

Sistemas de Precios y Bioenergías

Roberto Bisang¹

Agustín Torroba²

Trabajo presentado en ICABr2020, 14/10/2020. Plenaria V

Abstract

Sistemas de Precios y Bioenergías. Los biocombustibles son una pieza central de la bioeconomía. Su desarrollo debe compatibilizar los cuidados ambientales y la rentabilidad de los negocios. El actual sistema de precios como inductor de decisiones privadas y asignador de recursos sociales se torna crítico para: i) establecer e impulsar nuevas fuentes de energías renovables (largo plazo); ii) garantizar oferta y rentabilidad (corto plazo). El paradigma energético intensivo, basado en combustibles fósiles, responde a señales de precios privados de corto plazo, pero genera distorsiones a largo plazo (no contempla externalidades negativas ni incluye demandas de sustentabilidad). Un cambio hacia una matriz energética sustentable demanda respuestas en dos direcciones: crear las reglas fundamentales para un nuevo mercado (“las bioenergías”) y establecer un set de precios de largo plazo que incluya las restricciones ambientales (ajustando criterios de rentabilidad privada a objetivos sociales).

Ante las dificultades del mercado de compatibilizar ambos objetivos aparecen las intervenciones estatales. Los diferentes esquemas de fijación de precios han resultado una pieza fundamental en el diseño de los marcos normativos que generaron diferentes mercados de biocombustibles. Se distinguen cuatro mecanismos principales: precios fijados por la Autoridad de Aplicación, licitaciones puras, licitaciones condicionadas y esquemas de libre competencia.

Estos esquemas han sido complementados, en algunos casos, por mecanismos que intentan corregir imperfecciones de mercado (externalidades negativas), tales como el efecto de los combustibles fósiles en el cambio climático. El trabajo comienza con una revisión teórica de las dificultades del mecanismo de precios como asignador de recursos no renovables. Posteriormente analiza casos de intervenciones estatales en los mercados de los biocombustibles.

Price and Bioenergy Systems. Biofuels are a masterpiece of the bioeconomy. Its development must combine environmental care and private profitability. The current pricing system as an inducer of private decisions and allocator of social resources becomes critical on: i) establish and promote new sources of renewable energy (long term); ii) guarantee offer and profitability (short term). The energy-intensive paradigm, based on fossil fuels, responds to short-term private price signals but generates long-term distortions (it does not include negative externalities or sustainability demands). A shift towards a sustainable energy matrix demands a two-way response: creating the fundamental rules for a new market (“bio-energies”) and establishing a long-term price set that includes environmental restrictions (adjusting private profitability criteria to social objectives).

¹Docente e investigador del Instituto Interdisciplinario de Economía Política (IIEP-BAIRES) FCE/UBA-CONICET robertobisang@gmail.com

²Especialista Internacional en Biocombustibles, Programa Bioeconomía y Desarrollo Productivo. INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACIÓN PARA LA AGRICULTURA (IICA) agustin.torroba@iica.int

Given the difficulties of the market in making both objectives compatible, state interventions appear. The different pricing schemes have been a fundamental piece in the design of the regulatory frameworks that generated different bio-fuel markets. Four main mechanisms are distinguished: prices set by the Application Authority, pure bids, conditional tenders and free competition schemes. These schemes have been complemented, in some cases, by schemes that attempt to correct market imperfections (negative externalities) such as the effect of fossil fuels on climate change. The work begins with a theoretical review of the difficulties of the pricing mechanism to allocate the non-renewable resources. Subsequently, it analyses cases of state interventions in biofuel markets.

Introducción. El desarrollo del mercado de los biocombustibles³ es la piedra angular en el pasaje del paradigma basado en las energías fósiles y los materiales inertes al de la bioeconomía.

Los procesos de “cracking” del petróleo y del gas –en reservorios convencionales y/o contenidos en sedimentos rocosos–son/fueron la base dominante de la matriz energética y el punto de partida para la manufacturación de diversos materiales basados en minerales inertes (las fundiciones) y de otros derivados de la combinación industrial de monómeros y polímeros (la industria petroquímica). A posteriori, la oferta se completa con una densa maraña de actividades derivadas de la post-industrialización de materiales y sus canales de comercialización para abastecer una amplia gama de productos icónicos (desde los electrónicos hasta las fibras sintéticas). Algo similar ocurre con el aprovisionamiento energético –aguas abajo–centrado en la refinación, distribución y comercialización. La dupla –energías fósiles y materiales basados en minerales inertes–se cierra, en el extremo opuesto, con una demanda que incorporó pautas de consumo de bienes y servicios energo-intensivos asociados a crecientes estándares de bienestar. El mercado se desarrolló sobre la base de dos elementos cruciales: la acción estatal referida a los derechos de propiedad de los recursos del subsuelo (considerados, generalmente, un activo social) y el rol de los mercados y sus mecanismos de precios como asignadores y reguladores de la producción y el intercambio (enfoque privado). Bajo esos conceptos, las regulaciones van desde establecer normas técnicas de productos y procesos hasta la mitigación de eventuales externalidades negativas (derivadas del uso de recursos “sociales” con criterios de precios privados). Todo ello con las improntas propias de cada sociedad y a lo largo de centurias.

El desarrollo de la oferta de las bioenergías tiene sustentos diferentes: se basa en una multiplicidad de biomásas y como tales pueden seguir distintas vías productivas; derivan –directa o indirectamente–de seres vivos reproducibles a escala temporal humana y, como tales, pasibles de evolución; provienen de factores productivos (tierras, genéticas, equipamiento) habitualmente sujetos a derechos de propiedad privada; su industrialización (más allá de energías y materiales) genera múltiples subproductos, y, son proclives a generar diversas externalidades positivas (muy asociadas al cuidado ambiental). En el extremo opuesto, el consumidor –por razones que van de asimetrías de información a señales de precios–aún no internaliza la necesidad de su masivo uso y/o consumo.

Ambos paradigmas energéticos conviven en un mercado donde las señales de precios –como asignadores de recursos actuales e indicadores de escaseces futuras– se tornan cruciales. Pero mientras que para las energías fósiles el mercado está establecido y funciona –aún con distorsiones– respondiendo a las señales de precios, en el caso de las bioenergías dichas señales son aún difusas e imperfectas en su función de “crear” y “establecer las rutinas de funcionamiento” del mercado. La transición de un modelo a otro no es automática, sin costo ni tensiones y necesariamente tendrá la impronta de cada sociedad en particular y, en todos los casos, un fuerte peso de la inercia institucional previa y de las futuras intervenciones estatales.

En ese contexto y con epicentro en los biocombustibles, el objetivo del presente trabajo es analizar algunos elementos teóricos y empíricos acerca del rol que cumplen las diversas

³Se utilizará el término biocombustibles y bioenergías como sinónimos.

regulaciones públicas en dos planos: i) la creación del mercado (los derechos de propiedad sobre los activos críticos para su producción, las normas técnicas de producción, comercialización y consumo del nuevo producto, sus ámbitos de intercambios, las “inducciones” sobre la nueva demanda, etc.); ii) los modelos de regulación de precios de los diversos mercados de bioenergías para países seleccionados. A tal fin en la sección inicial hará mención a algunos temas conceptuales y a las dificultades de llevar a la práctica los preceptos microeconómicos de uso óptimo de los recursos aplicadas a las áreas energéticas; a posteriori se pasa revista a distintas respuestas que están dando diversos países a los desafíos asociados a la creación del mercado de las bioenergías.

Sección 1. Precios y mercado: de las energías fósiles a las energías renovables

- 1. Sistema de precios y energías no renovables.** Abastecerse de energía de fuentes renovables o no renovables remite directamente a los criterios de formación de precios (y éstos a los costos) asociados a cada una de las fuentes de generación a fin de dilucidar la forma bajo la que el sistema de precios inducirá la adopción de uno u otro modelo (o el peso relativo dentro de una combinación entre ambos).

El principio indicaría que la sociedad debería optar por la fuente más económica desde el punto de vista del conjunto en el mediano y largo plazo donde precios y costos marginales fueran iguales (en el marco de mercados competitivos en las diversas etapas que van desde la prospección inicial hasta el consumidor final).

Operativamente el sistema de precios de la energía –identificador de escasez y asignador de recursos–debe lidiar con dos preguntas centrales:

- ¿Cuál es la disponibilidad real de oferta del recurso básico a mediano y largo plazo para hacerla consistente con una demanda creciente que no se traduzca en rendimientos decrecientes y precios tendencialmente en alza? Dicho de otra manera, ¿cuál es el stock acumulado de energía fósil en el planeta para distribuir su uso inter-temporalmente de manera eficiente⁴;
- ¿Qué elementos debe contener el sistema de precios, más allá de la cobertura de los costos privados y las tasas de ganancias promedio de la economía, que aseguren el traspaso inter-generacional de los recursos naturales preservados y sus respectivos flujos de servicios eco-sistémicos? O sea, la identificación de los elementos de costos sociales –más allá de la perspectiva privada–que aseguren la

⁴ En el pasado siglo, en base a los aportes de Hotelling surge el concepto de renta de escasez; este enfoque establece que la forma de explotación social y económicamente más rentable para la extracción de los hidrocarburos es una en la que el precio del recurso esté determinado por el ingreso neto marginal derivado de su venta, aumentando conforme aumente la tasa de interés (Hotelling, 1931). De acuerdo con dicho autor “La contemplación de la desaparición en el mundo de los suministros minerales, los bosques y otros activos no renovables ha dado lugar a la demanda para regular su explotación. La sensación de que estos productos son ahora demasiado baratos para el bien de las generaciones futuras, que están siendo explotados egoístamente a una tasa demasiado rápida, y que a consecuencia de su precio excesivamente bajo están siendo producidos y consumidos inútilmente, ha dado lugar al movimiento de conservación” (citado en Torroba, 2019).

sustentabilidad global (contabilizando externalidades positivas y negativas desde la perspectiva de la sociedad en su conjunto)⁵.

