado este tipo de política.

La mayoría de estas políticas RPS plantean la participación de las FRE en el rango de 5 a 20 % en los años 2010-2012, y ya muchos países han establecido metas hasta el 2020, e incluso más allá.

Por otra parte, muchos países en desarrollo han implementado leyes y marcos regulatorios para las FRE. Jordania, por ejemplo, fue uno de los más recientes ingresos a este conjunto de naciones al establecer un Fondo para el Apoyo del Desarrollo de las FRE, conjuntamente con la aprobación de una Ley para acelerar el desarrollo de inversiones tanto de las FRE como de la eficiencia energética. Malasia adoptó un marco regulatorio similar en apoyo a las energías solar fotovoltaica y biomasa, mientras que Zambia flexibilizó la política de impuestos en el área de minería para estimular la inversión en capacidades de generación, con preferencia en tecnologías de FRE (hidroenergía y solar). Trinidad y Tobago también adoptó medidas para la promoción de la inversión en el campo de las FRE, a partir de la introducción de una variedad de créditos, exenciones y asignaciones de recursos para aerogeneradores, energía solar fotovoltaica y sistema solares para calentamiento de agua.

Los países continúan utilizando la oportunidad de competencia pública para cantidades fijas de capacidad de generación de electricidad a partir de FRE (competencia ex-ante o por el mercado).³

La licitación pública competitiva para cantidades fijas de capacidad de FRE es aplicada en algunos países y provincias. Este sistema basado en licitaciones convierte a la competencia en el eje central de los contratos dirigidos a construir y operar un proyecto en el que gana la oferta de menor precio. En China se ha empleado para la concesión de proyectos eólicos con cuatro rondas de licitaciones durante 2003-2006. Después de cinco rondas se pudieron licitar la instalación de 3,6 GW.

Brasil ha aplicado licitaciones para pequeñas hidroeléctricas, plantas eólicas y de biomasa, mediante el programa PROINFA. También se ha empleado en proyectos eólicos en Irlanda, Francia, Reino Unido y Dinamarca. La desventaja de este instrumento consiste en que los inversionistas tratan de obtener un precio muy bajo para ganar el contrato y después abandonan el proyecto, como fue el caso del Sistema Inglés de Licitación que resultó un fracaso, porque varios contratos quedaron detenidos, por lo que se decidió no continuar su aplicación.

Finalmente, nuevas formas de regulación y planificación para las compañías eléctricas están surgiendo con el objetivo de integrar las FRE a las redes eléctricas existentes e incrementar los niveles de penetración como, por ejemplo:

- Subsidios a la inversión: se realiza mediante pagos directos al capital inversionista o reembolso, generalmente sobre la base de la potencia instalada del generador. Algunos tipos de subsidios directos al capital inversionista o reembolso se aplican en unos 35 países. Rusia combinó esta variante desde el 2007 con una legislación que ofrece subsidios a la inversión para la conexión a la red de los productores de energía con FRE, junto con primas y otras medidas.
- Créditos e incentivos fiscales: se fundamentan en el ofrecimiento de un crédito contra los pagos fiscales por cada kWh producido. Este mecanismo se emplea en Estados Unidos de Norteamérica⁴ y Canadá. Los créditos e incentivos fiscales son formas comunes de apoyos financieros. Algunos Estados de Argentina y alrededor de otros 40 países, ofrecen una variedad de créditos e incentivos fiscales para las FRE.

Otras formas de incentivos están constituidas por impuestos sobre las ventas, exención del impuesto por el valor añadido, certificados verdes negociables, inversiones o financiamiento directo del gobierno. Algunos países, estados y provincias han establecido fondos especiales para las FRE, que se usan para financiar inversiones, conceder préstamos con bajo interés o facilidades en diferentes formas, por ejemplo, a través de investigaciones y formación de recursos humanos.