La decisión social de optar –vía mercado puro y/o por inducción estatal– por una mayor diversificación de la matriz energética hacia fuentes no fósiles puede basarse en: i) la presunción de agotamiento secular de reservas de energías fósiles (“*efecto disponibilidad*”), o, ii) en la existencia de señales de precios erróneas que deriven en severos e irreversibles deterioros ambientales (“*efecto sustentabilidad*”)⁶.

Examinemos ambos interrogantes en función de los criterios usados en la fijación de la dupla precios/costos de las fuentes fósiles de energía –gas y petróleo– dada la existencia de un conjunto de tecnologías pre-existentes de público dominio y con costos para uso derivados de su aplicación (y no de su desarrollo y / o captura de renta tecnológica).

Disponibilidad. Por definición, las reservas de gas y petróleo son recursos fijos⁷ (no reproducibles a corto plazo) lo cual remite a la necesidad de conocer su stock a fin de determinar su oferta teórica. Identificar las existencias de reservas de yacimientos fósiles es una actividad altamente costosa cuyo desarrollo implica varios pasos técnicos (análisis sísmico, prospección, exploración, etc.). Resulta un sub-óptimo –desde el análisis privado– realizar inversiones en prospección de yacimientos nuevos en la medida que se cuente con un stock de reservas comprobadas para un cierto periodo. Ello deriva en que las reservas conocidas de las fuentes convencionales (definidas como tales en función de las tecnologías conocidas y probadas comercialmente) sean inferiores a las reales dado que, bajo las condiciones de mercado en un momento determinado, no tiene sentido económico realizar exploraciones adicionales que ingresarían a producción en el largo plazo.⁸

Existe otro costado del problema. El recurso natural yacimiento fósil se convierte en un recurso económico a partir de la existencia de una tecnología que lo torne comercialmente exitoso bajo un conjunto de precios relativos particulares. El desarrollo de la tecnología de extracción puede ampliar notablemente la oferta disponible a partir de nuevas fuentes; como toda tecnología tiene un período inicial de experimentación y aprendizaje –con mayores costos de la vigente, inicial difusión acotada, eventuales fracasos comerciales, generación no exenta de subsidios– hasta desembocar en un esquema probado y rentable cuando se determina la escala productiva óptima compatible con los mínimos costos medios y se logra la madurez en los conocimientos operacionales. La evolución de las tecnologías usadas en los yacimientos de gas y de petróleo convencionales a los de *shale gas* y *shale oil* son un ejemplo reciente de ello.

⁵Siguiendo la teoría económica escolástica el análisis es de corte universal; la introducción del concepto de Nación complejiza el análisis -con diversas posibilidades de cruces entre costos y beneficios sociales entre jurisdicciones y etapas históricas del desarrollo-.

⁶Con un supuesto crítico: la existencia de un conjunto dado de tecnologías; si se altera este supuesto se reconfiguran todos los equilibrios de mercado (incluso suponiendo que no exista un lapso de aprendizajes de uso y experimentación de ajustes antes de contar con una “tecnología madura” que devenga en mínimos costos medios de funcionamiento). El tema aplica a los recientes desarrollos de *shale gas* y *shale oil* y a las bio-refinerías de biocombustibles y sus fuentes de abastecimientos de biomasa.

⁷Son fijos en el sentido geológico del término. En el sentido económico del término, son variables (los recursos fósiles se catalogan como reservas probadas cuando además de estar probada su existencia geológica, son pasibles de ser explotados económicamente). En este último sentido, la determinación del sistema de precios aplicable juega un rol crucial.

⁸Para un análisis detallado sobre la viabilidad económica de realizar inversiones en recursos fósiles desde un enfoque rentístico, consultar Montamat y Torroba (2020).

Finalmente se trata de recursos naturales asentados sobre territorios donde existen o pueden existir otras actividades con diversos grados de compatibilidad en su desarrollo. Estas actividades alternativas y/o previas pueden tener una valorización clara y explícita capturada por el sistema de precios que cuantifican el costo de oportunidad de una explotación energética alternativa –i.e. campos agrícolas o ganaderos que compiten por el uso del terreno y del agua–. Alternativamente estos territorios pueden tener valorizaciones de mercado o de la sociedad menos claras y reflejadas por el sistema de precios (i.e. preservación del paisaje y los servicios ecosistémicos asociados; mantenimiento de los acuíferos, contaminación de napas).

Frente a tales “distorsiones” (a las que cabe sumar las escalas técnicas asociadas a las mejores tecnologías disponibles⁹), no sorprende que—históricamente y de manera cuasi universal—comportamientos monopólicos u oligopolios hayan sido más la norma que la excepción en la configuración y el funcionamiento de estos mercados. Y que, consecuentemente, exista una amplia batería de intervenciones públicas en los países desde la óptica de productores y/o consumidores.

Sustentabilidad. Ello remite al segundo de los aspectos: los elementos a considerar más allá de las tasas de ganancias y los costos fijos y variables derivados de las operaciones de mercados privados. Existe una diferencia –según sociedades y casos particulares– entre los costos privados de producción para explorar, extraer, refinar, transportar y distribuir y los costos sociales asociados con estas actividades. Varios son los temas bajo consideración:

- La existencia de externalidades negativas derivadas de las distintas etapas de la producción que no suelen estar –total o parcialmente– incorporadas en los costos privados de producción. Por lo general es materia de legislación en la medida que los acuerdos previos entre privados no deriven en una solución óptima; nótese que en tales casos a los costos de las externalidades negativas debe adicionársele los costos -no menores- de litigación. De eliminarse el criterio de considerar la presencia de externalidades negativas, el sistema de precios deriva en un sub-óptimo social a nivel de sobre-consumo y en una probable sobre-explotación del recurso a nivel de oferta; en tal caso ***los precios privados permiten la captura de rentas en grupos sociales acotados mientras que los costos recaen sobre el grueso de la comunidad actual y futura;***
- La presencia de servicios ecosistémicos que no tengan como contrapartida una valorización comercial y sus respectivos mercados a pesar de que la sociedad tenga una valoración positiva de su existencia (Lattera, et. al. 2011);
- La existencia de bienes meritorios definidos como aquellos bienes de consumo privado que por sus efectos positivos o porque se consideren esenciales para el desarrollo de una comunidad y cuyo aprovisionamiento puede ser suministrado de forma gratuita o vía subvención (Stiglitz, 1988). Equiparables a los bienes

⁹ Cuando las tecnologías determinan un volumen de producción para alcanzar los mínimos costos medios a una escala que supera largamente las capacidades de absorción del mercado interno; ello desemboca en fuerte concentración de la oferta y eventuales prácticas reñidas con la libre competencia.

culturales, la salud o la educación universal, en este caso sobresale la intención de legado inter-generacional de los recursos naturales.

Aplicados estos criterios –disponibilidad acotada y sustentabilidad–, la comparación más adecuada entre ambas fuentes de abastecimiento para no atentar contra los óptimos microeconómicos indicaría la necesidad de intervenciones públicas en dos direcciones.

En el caso de los combustibles fósiles el sistema de precios privados debería complementarse con la consideración asociada con la–eventual- existencia de externalidades negativas, bienes meritorios y servicios ecosistémicos para restituir el óptimo de Pareto. La intervención apunta a equiparar costos privados con los costos sociales a fin de eliminar la distorsión que implica, en un extremo, la presencia de capturas de rentas privadas y, en el otro, la existencia de externalidades negativas a cargo de la sociedad –o grupos sociales particulares– en su conjunto.

En contrapartida, el sistema de intervención en los mercados de combustibles de origen renovable tendería al óptimo en la medida que se contabilicen –además de los privados– todos los costos sociales (incluyendo externalidades positivas y negativas, bienes meritorios y servicios ecosistémicos) en los precios percibidos por los agentes privados (FAO, 2013).

En un sentido genérico, la comparación de los precios de ambas vertientes del aprovisionamiento de energía tiene una faceta complementaria (a los aspectos teóricos) en situaciones concretas; las preguntas son qué comparar y a qué nivel de la cadena de aprovisionamiento (que va desde la posible existencia del yacimiento –extracción– al modo de suministro al consumidor final–surtidor–).

Si nos centramos en las energías fósiles, por lo general, las fuentes de generación se encuentran en localizaciones alejadas de los grandes centros de consumos (e incluso en terceros países). Ello implica, por ejemplo, un primer estadio de comparación: gas con características definidas en “boca de pozo” versus el equivalente de biogás a salida de planta. Siguiendo el recorrido de la cadena productiva, otro punto de comparación es el producto a “salida de fábrica”: en el caso del diésel (a salida de refinería) versus el biodiésel (a salida de fábrica); nótese que en el primero de los casos debe considerarse el transporte del petróleo a la refinería (generalmente “flete largo”) respecto de la biomasa (aceites crudos o recuperador) a la bio-refinería (generalmente “flete corto” respecto de ámbito de consumos con las consecuentes “ventajas de localización”)¹⁰.

El tema cobra mayor relevancia si la comparación se refiere a energía eléctrica de origen térmico: por lo general se genera a gran escala en centrales para luego incorporarse al sistema de transporte de alta tensión; en tal caso se agregan los costos de transporte y transformación a media y baja tensión hasta la red de distribución; en contrapartida los sistemas locales de bio-

¹⁰Cabe resaltar un tema crítico: las bioenergías se abastecen generalmente de biomasa local (dado los costos asociados a su transporte y manipulación) mientras que las refinerías lo hacen generalmente desde grandes distancias.

generación (base biogás, biodiesel u otras biomásas) tienen reducciones marcadas de pérdida de transporte dado que se generan en cadenas cortas de abastecimiento.

En cada una de las etapas de la cadena existen posibilidades de establecer comparaciones de precios, pero la definitiva radica en la tarifa al consumidor ex impuestos. A lo largo de las diversas etapas de ambas formas de abastecimiento se verifica la presencia de diversas cargas impositivas –por razones que van desde la facilidad recaudatoria a los incentivos al desarrollo de la oferta y/o desincentivos a la demanda–; ello introduce a los temas impositivos –dada su importancia recaudatoria– como otro elemento de distorsión de mercado a evaluar.

En suma, la intervención en los mercados de energía se ve alterada en sus procesos decisorios con la irrupción masiva de los biocombustibles que amplía, notablemente, las diversas razones –y sinrazones– de intervención en la búsqueda de mantener el sistema de precios como indicador de escasez y asignador eficiente de recursos para producción y consumo.

2. Los mercados como instituciones sociales. ¿Alcanzan las señales de precios para crear y poner en funcionamiento un mercado, más considerando que el referido a la energía está en la base del aparato productivo de cualquier país?

Diversas experiencias históricas revelan que los mercados se establecen como creaciones sociales donde intervienen Estado, empresas, organizaciones intermedias y consumidores en diferentes roles de concurrencia y contrapeso; “el mercado como elemento distribuidor de los recursos es una institución muy compleja, cuyo funcionamiento requiere la definición de normas de comportamiento y la especificación de reglas de convivencia poco naturales” (Bianchi, 1995; pág. 166). Schumpeter destaca el rol de disparador inicial del empresario emprendedor para establecer nuevos modelos de producción e intercambio cuando –como en el caso que nos ocupa– se trata de fuertes disrupciones en las reglas previas de mercado; fija distintas etapas –desde la inicial coexistencia de ambas tecnologías hasta la consolidación de un nuevo mercado pasando por fases intermedias de monopolios tecnológicos con altas tasas de ganancia que difunden el nuevo paradigma–. (Schumpeter, 1934). Otros autores señalan que a partir del impulso tecnológico inicial se modelan instituciones en el marco de una co-evolución entre temas de mercado, regulaciones e instituciones públicas y privadas (Nelson, 1994; Pérez, 2010; Oliveira, et al, 2017).

Es indudable que la búsqueda de la tasa de ganancia es un motor de creatividad e impulso productivo; las señales de precios –ante mercados competitivos en el costo de los factores– se traducen en atractores de recursos y con ello de impulsores de inversiones y ofertas en nuevos productos, procesos y/o servicios. Pero desde el punto de vista de la demanda, la inexistencia de un sistema de precios de mercado inexistentes (“blindmarket”) plantea el dilema de intervención: ¿Cómo generar demanda de bienes y/o servicios deseables, socialmente, pero sin contar con un sistema de precios que lo impulse desde la perspectiva de la demanda?

El tema tiene un aditamento: todo nuevo producto o servicio ingresa al mercado en una fase temprana a un precio más elevado que el correspondiente a la tecnología previa y recorre un lapso de aprendizaje y crecimiento hasta alcanzar la escala que permita una sustantiva reducción de costos y precios, y un aprendizaje en producción y uso. Recién cuando dicha madurez comienza a alcanzarse y la tasa de beneficio se torna atractiva aparece la masiva

difusión del producto o servicio y con ello el mercado gana grados de competencia y opera hacia el óptimo de Pareto. Nótese la relevancia que –centrado en el caso de las bioenergías– tiene la introducción en el sistema de precios la perspectiva social que incorpore externalidades, bienes meritorios y valorización de los servicios ecosistémicos.

El Estado tiene su ámbito operacional en varios frentes. Recostado sobre el lado de **la oferta**, para que los mercados operen de manera eficiente, son necesarias reglas de funcionamiento en temas críticos:

- La existencia de normas técnicas de productos y procesos que permitan definir con precisión el bien o servicio sujeto al intercambio;
- Los resguardos de seguridad, inocuidad y real valían de los nuevos bienes y servicios;
- El aprovisionamiento de infraestructuras críticas a determinados mercados (i.e. comunicaciones, gasoductos, oleoductos, puertos, etc.) que–por sus escalas, y/o riesgos económicos– no pueden ser provistos privadamente bajo condiciones de mercados competitivos;
- El financiamiento –bajo condiciones aceptables– derivado del cambio de equipamiento e instalaciones que demandan los nuevos productos y/o procesos.¹¹

En esa dinámica el rol del Estado además de fortalecer a la oferta puede accionar **sobre la demanda** de diversas maneras:

- Suministrando información acerca del uso de energías sustentables;
- Usando el sistema de compras estatales en sus diversas facetas;
- Induciendo –vía fijación de precios y/o impuestos– las decisiones de los consumidores en pro de un mercado en formación;
- Obligando el uso de determinados bienes y/o servicios estableciendo “reservas de mercados” temporales.

Finalmente, y, sobre todo, el Estado establece los derechos de propiedad sobre las fuentes de energía –con especial énfasis en las de origen fósil– y algunos insumos críticos –como las patentes sobre procesos y productos derivados del cracking del petróleo y del gas o de las recientes enzimas recombinadas y otras tecnologías utilizadas en las producciones de biocombustibles– que establecen las condiciones básicas de intercambio¹².

En síntesis, además de las intervenciones convencionales del Estado para mitigar las distorsiones de mercado corrigiendo precios, ante un cambio de paradigma productivo –como el que se plantea con las bioenergías– le cabe el rol de establecer los fundamentos de un mercado que es crítico en el andamiaje de la economía, máxime cuando ese mercado es desestructurado por una nueva fuente de oferta.

¹¹ La versión de Schumpeter II del proceso de creación destructiva plantea la interacción entre Estado y grandes empresas (del modelo previo) para adaptarse al nuevo modelo (Malerba y Orsenigo, 1996).

¹² Existe una marcada diferencia en este aspecto: la base de las energías no renovables se asientan en la explotación de recursos ubicados en el subsuelo, que en la mayoría de las legislaciones, son consideradas de propiedad estatal (y explotadas por vías que van desde las concesiones temporales hasta la puesta en marcha de empresas estatales); en cambio, las fuentes de los biocombustibles están asociadas a la generación de diversas biomasas a partir del suelo (que en la casi totalidad de las economías se asigna como derecho de propiedad privada).

A partir de este marco conceptual analizaremos en la sección siguiente las diversas experiencias en la “modelación” en curso del mercado de bioenergías y sus modelos de fijación de precios.

Sección 2. Intervenciones de Mercado de los biocombustibles: *Fundamentals*, accesos, precios y regulaciones técnicas

1. **Estableciendo el mercado de biocombustibles.** La estructuración de mercados y sistemas de precios aplicables a los biocombustibles ha tomado diferentes marcos y modelos dependiendo de las intenciones de promoción de la producción de biocombustibles y sus industrias asociadas¹³, de su grado de desarrollo relativo respecto de otras actividades y las particularidades de cada sociedad.

De manera simultánea las distintas intervenciones, por un lado, establecen los “*fundamentals*” del nuevo mercado (normas, seguridad, etc.) y por otro, regulan los precios y -en varios casos- implantan reservas de mercado.

Atento a la magnitud del cambio subyacen, en la mayoría de los países, mecanismos de transición –desde la actual dualidad fósil/renovable– hacia una oferta donde convivan competitivamente ambas fuentes de energía y, adicionalmente, nutridos esquemas promocionales para establecer nuevas capacidades productivas en materia de biocombustibles. Se trata de un proceso reciente –lleva unas dos décadas desde el establecimiento de mandatos de corte obligatorios a inicios del presente siglo– pero de creciente relevancia económica y tecnológica.