4. Consideraciones para Cuba

Para Cuba resulta necesario adoptar una norma jurídica, donde de forma explícita se brinde el apoyo necesario para la introducción masiva de las FRE en la matriz energética nacional, como se hace constar en los lineamientos y los acuerdos del último Congreso del PCC, y ha quedado plasmado en el Programa de Desarrollo Energético al 2030 aprobado por la Asamblea Nacional del Poder Popular en julio del 2014.⁵

Sin embargo, existe el criterio casi unánime entre especialistas involucrados en el tema de que resulta imprescindible contar con un documento jurídico que establezca las «reglas del juego» para el sector energía, donde además de los aspectos de política e instrumentos para el apoyo de las FRE, se abarquen los siguientes campos:

1. Eficiencia y uso racional de la energía (por supuesto incluyendo la electricidad).
2. Uso y explotación de los recursos energéticos fósiles o no renovables que incluya el tema de la energía nuclear.
3. La tecnología que incluya la actividad prospección y extracción-explotación de los recursos/potenciales; la inversión extranjera; la actividad de I+D; producción nacional; y las normas e incentivos y penalidades en la importación de aparatos, equipos y tecnologías, y para la exportación de recursos energéticos (petróleo y derivados), tecnologías y servicios energéticos.
4. Inversión en tecnologías, equipos y procesos productivos con «cero o bajas emisores de GEI», tecnologías «más limpias», las normas,

estándares y otros instrumentos regulatorios para la protección ambiental, y otras actividades en el ámbito de la política ambiental (como la participación en los mecanismos derivados de Kyoto y pos-Kyoto [Mecanismos de Desarrollo Limpio, y Acciones Nacionales de Mitigación Apropriadas (NAMA)]).

La experiencia revisada en este estudio indica que tanto las políticas como la base regulatoria instrumentada para el apoyo y promoción de las FRE han contado con leyes, decretos reales, u otras formas jurídicas con carácter de ley, en el marco del sector energético, que además de proporcionar recursos y facilidades, atraer capitales, normar, regular, incentivar participaciones y penalizar las acciones, garantiza niveles importantes de credibilidad a las políticas en ese campo dado el compromiso que asume el Estado al respecto.

El hecho de que en la práctica se hayan instalado algunas capacidades de generación de FRE, en el campo eólico y solar al margen de la existencia de las leyes que formalicen la voluntad del Estado de acompañar y apoyar estos emprendimientos, no debería ser argumento para rechazar la tarea de establecer un marco de políticas para la energía. Se trata de un marco fundamentado, explícito y transparente, tanto para los negocios y los mercados actuales como para atraer futuros socios y diversificar fuentes de capital y tecnologías de FRE, si se entiende que estos socios potenciales están acostumbrados a determinadas señales de política para decidir la participación en estos tipos de negocios de alto riesgo (el viento y el sol no son ni las únicas ni las más importantes para Cuba).

Por otra parte, una política de apoyo y promoción de FRE en Cuba tendrá que tomar muy en cuenta la estructura económica que emergerá de los cambios y actualizaciones del modelo socio productivo, a raíz del perfeccionamiento, a saber:

1. El nivel de autonomía que tendrán las empresas estatales en cuanto a la toma de decisiones relevantes para el funcionamiento de la empresa, por ejemplo, la inversión, la contratación de la fuerza de trabajo, la distribución de las ganancias.
2. La participación en la estructura que será resultante del perfeccionamiento, de las empresas privadas y cooperativas.
3. La estructura de los «mercados» de capitales, de la banca nacional de las instituciones que serán habilitadas para conceder créditos.
4. La reforma salarial y el incremento del poder de compra de la población.
5. Los programas de difusión de conocimiento sobre las FRE.
6. La reforma institucional y los organismos que serán responsables de la planificación, regulación y monitoreo de los instrumentos de políticas de apoyo y su implementación.
7. Las características de los mercados potenciales que aportarán mayor cantidad de financiamientos para la inversión (qué políticas e instrumentos usan y con cuáles están más «familiarizados» a tratar en el tema del negocio de las FRE).

El hecho es que las experiencias estudiadas se desarrollan en ambientes de economías de mercado, con mercados financieros y de capital bien establecidos, con el protagonismo del Estado como promotor y facilitador de la inversión y las actividades de I+D, innovación y la regulación y monitoreo de las políticas; y del

sector privado como inversionista, generador y consumidor de las FRE. Esto reclama una reflexión como la propuesta.

También habrá que considerar las fortalezas que tienen el uso de algunas tecnologías de FRE, con el fin de decidir los niveles y magnitudes de los apoyos, sobre todo cuando los instrumentos consisten en subsidios a la inversión o precios de la energía generada. En este sentido, para potenciar la penetración de FRE y su participación en la matriz energética nacional, puede resultar importante establecer las metas de participación actual y perspectiva de estos recursos en el esquema energético nacional, así como implementar instrumentos de apoyo que incentiven la generación y entrega a la red para productores individuales, cooperativas, asociaciones, organizaciones e instituciones que por el carácter de los procesos productivos tengan potencialidad para inversiones en procesos de generación o cogeneración.