El surgimiento de mercados de bioenergías en los diferentes países del mundo puede dividirse en dos grandes categorías:

- **Mercados de mandato.** Los mercados surgen a partir de una obligación de mezcla obligatoria de bioenergías en la matriz de combustibles líquidos, en la matriz energética o la matriz eléctrica (para el caso de la bioelectricidad).

Dichos mandatos suelen expresarse como porcentajes –máximos u obligatorios– del total de combustibles/energía primaria/electricidad en unidades físicas (litros, ktep, MWh,).

Ello constituye una reserva explícita de mercado durante lapsos temporales prefijados con el objetivo de “establecer” el mercado garantizando una demanda asegurada. Como resultado reconfigura la oferta (obligando a la mezcla, instala los surtidores específicos, incorpora la competencia “verde” a la oferta de energías fósiles, etc.) e instala la habitualidad de uso a nivel de consumidor. Funcionalmente –dada su temporalidad acotada– ello implica una “ventana de acumulación” temporal que, desde una óptica de largo plazo, se vislumbra con carácter circunstancial hasta que el mercado se adapte a las nuevas condiciones de uso masivo de

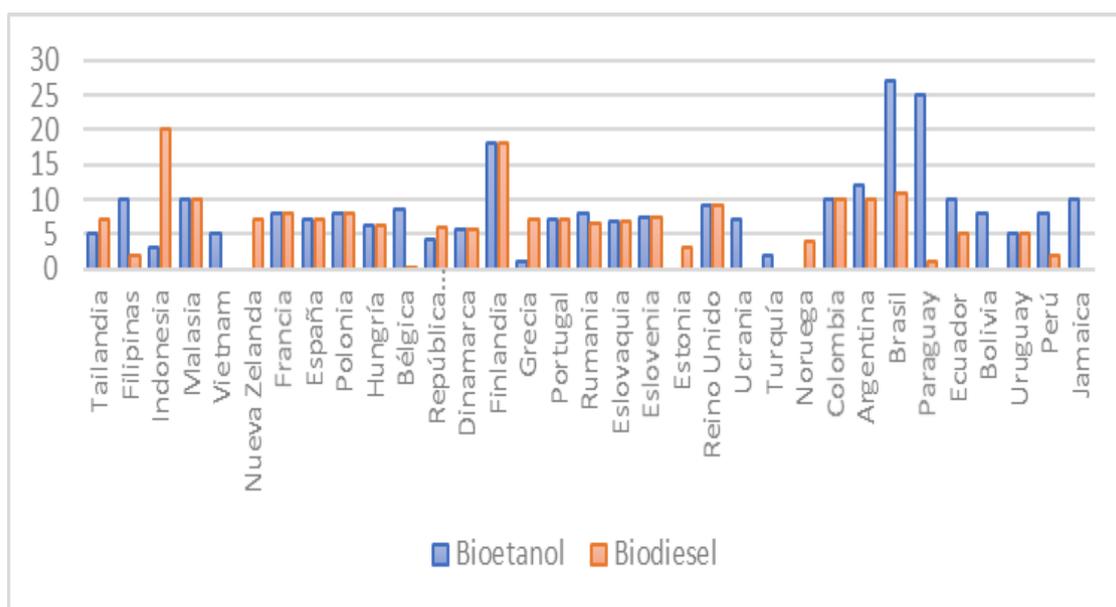
¹³Así como el cracking del petróleo generó -además de los diversos combustibles- un vasto complejo industrial, el creciente desarrollo de los biocombustibles va acompañado de su respectiva industria de bienes de capital (de corte metalmecánicos -equipos- y biológicos -enzimas, levaduras, etc.-) y de una multiplicidad de subproductos a industrializar derivados del cracking de las diversas biomásas de origen renovable (burlanda, glicerol, vinaza, CO₂, aceites, bagazo y otros); ello va conformando un complejo industrial integrado pero, a diferencia del pasado, sobre la base de recursos renovables.

biocombustibles y la oferta realice el complementario “aprendizaje” con las consecuentes reducciones de costos y adaptaciones de precios más competitivos.

Una gran diversidad de países ha implementado estos mecanismos desde inicio del presente siglo; el cuadro siguiente da cuenta del estado actual de la situación para los casos más destacados.

Cuadro Nro. 1. Mandatos de uso de biocombustibles. Países seleccionados. Año 2019

-porcentajes obligatorios de mezcla con combustibles fósiles-



Fuente: IICA (2020 a)

A partir del inicio del presente siglo, países como Brasil, Paraguay, Colombia, Ecuador, Perú, Argentina, Uruguay, Tailandia, Indonesia y los 28 países de la Unión Europea han establecido mandatos de mezclas de combustibles fósiles con renovables a nivel de usuario. Se trata de un variado número de países con diversos tamaños y grados de desarrollo, que incluso disponen de reservas fósiles; sus “cortes obligatorios” van desde niveles muy reducidos hasta máximos cercanos al 25/30% (como los casos de Brasil, Paraguay o Indonesia).

Estas reservas de mercado establecidas en términos generales, fueron acompañadas con otras regulaciones:

- * Mecanismos para determinar los niveles de precios de los biocombustibles (y sus posteriores ajustes a lo largo del tiempo considerando las variaciones en las materias primas y otros elementos de costos);

- *Regímenes tributarios que gravan de manera diferencial a los biocombustibles en comparación con los fósiles;

- * Un sendero de evolución creciente en los cortes/mezclas partiendo de una base mínima y con un techo dado (especialmente establecido considerando el perfil de la oferta disponible, de las restricciones derivadas de los rasgos del parque automotor y otros demandantes –uso de motores adaptados, normas de emisión, de las capacidades instaladas de mezclado y distribución, etc.–).

En estas regulaciones los aspectos medioambientales suelen estar vinculados a esquemas tributarios o impositivos diferenciales o a mecanismos de certificación con ventajas asociadas a su producción y/o uso (IICA, 2020, b).

- **Mercados sin mandato.** La inexistencia de obligaciones de uso de las bioenergías incentiva la competencia directa vía precios con los combustibles fósiles y otras fuentes.

Los mercados no mandatorios, solamente suelen estar regulados en cuanto a la calidad de los productos que de ellos derivan. Aún sin “reservas” de mercado, pero inducidos por otras herramientas de política económica –como los tratamientos impositivos diferenciales– varios países exhiben crecientes participaciones de mercado de biocombustibles.

En síntesis, un primer capítulo de las intervenciones está focalizado en establecer –desde la obligación de uso vía mezcla/corte o desde la inducción impositiva/diferencial de precios– el uso de biocombustibles.

Adicionalmente y de forma concurrente existen otros tres planos donde hay –según países y tipos de biocombustibles– intervenciones en pro del nuevo esquema energético:

- a) Mecanismos promocionales para impulsar la capacidad instalada de producción, almacenamiento, distribución y mezcla de los biocombustibles;
- b) Marcos normativos –técnicos e impositivos– para establecer las normas de funcionamiento de mercado de biocombustibles libres o desregulados a la competencia de sus homónimos de orígenes fósiles;
- c) Esquemas de transición desde mercados regulados y protegidos hacia otros de abierta competencia con los productos fósiles e incluso entre los propios biocombustibles según fuente de biomasa utilizada.

2. **Mecanismos promocionales para la “industria” de los biocombustibles.** Los marcos normativos promocionales consideran a ésta como una “industria infante” que no está preparada para desarrollarse sin el impulso de políticas públicas en lo atinente a su capacidad de inversiones en nuevas facilidades productivas (especialmente a nivel de transformación industrial).

Subyace detrás de estos mecanismos, el concepto de aprendizaje inicial que, luego de un tiempo de promoción, permitirá a la industria beneficiaria desarrollar su actividad sin la protección del Estado (List, 1841). Varias son las herramientas que permiten mejorar la acumulación y, con ello, los procesos de inversiones.

Inicialmente la principal medida de acumulación es la captura de cuasi rentas a través de las reservas de mercado derivadas de los cortes mandatorios. Algunas legislaciones nacionales establecen que dichos cortes deben ser abastecidos por la industria local, con el fin de asegurar un desarrollo industrial propio que incluye hasta la industria de bienes de capital. En ese sentido, en países como Brasil, Colombia, Argentina y Uruguay, la industria local cuenta con un diseño normativo para el abastecimiento del mercado interno y con ello comienza a tener presencia en el plano industrial. En varios países, los cortes mandatorio dan lugar a

cuotas por empresas en cuyo proceso de asignación son excluidas –total o parcialmente– firmas provenientes de las industrias de los combustibles fósiles.

Otra herramienta indirecta de soporte al desarrollo local es el uso de **las protecciones arancelarias**; a modo de ejemplo los países del Mercosur, gravan con un derecho de importación del 20% la importación de bioetanol; un caso extremo es Estados Unidos con las severas restricciones transitorias al acceso del biodiésel de Argentina o las explícitas restricciones impuestas a las importaciones de etanol de Brasil. Una variante –también sobre el comercio exterior– es el uso de tipos de cambios diferenciales –vía reembolsos, o diferenciales de impuestos a las exportaciones según sea materia prima o producto terminado–.

A nivel de flujo de fondos, otro instrumento es el **manejo de los precios** al mercado interno (sea para mezcla y/o uso completo). En este caso y frente a los valores registrados por los combustibles fósiles la determinación de precios opera –en algunos casos– como garantía de mínima rentabilidad. En esa dirección los precios se encuentran regulados por el Estado mediante fórmulas polinómicas que tienden a cubrir todos los costos de producción, además de garantizar una rentabilidad considerada razonable.

Existen, además, mecanismo mixtos: parte de la cuota se cubre con precios controlados y el resto vía licitaciones segmentadas, donde se asegura la participación de determinado sector que se quiere incentivar. Dinámicamente aplicado, ello permite ir pasando de un mercado regulado –en precios y cantidades– a otro de corte competitivo.

La **política tributaria diferencial** es otra herramienta utilizada por diversos países; tiene como punto de partida tributos que afectan a los combustibles fósiles establecidos previamente por razones recaudatorias y facilidades de percepción del impuesto¹⁴. Generalmente, el biocombustible suele estar total o parcialmente exento de los impuestos específicos que tributan los combustibles líquidos de origen fósil.

Finalmente, y teniendo como epicentro el desarrollo productivo de la actividad interna, buena parte de los países cuentan con regímenes promocionales a las inversiones para establecer nuevas capacidades productivas. Usan herramientas tales como: i) tratamiento impositivo diferencial; ii) el acceso a financiamiento a tasas especiales a mediano y largo plazo; iii) exenciones de gravámenes a las importaciones de bienes de capital; iv) las amortizaciones aceleradas de las inversiones como desgravaciones a los impuestos a la renta / ganancia; v) eliminación de impuestos sobre los flujos de ventas y otras exenciones según las legislaciones nacionales, estatales y/o municipales.

En síntesis, los marcos normativos promocionales de biocombustibles tienden a crear mercados –desde la oferta y la demanda– con una amplia gama de instrumentos: mezclas obligatorias, esquemas impositivos diferenciales a los combustibles fósiles, exenciones fiscales y la fijación de precios que tiendan a garantizar la operatoria, repago de la inversión y

¹⁴Cabe diferenciar entre las cargas impositivas establecidas por razones de facilidades de recaudación y otras razones –captura de renta petrolera, mitigación de desigualdades del ingreso, etc.– de aquellas ancladas en la mitigación de externalidades negativas colectivas asociadas al uso de combustibles fósiles (como el caso del impuesto a la emisión de CO₂ y su relación con los gases efectos invernaderos).

rentabilidad. El horizonte temporal de estos esquemas, apuntan a desembocar en mecanismos de mercados más competitivos o en esquemas de transición hacia mercados menos regulados.

Esa transición -hacia la producción de energías renovables sin mayores subsidios- plantea una constante puja con los combustibles fósiles atento a que en varios países estas actividades también cuentan con un nutrido esquema de regulaciones y sistemas promocionales, especialmente en relación con la irrupción de los yacimientos de *shale oil*. Finalmente, y para completar el complejo sendero de transición hacia mercados de competencia abierta, cabe remarcar las notorias oscilaciones que caracterizan las ofertas de materias primas tanto del petróleo crudo como de los diversos cereales, oleaginosas y otras biomásas (por razones que van desde cuestiones naturales a restricciones de oferta por procesos de cartelización).

- 3. Marcos normativos de transición entre esquemas promocionales y de libre competencia.** Este tipo de esquemas normativos están asociados a la existencia de una industria que transita una etapa de desarrollo, generalmente luego de un régimen promocional previo, pero que aún no se encuentra en igualdad de condiciones para competir con una industria madura como la petrolera.

En tal sentido, el diseño normativo suele estar en un escalón intermedio entre los mecanismos de competencia pura y los regímenes promocionales con especial interés para sociedades que han desarrollado –o están desarrollando– una oferta local de cierta magnitud en el marco de otros sectores de desarrollo¹⁵.

Las transiciones abarcan los diversos planos de intervención: mezclas, precios, aranceles de importación y esquemas impositivos.

Si se consideran las mezclas de biocombustibles, se reconocen diversos mecanismos: a) existencias de normativas duales, como mezclas mandatorias hasta un nivel y un segmento libre a partir de determinado nivel; b) cortes obligatorios móviles, con bandas predefinidas; y c) mezclas obligatorias atadas a requisitos vinculados a los precios.

Esquemas que combinan distintas posibilidades tratando de introducir competitividad se aplican en distintos países. Brasil tiene un rango de mezcla de bioetanol obligatorio de 18-27,5% pero existe la opción de vender bioetanol hidratado en estado puro. Estados Unidos, además de sus objetivos de uso de bioetanol, tiene habilitado un canal con surtidores flexibles que le permiten comercializar una mezcla de hasta el 85% de dicho biocombustible. Un esquema similar se replica en varios países de Europa, donde destaca el caso de Francia con un mandato de mezcla de bioetanol del 8,2% y ventas de E85 en plena expansión (IICA 2020c).

Concomitantemente, las intervenciones sobre los precios de los biocombustibles suelen abandonar los esquemas rígidos iniciales de fijaciones estatales para virar a esquemas más flexibles vinculados a licitaciones. Dichas licitaciones pueden tener distintos niveles de complejidad, desde segmentaciones hasta precios topes y límites a la participación de mercado. Nuevamente cada país va delineando un conjunto de opciones hacia una competencia más abierta entre productos de ambos orígenes energéticos.

¹⁵Como el caso del peso creciente del etanol en los complejos azucareros, o del etanol en las cadenas del maíz, o del biodiesel en las co-producciones derivadas de la soja, la colza y la palma.

En materia impositiva, los biocombustibles suelen no tributar la totalidad de los impuestos sobre los cuales están gravados los combustibles líquidos fósiles¹⁶. La exención puede ser total o parcial; en este último caso, se trata de garantizar que se vean reflejadas las externalidades ambientales positivas de los biocombustibles. Atento a la creciente relevancia de los temas ambientales en las agendas políticas (y su uso como restricción al comercio internacional), la transición –en la casi totalidad de los casos– implica además un cambio conceptual: de impuestos a los combustibles fósiles de asignación específicas (para determinados fines) con alta simplicidad y efectividad recaudatoria hacia tributos tendientes a mitigar externalidades negativas asociadas a su producción y/o uso. El caso paradigmático es la extensión del impuesto al CO2 en una amplia gama de países como mitigador de emisión de gases efecto invernadero.

En síntesis, los marcos normativos de transición entre esquemas promocionales y de libre competencia de biocombustibles tienden a relajar paulatinamente los esquemas de promoción y regulación anteriores, cuyo objetivo era establecer una nueva industria. Ello permite contar con un horizonte temporal para que la industria creada bajo el esquema anterior termine de completar un proceso de maduración y pueda insertarse en esquemas más competitivos. Examinaremos los puntos de llegada de las diversas trayectorias en los distintos planos - precios, tributos, cortes- hacia competencias más abiertas con los productos de origen fósil.

4. Marcos normativos libres o desregulados.

- a. **Mezclas y otros instrumentos concurrentes.** Este tipo de esquemas regulatorios asumen un grado de madurez de la industria lo suficientemente elevado como para desarrollar su actividad y competir sin la necesidad de los estímulos del Estado.

Habitualmente, los mercados no son mandatorios, pero las normas de calidad habilitan un amplio rango para su consumo y compiten directamente con sus sustitutos fósiles. El caso del bioetanol hidratado en Brasil, producto que compite vía precios frente a la gasolina, es un buen ejemplo¹⁷.

Los precios se determinan mediante mecanismos de mercado, arbitrando entre los costos de oportunidad de utilizar las materias primas para otros usos en simultáneo que deben competir contra sus sustitutos fósiles.

En materia impositiva, y en el marco de libre competencia, en diversas experiencias suele haber un reconocimiento de las externalidades positivas ambientales que plantea la producción y el uso de los biocombustibles. Al margen de ello, no suele haber estímulos específicos dirigidos a la inversión, como si ocurre en los esquemas promocionales.

¹⁶Revisten interés casos impositivos de transición fijados estadual/provincialmente: los varios estados federados de Brasil tienen alícuotas menores comparativamente entre el bioetanol y las gasolinas; similar situación se verifica en varias provincias en Argentina tanto para el caso del bioetanol como del biodiésel.

¹⁷Los casos de comercialización de E85 son el formato de un mercado libre, que generalmente complementa a un segmento regulado con mezclas mandatorias. Su libre comercialización es de magnitud en Estados Unidos y adoptada a menor escala en Francia, Suecia y Finlandia. Por otra parte, el uso de biodiésel en estado puro o altas proporciones suele ser utilizado en algunos países del continente africano cuando la relación de precio frente al diésel fósil es ventajosa para el primero. Experiencias similares –B100- son adoptadas para segmentos de mercados en algunas provincias argentinas (caso de Santa Fe para el transporte público intra-provincial).

Cada sociedad –a través de sus normas nacionales, estatales y municipales– transita un esquema de transición para cada una de las áreas de intervención hacia modelos de mayor competencia. A modo de síntesis genérica, en el cuadro siguiente se resumen los cuatro ejes principales sobre los cuales se suele legislar en materia de biocombustibles líquidos y los tres esquemas habituales de organizar las políticas y sus respectivas trayectorias de desregulación.