Mecanismos de apoyo como el balance neto, y la medición neta podrían resultar adecuados y relativamente fáciles de implementar, debido a que existen experiencias para la actividad de cogeneración en la industria azucarera con el pago de una tarifa preferencial del kWh entregado a la red en el horario pico. Ambos instrumentos podrían aplicarse en el caso de productores a nivel de cooperativas agropecuarias pero también industriales, en la medida que esta nueva forma de propiedad se extienda a actividades como el procesamiento de alimentos y la metalmecánica que incluyan tratamiento térmico, forja y fundición, u otros servicios comerciales, turísticos, entre otros. La medición neta también pudiera ser aplicada a este tipo de agentes, con énfasis en el caso de grandes establecimientos de servicios con una adecuada situación y suficientes superficies libres para la instalación de dispositivos eólicos y paneles fotovoltaicos.

En el caso de los centrales azucareros, la política de incentivos deberá tomar en cuenta no solo la importancia como generador de energía eléctrica y derivados, sino también el carácter estratégico de dicha actividad por los encadenamientos que activaría, tanto «aguas arriba» (desde las actividades de I+D), como «aguas abajo» (comercialización, medio ambiente y demás). Así que los instrumentos deberán dirigirse primero a incentivar la inversión no solo en tecnologías de producción (azúcar, energía eléctrica, biocombustibles, biogás, fertilizantes orgánicos, papel y tableros), sino también en I+D (gasificación de bagazo y Residuos Agrícolas de la Caña, por ejemplo). Pudiera aplicarse la experiencia española de la creación de un «régimen especial», en el que el país también cuenta con ciertas experticias por el lado de facturación de consumidores menores de 50 kW de demanda, donde se podrían utilizar en un primer momento una combinación de instrumentos regulatorios (obligaciones de uso de combustibles y calor provenientes de FRE que favorecería en primer lugar la inversión en la producción de alcohol y biodiesel a partir de mostos de la producción de azúcar y el calor de proceso de las industrias cercanas a los centrales azucareros), fiscales (subsidios al capital o condiciones especiales para la recuperación del capital y la repatriación de utilidades, como la depreciación acumulada o incentivos a la reinversión de las utilidades; o créditos a la inversión, o pagos especiales a la energía producida y/o entregada a la red, en especial en el pico de demanda eléctrica); y políticas públicas (desde la inversión pública, créditos y préstamos, en especial dirigidos a fomentar la I+D y a los productores de caña y en general de biomásas incluyendo la posibilidad del uso de caña energética o leña como combustibles en períodos de no zafra, por ejemplo, hasta el establecimiento de la competencia ex antes, o por determinada posición en el mercado).

El uso de tarifas y cuotas debería introducirse solamente cuando exista una certeza de la estructura de los agentes que emergerán del proceso de «perfeccionamiento del modelo» antes comentado.

Conclusiones

La mayoría de los países líderes en el uso de FRE poseen características macroeconómicas y estructurales que los distinguen en general y en las que se debe hacer hincapié. Todos estos países tienen economías de mercado; por su parte China en su reforma del sector buscó implementar las condiciones de competencia de mercado.⁶ Todos tienen un importante desarrollo de los mercados de capital y las instituciones financieras y bancarias para apoyar las inversiones en el campo de FRE y cuentan con leyes que norman y regulan el sector energía en general y/o el de las FRE. Por otra parte, las leyes, marcos regulatorios y cuerpos legales son de especial importancia para la instrumentación, aplicación y control-monitoreo de políticas a apoyo para no solo las FRE, sino también para otros aspectos estratégicos como la eficiencia, el uso racional, los precios y tarifas, el impacto ambiental, entre otros. Además, las políticas regulatorias y de incentivos no son fijas, varían en el tiempo, ajustándose según lo aconsejen las condiciones; existe un amplio rango de instrumentos de promoción, la gran mayoría soportados por tarifas y primas, instrumentos clásicos de economías de mercados, aunque se usan otros de corte normativo, como permisos y cuotas de participación.