Cuadro Nro. 2. Esquema de aplicación normativa en biocombustibles líquidos

Tipo de esquema	Mezclas	Precios	Régimen impositivo sobre (bio)combustibles	Esquema tributario General
Promoción	Obligatorias	Regulados (Garantizar rentabilidad)	Exentos	Ventajas Tributarias
Transición	Obligatorias/Rangos	Licitaciones segmentadas	Exentos/Parcialmente exentas	Marco general/Leves ventajas
Desregulación	Rangos/Biocombustibles puros	Licitaciones puras/libre fijación	Igualdad vs fósiles valorizando externalidades (Impuesto al CO2)	Marco General

Fuente: IICA (2020 b)

Se destaca que el grueso de los mercados de los biocombustibles, especialmente los líquidos, ha surgido –de manera explícita o inducida– como respuesta a diferentes normativas gubernamentales. Se vislumbra una correlación entre el diseño de dichos marcos normativos y los niveles de maduración de la industria. En tal sentido, la evidencia indica que, con el paso del tiempo y las sucesivas ganancias de eficiencia y competitividad, permite que los diseños normativos “evolucionen” de estructuras promocionales altamente reguladas y con iniciales “atractivos picos” de beneficios de la etapa de “industria naciente” de los biocombustibles, hacia posteriores esquemas con ganancias atemperadas y mayores mecanismos de competencia con otros tipos de energías. En ese sendero resultan cruciales los modelos aplicados en la determinación de precios de los biocombustibles, temática que se desarrollará a continuación.

- b. **Precios. Modelos aplicados en la evolución de los precios.** La articulación de mecanismos de mercado que establecen la forma en que se determinarán los precios de los biocombustibles pueden dividirse en cuatro tipologías que aúnan modelos de fijación de precios y estructuras de mercados.

Cuadro Nro. 3. Tipologías Genéricas: Regulación de precios y estructuras de mercado



Fuente: Elaboración propia

Estos cuatro mecanismos de determinación de precio en los biocombustibles se aplican en diferentes mercados mundiales donde compiten ambas fuentes de energía.

Cuadro Nro. 4. Evolución de los mecanismos de determinación de precio. Casos Seleccionados.

Mercado Libre	Licitación Pura	Licitación impura o protegida	Precios regulados
Brasil (BE) Estados Unidos (BE/BD) Unión Europea (BE/BD)	Argentina (BD) CMMESA y BD en Provincia Santa Fe)	Brasil (BD) Argentina (BEL) Uruguay (BEL.)	Argentina(BD y BE) Uruguay(BD y BE) Paraguay (BD y BE) Ecuador(BD y BE) Colombia (BD y BE) Malasia e Indonesia (BD)

Nota: BD: Biodiésel; BE: Bioetanol; BEL: Bioelectricidad; CMMESA: Compañía Administradora del Mercado Mayorista Eléctrico

Fuente: Elaboración propia

Como es de esperar lo hacen a ritmos diferentes según cada situación y país en particular. Examinemos las principales aristas de cada uno de los modelos y sus aplicaciones para casos/países seleccionados.

Precios regulados fijados por la Autoridad de Aplicación. Los esquemas más rígidos, o de mercados regulados, se caracterizan por precios (y en ocasiones cantidades) que son fijados por la Autoridad de Aplicación regulatoria respectiva. Dichos precios tienden a ser fijados en base a alguna regla: i) fórmulas polinómicas que remuneran costos; ii) precios de paridades de frontera para los diversos combustibles; iii) precios de combustibles alternativos de origen fósil.

Generalmente, esta forma de determinar precios de manera centralizada da como resultado precios superiores de aquellos de mecanismos más libres como los que se describirán más adelante e implican tensiones en los mercados de mezclas con los de origen fósil.

También se destaca como aspecto relevante, que la regla a través de las cuales se fijan los precios va variando con la evolución de la industria y la generación de conocimiento de la Autoridad de Aplicación. En tal sentido, se pone de manifiesto como la fijación de precios a través de fórmulas polinómicas, o de mecanismos alternativos, se van adaptando de acuerdo con la evolución en la maduración y eficiencia de la industria en cuestión. Dicha maduración se refiere a mejores estándares técnicos de transformación y/o al desarrollo de subproductos no contemplados inicialmente y que permiten repartir mejor los costos fijos de las inversiones totales.

En el mercado de los biocombustibles hay varios casos empíricos de determinación de precios en forma centralizada. Es el caso, en las Américas¹⁸, de Argentina y Colombia para los mercados de biodiésel y bioetanol. Ambos países, tienen mezclas mandatorias relativamente elevadas de biodiesel (10% en ambos casos) y de bioetanol (10% Colombia y 12% Argentina) y fijan precios a través de fórmulas que cubren los costos de producción.

En el caso de la regulación en Argentina, el decreto 109/07 establece que los precios de los biocombustibles que fije la Autoridad de Aplicación “serán calculados propendiendo a que los productores, que operen en forma económica y prudente, tengan la oportunidad de obtener ingresos suficientes para satisfacer todos los costos operativos razonables aplicables a la producción, impuestos, amortizaciones y una rentabilidad razonable, de tal modo que la misma: a) sea similar al de otras actividades de riesgo equiparable o comparable; yb) guarde relación con el grado de eficiencia y prestación satisfactoria de la actividad.”.

La determinación de precios bajo este tipo de esquema es muy similar a los mecanismos de determinación de precios de los servicios públicos.

Entre las principales ventajas de este tipo de mecanismos, se destaca el hecho de que una industria nueva (infante) puede establecer un camino de maduración y eficiencia con bajo riesgo. En sentido opuesto, las críticas de este sistema, señalan la (eventual) asimetría de información entre el regulado y el regulador, la discrecionalidad de la Autoridad de Aplicación que en ocasiones puede incumplir la regla de fijación de precios, la posible cooptación del regulador, mecanismos de mercados sub-óptimos y un mayor foco de la industria en influir en temas regulatorios que en obtener ganancias de productividad.

Licitaciones impuras. Otro esquema de regulación de precios en los mercados de biocombustibles y bioenergías son las licitaciones impuras.

Son un paso adelante en el establecimiento de mecanismos de mercado más competitivos. Como se mencionó, este tipo de esquemas de fijación de precios suele estar asociado a “marcos normativos de transición” dado que parte de la cuota establecida y/o el mercado, continúan con precios regulados (y reservas de mercado) y el resto con precios licitados.

¹⁸En los mercados asiáticos, destacan la determinación de precio en el biodiésel en Indonesia, con una fórmula de precio explícita. Adicionalmente, Malasia determina los precios del biodiesel a través de un mecanismo denominado “Automatic Pricing Mechanism” (APM).

Dos casos destacables, son las licitaciones segmentadas con cuotas “Sello Combustible Social” –en el caso del biodiésel en Brasil¹⁹–, y el programa RENOVAR de energías renovables –en Argentina– con características diferenciales para las bioenergías.

En el caso del biodiesel en Brasil, el mecanismo de determinación de precios es fijado por dos tipos de licitaciones: en la primera se subastan cuotas solo para las empresas que llevan a cabo el “Sello Combustible Social”. Este sello lo obtienen los productores que adquieren su materia prima de determinados agricultores familiares. En dicha etapa, hay una selección de ofertas por parte de los compradores, con origen exclusivo en dichos proveedores titulares del sello social de combustible (ANP 2020).

En la segunda subasta pueden ingresar todos los productores habilitados, habiendo un mecanismo de doble llamado donde los oferentes pueden reajustar de manera competitiva sus precios. En este sentido, Brasil aplica una licitación impura para asegurar un segmento de mercado a aquellas empresas que cumplen con el “Sello”, lo que asegura la venta de materias primas de productores semi-marginales, para la producción de biodiesel.

En el caso del programa RENOVAR en Argentina, se realizaron tres licitaciones de energías renovables que asignaron proyectos con precios y potencia por un total de 4.466,5 MW, con contratos prioritarios de venta de energía por 20 años a la Compañía Administradora del Mercado Mayorista Eléctrico (CAMMESA) (Minem, 2020). La particularidad de dichas licitaciones es que las mismas fueron segmentadas por tipos de fuentes y tecnologías. De esta manera, los proyectos de generación eléctrica compitieron diferenciados en seis segmentos tecnológicos: eólica (2.466 MW de potencia asignada), solar (1732 MW), biomasa (158 MW), Biogás (65 MW), pequeños aprovechamientos hidroeléctricos (32 MW) y biogás de relleno sanitario (13 MW). En tal sentido, las bioenergías compitieron aisladas del resto de las tecnologías y hasta con tres sub-segmentos.

Las licitaciones impuras –o protegidas– son un escalón intermedio hacia licitaciones puras totalmente competitivas para el abastecimiento de una cuota de mercado. Generalmente, este tipo de mecanismos busca establecer segmentos de competencia que participan en licitaciones diferenciadas de acuerdo con características prefijadas. Otra opción, es establecer cupos mínimos de participación por segmento.

Entre las principales ventajas de este tipo de mecanismos respecto de la asignación pura de precios y cantidades, se destaca la introducción de mecanismos más transparentes y competitivos con resguardos por segmentos particulares. En el sentido inverso, las principales críticas a este sistema destacan que se trata de un mecanismo de fijación de precios subóptimo con potencial incumplimiento de contratos, especialmente aquellos de largo plazo.

Licitaciones puras. Las licitaciones puras son una tipología más competitiva respecto del esquema señalado previamente. Operan con el criterio de licitar a menor precio una cuota de mercado para un producto preestablecido y homogéneo y sus restantes condiciones comerciales.

¹⁹Este sistema está avanzando hacia una desregulación mediante mecanismos de compras directas, los cuales preservarían el porcentaje de “Sello Combustible Social”.

En el extremo comprador existe una multiplicidad de instrumentos que permiten mayor flexibilidad para el tratamiento de segmentos/situaciones particulares: compras para uso de transporte público dentro de determinados radios y condiciones de acondicionamiento previo de motores; abastecimiento a centrales termo-eléctricas sin ventajas de localización de acuerdo al tendido del sistema nacional; compras municipales, entre otros.

Sus particularidades son similares, con el supuesto subyacente de que la industria se encuentra un paso más desarrollado con el esquema anterior y/o que los objetivos regulatorios no buscan proteger a determinados segmentos.

Un ejemplo destacado de licitaciones puras, sin ningún tipo de segmentación es el que lleva adelante la Compañía Administradora del Mercado Mayorista Eléctrico (CAMMESA) de Argentina. Entre 2012 y 2017 se licitaron de manera competitiva la compra de más de 55 mil toneladas de biodiesel para la generación de energía eléctrica térmica. Adicionalmente, la provincia de Santa Fe, en Argentina, ha realizado licitaciones de biodiesel para la flota de ómnibus urbanos de pasajeros de su empresa estatal Movi Rosario a partir del año 2019. Dichas licitaciones puras tienen como objetivo abastecer el uso de B100 para la mencionada flota.

Esquemas de libre competencia. Bajo la modalidad de libre competencia se distinguen dos casos modalidades de aplicación.

En primer lugar, el modelo se articula sobre la base de un esquema de uso de biocombustibles mandatorios (cuota) y una modalidad de competencia libre –vía precios–entre productores (e importadores) para abastecer dicho cupo. En este caso, los precios internos suelen tender a las referencias de frontera (paridad de exportación o paridad de importación de acuerdo con la posición comercial del país).

Un mercado típico que opera en este sentido es el del biodiésel y del bioetanol en Estados Unidos donde las cantidades mandatorias de uso de ambos biocombustibles son abastecidos mediante mecanismos competitivos, y con un mercado abierto al comercio exterior. Lo mismo sucede con el mercado del biodiesel y el bioetanol mandatorio en la Unión Europea o el bioetanol anhidro para la mezcla obligatoria en Brasil.

Las posibilidades de este establecer este tipo de esquemas son amplias, ya que promueven mecanismos de “entre iguales” al circunscribir la determinación de precios entre la propia industria (excluyendo competencia con fósiles).

El segundo lugar, el mercado no tiene corte mandatorios (o duales) donde los biocombustibles compitan –vía precio– frente a sus sustitutos fósiles.

El caso más destacado de esta modalidad es el mercado brasilero del alcohol hidratado²⁰. En dicho mercado, las gasolinas fósiles (que contienen una mezcla de 27,5% de alcohol anhidro)

²⁰Los motores tipo “*flex fuel*”, muy utilizados en Brasil, permiten utilizar gasolina o alcohol hidratado indistintamente. Este último, es bioetanol con un grado de pureza inferior a los 95°. El alcohol obtenido se diferencia del tipo “anhidro” que se utiliza para mezclar con gasolinas, ya que este último tiene un proceso

compiten en los puntos de ventas –surtidor–al consumidor final frente al alcohol hidratado combustibles.

En este modelo, el costo de oportunidad de reemplazo de un biocombustible por el otro actúa como rector en la decisión de consumo. Las señales de precios del mercado final actúan como vaso comunicante entre el precio de las materias primas agrícolas pasibles de ser industrializadas como biocombustibles y el barril de petróleo crudo²¹. De esta manera, las posibilidades de desarrollo de mercado bajo este esquema son muy amplias, el límite es el consumo total de combustibles a ser reemplazados por biocombustibles, pero exigentes por otros motivos: la brusca oscilación del precio de las materias primas –cereales, oleaginosas u otras biomásas–suelen ser determinantes en la competitividad de complejos productivos completos (biocombustibles y otros co-productos). Allí cobra significado el desarrollo integral de los restantes co-productos derivados del cracking del maíz, la caña de azúcar, el sorgo y las oleaginosas en la medida que el mix productivo permita –circunstancialmente– efectuar transferencias intra-actividades; supone además de un elevado grado de integración de las unidades de negocios y una flexibilidad tecnológica que permita sortear exitosamente las reducciones de ingresos –por parte de los biocombustibles– con incrementos de los subproductos restantes.

Este tipo de mecanismos suelen estar presentes en industrias y mercados con esquemas regulatorios libres o muy desregulados, que han logrado un alto grado de aprendizaje tecnológico y madurez productiva capaces de competir sin la necesidad de los estímulos del Estado en materia de precios y/o cuotas de mercado.

- c. **Impuestos: de rentas generales a correcciones de distorsiones de mercado.**
Aplicando criterios del óptimo de Pareto, la ciencia económica convencional identifica “fallas” en el funcionamiento de los mercados que se traducen en distorsiones que habilitan la implementación de políticas públicas.

Para subsanar este tipo de fallas de mercado, distintos gobiernos han avanzado en sistemas impositivos asociados a la teoría neoclásica, donde se buscan crear impuestos que tiendan a igualar el costo marginal privado con del costo marginal social y con ello restaurar el óptimo en la asignación de los recursos (Stiglitz 1988).

Esto abre, también, un sendero de evolución conformado por impuestos a los combustibles basados en aspectos generales (tributación a la renta, facilidad de recaudación, ingresos generales para fines sociales específicos) por otros relacionados con la existencia de externalidades.

Aplicado el concepto al campo de las energías se bifurcan dos tendencias: la primera se refiere a las externalidades negativas asociadas con la producción, distribución y uso de los combustibles fósiles y la segunda se relaciona con el “premio” derivado de la generación de externalidades positivas asociadas con las bioenergías (en la medida que su generación y uso

posterior a la destilación denominada “deshidratación” que consiste en extraer el agua del alcohol hidratado y llevarlo a un nivel de pureza mínima de 99,6% v/v.

²¹Para más detalles, ver IICA 2020b

se sustente en un balance energético positivo). En ambos casos los impuestos (o sus desgravaciones) son los instrumentos más usados para enfrentar las distorsiones de mercado²².

En este contexto, se han creado en el mundo distintos mecanismos para internalizar la emisión de Gases de Efectos Invernadero (GEIs). Una de las herramientas más utilizadas es el impuesto directo sobre dichas emisiones, comúnmente conocido como Impuesto al Carbono. En general, los sistemas tributarios tienden a gravar las emisiones en toneladas equivalentes de carbono de acuerdo con valores base que aplican al uso de diferentes combustibles. En particular, el uso de combustibles líquidos, como el diesel y las gasolinas, tienen valores de emisiones que son estandarizadas y utilizadas como referencias en los distintos países.

Este instrumento comenzó a generalizarse internacionalmente: el *Institute for Climate Economics* señala que “a partir del 1 de abril de 2018, 46 países y 26 provincias o ciudades han adoptado políticas de precios de carbono, consistentes en impuestos al carbono y regímenes de comercio de emisiones”. Según el mismo organismo, el 75% de dichos Estados tasan la tonelada equivalente de carbono en menos de 10 dólares. Para el año 2020, ya se cuentan con 61 iniciativas de precio de carbono, los cuales cubrían el 22,3% del total global de emisiones GEIs. A su vez, 46 jurisdicciones nacionales y 32 subnacionales están cubiertas por este tipo de iniciativas Word Bank Group (2020)²³.

Sobre esa base conceptual y referido a los niveles del impuesto, el Informe de la Comisión de Alto Nivel sobre los Precios del Carbono, “considera que el nivel de precio explícito al carbono compatible con la consecución de las metas relativas a la temperatura establecidas en París, debe situarse, como mínimo, entre USD 40 y USD 80 por tonelada de CO₂ para 2020 y entre USD 50 y USD 100 por tonelada de CO₂ para 2030, siempre que exista un entorno normativo favorable”. Parry et. al (2014) observan que a pesar de que muchos países desarrollados utilizan tasas de mercado para definir el impuesto al CO₂ en el rango de los 10 – 50 dólares, otra corriente académica entiende que las tasas de descuento a utilizar deben ser inferiores a las de mercado y por tanto postulan un costo social en niveles superiores a los 80 dólares, situación que se encuentra más cercana a los valores recomendada por la Comisión de Alto Nivel sobre los Precios del Carbono para el 2030²⁴.