Con excepción del caso de China, donde las empresas públicas y con participación extranjera tienen un peso importante en el mercado energético, la mayoría de los actores involucrados son agentes privados, que responden normalmente a las señales de precios provenientes de los mercados y de las instituciones reguladoras. En todos los casos la inversión pública ha jugado un papel de relevancia no solo por los montos invertidos si no por la participación de estos en los puntos estratégicos de la cadena energética, esto es en las actividades de I+D+i, pero también en la credibilidad de las políticas para los participantes potenciales tanto nacionales como los inversionistas extranjeros; tales características resultan relevantes a la hora de seleccionar el tipo de política de apoyo. Asimismo, los instrumentos también varían según la FRE que se vaya a promover y el sector a que se quieran aplicar (biomasa, eólica, solar fotovoltaica, privados, cooperativas, públicos, grandes y/o pequeños productores/consumidores).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CIEMAT (2009): «Los organismos reguladores de servicios públicos. Diseño regulatorio. Teoría y práctica», *Revista de la Red de Expertos Iberoamericanos en Energía*, vol. 1, n.º 1, 1er semestre, Madrid, pp-12-25.
- IPCC (2014): «Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático», Grupo de Trabajo III, Quinto Informe de Evaluación, Londres, UK.
- REN21 (Renewable Energy Policy Network for the 21st Century) (2011): «Renewables 2011 Global Status Report», REN21 Secretariat, Paris.
- REN21 (2014): «Renewables 2014. Global Status Report», REN21 Secretariat, Paris.
- REN21 (2016): «Renewable 2016. Global Status Report», REN21 Secretariat, Paris
- TRAIN, K. (1991): *Optimal Regulation: the Economic Theory of Natural Monopoly*, Massachusetts Institute of Technology.

RECIBIDO: 16/03/2017
ACEPTADO: 11/04/2017

José Somoza Cabrera. Facultad de Economía, Universidad de La Habana, Cuba.
Correo electrónico: pepes@fec.uh.cu

Yusimit Betancourt Alayón. Facultad de Economía, Universidad de La Habana, Cuba.
Correo electrónico: yusimit@fec.uh.cu

NOTAS ACLARATORIAS

1. Se debe tener cuidado con el uso indiscriminado de los subsidios, pues otra buena pregunta que pocas veces se hace es: ¿de dónde sale el dinero para la creación del subsidio?
2. Sin embargo, buena parte de la inversión en capacidades de generación fósil fue para sustituir unidades a carbón, petróleo y gas existentes mientras que solo 102 billones de USD constituyen nueva capacidad fósil. En contraste, casi toda la inversión en capacidades de FRE constituyó nuevas capacidades en ese año. Es así que considerando solo la capacidad de generación neta en el 2013, la inversión en FRE creció por cuarto año consecutivo para alcanzar los 192 billones de USD contra los 102 billones de USD correspondientes a la nueva capacidad adicional de generación con combustibles fósiles. Si solo se tienen en cuenta los proyectos hidroeléctricos menores de 50 MW, la inversión en capacidades de generación con FRE en el 2013 duplicó la inversión destinada a las nuevas capacidades de generación con combustible fósil.
3. En Cuba se utilizó este mecanismo en los años 70 para decidir la inversión en una central termoeléctrica (CTE) que reforzaría el Sistema Electroenergético Nacional en la región centro sur de la Isla, en la cual se aceptó la propuesta japonesa de la Hitachi de una CTE con dos unidades de 156 MW de potencia nominal, una de las plantas más eficientes y con menores costos del kWh generado.
4. En los Estados Unidos de Norteamérica, el mercado ha estado regulado por un crédito de impuesto para la producción (PTC) federal, del orden de 1,8 centavos por kWh, el que se ajusta anualmente.
5. En el Programa de Desarrollo Energético al 2030 queda explícitamente recogido que todo el financiamiento necesario para el incremento de las capacidades de generación eléctrica usando biomasa, energía solar fotovoltaica y eólica, será a partir del financiamiento proveniente de la inversión extranjera la que estimados sitúan en el orden de los 12 mil millones de dólares hasta el 2030.
6. El hecho de buscar competencia en el mercado eléctrico surge con el desarrollo e introducción en este mercado de las unidades de generación formadas turbinas de gas natural con ciclos combinados que dan al traste con las economías de escala al introducir la competencia en la generación. En América Latina, la competencia en los mercados eléctricos, al margen de los efectos contraproducentes en otros campos, constituyó un cambio positivo al alcanzar metas de eficiencia productiva, asignativa y tecnológica, fundamentalmente en los grandes mercados eléctricos de la región, no así en los mercados pequeños.

Por esto no se cree necesario la creación de un mercado a lo chino, o latinoamericano para el caso de Cuba, y en todo caso se podrían introducir elementos de competencia -por las ventajas de eficiencia antes comentadas- no de mercado sino por el mercado o competencia ex antes en subasta pública.