Independientemente de ello, la imposición tiene un amplio rango de países que implementaron este tributo.

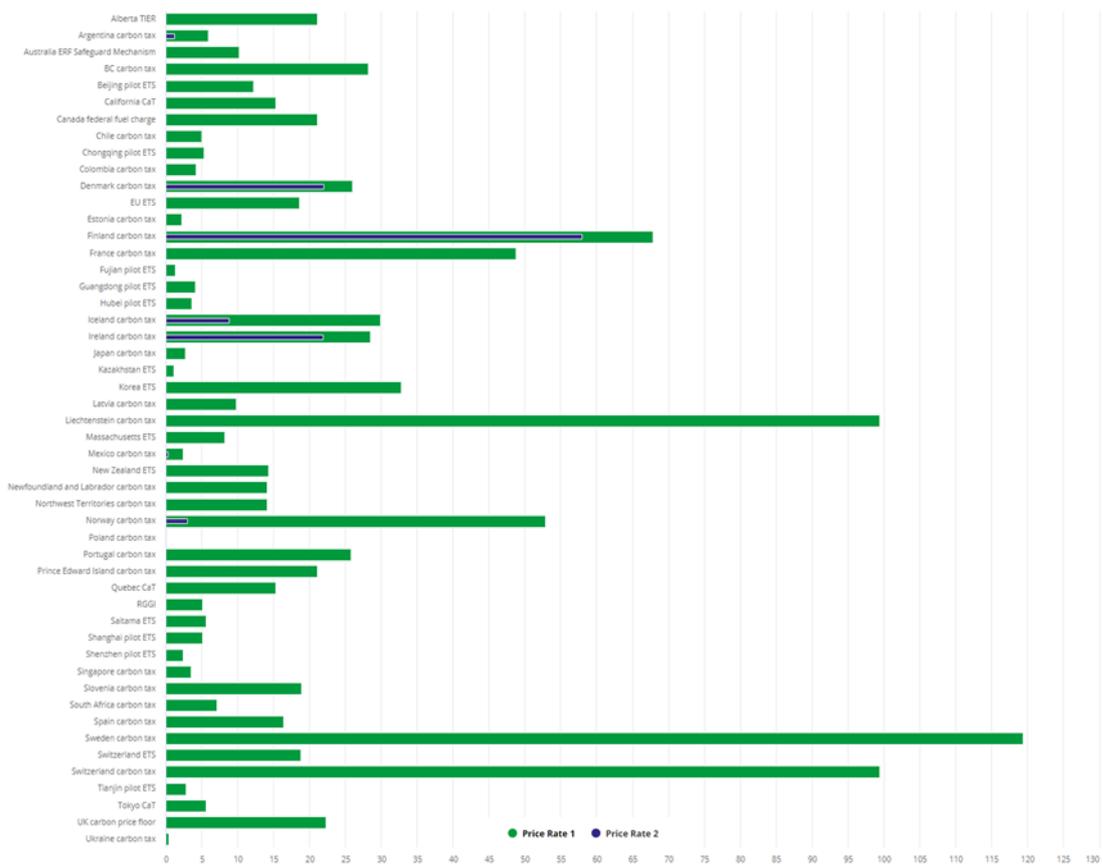
²²Existen varias fallas de mercado reflejadas como externalidades negativas en la industria de los combustibles fósiles: i) Posibles accidentes/derrames e impactos sobre flora y fauna; ii) Contaminación de napas freáticas; iii) Polución ambiental (micropartículas); iv) Ambientes y paisajes (y otras valorizaciones ecosistémicas); v) Costos asociados a explotaciones de petróleo y carbón desactivadas (los desiertos petroleros...); vi) Por uso de combustibles fósiles y dentro de estos aparece el GEI

En cuanto a las externalidades positivas de las bioenergías se destacan: i) Secuestro de carbono en las producciones de biomasa para biocombustibles; ii) Transformación de desechos -aceites usados, bosta, residuos de poda- con impactos ambientales en insumos con valor comercial

²³ En ocasiones, la fijación de impuestos al carbono es complementada por *emissions trading system* (ETS) o por *results-based climate finance* (RBCF)

²⁴Los niveles óptimos de efectividad del impuesto al carbono son una discusión relevante dentro de las ciencias económicas actualmente. Tal es así, que en el año 2018 William Nordhaus fue galardonado con dicho reconocimiento “por integrar el cambio climático en el análisis macroeconómico de largo plazo”, demostrando cómo la actividad económica influye en el cambio climático y además creó un modelo cuantitativo que describe esa interacción, permitiendo extenderlo al tema de los impuestos a la emisión de dióxido de carbono

Cuadro Nro. 5. Valores de Carbono. Países Seleccionados

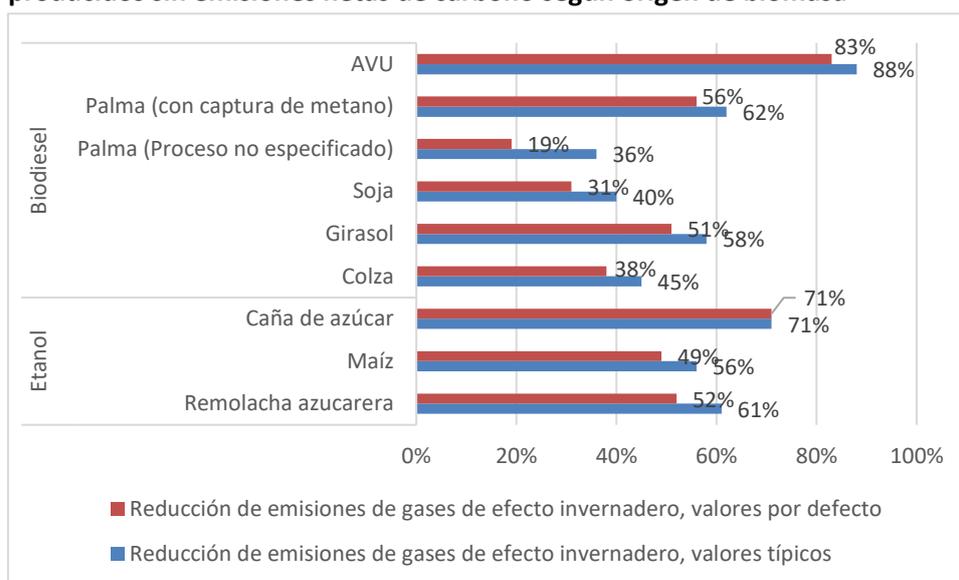


Fuente: Word Bank Group (2020)

El Impuesto al Carbono, representa una oportunidad para diferenciar las ventajas medioambientales de los biocombustibles frente a sus sustitutos fósiles e inducir a su uso masivo (sin demasiadas alteraciones en las cuentas fiscales).

En particular y como otra forma de diferenciar los efectos GEIs, la Unión Europea, ha fijado los valores de ahorro de emisiones, en comparación con los fósiles, para que los biocombustibles se comercialicen. Dichos valores podrían ser útiles para calcular el diferencial de impuesto en Estados miembros (según la composición de la oferta y según el origen de la materia prima).

Cuadro Nro. 6. Valores típicos (1) y valores por defecto (2) para los biocombustibles producidos sin emisiones netas de carbono según origen de biomasa



Nota:(1) El valor típico es la estimación de la reducción de las emisiones representativas de gases de efecto invernadero en un proceso particular de producción de biocarburante. Este valor puede ser utilizado por los Estados Miembros a la hora de calcular la reducción neta de las emisiones de gases de efecto invernadero resultante del uso de biocarburantes que debe incluirse en el informe para la CE sobre los progresos registrados en el fomento y la utilización de la energía procedente de fuentes renovables.

(2) El valor por defecto es el derivado de un valor típico mediante la aplicación de factores predeterminados con el fin de establecer umbrales conservadores en comparación con los procesos de producción normales. Es el que los operadores económicos, en las circunstancias especificadas en la Directiva 28/2009, pueden utilizar en lugar de un valor real.²⁵

Fuente :UE, Directiva 2009/30/CE.

A nivel continental, se destaca el caso de Argentina²⁶ siguiendo esta lógica impositiva; en diciembre de 2017 (ley 27430), creó el Impuesto al Dióxido de Carbono, el cual grava a los combustibles líquidos. En la misma normativa, quedaron desgravados del pago de este los biocombustibles líquidos, reconociendo, de esta manera, sus ventajas medioambientales en cuanto a la emisión de GEIs.

Si bien el Impuesto al Carbono es el mecanismo más extendido, otros países han constituido diferentes estrategias adicionales/concurrentes para enfrentar el tema de las externalidades no contabilizadas en los precios/costos privados de las energías. Se destaca la creación de los Créditos de Descarbonización. En Brasil, en diciembre de 2017, se estableció como una Política Nacional de Biocombustibles y des-carbonización el programa RenovaBio²⁷. El mismo se basa en objetivos anuales de reducción de la intensidad de carbono (gCO₂ / MJ) durante un período

²⁵Para más detalles, ver IDEA: <https://www.idae.es/tecnologias/energias-renovables/uso-termico/biocarburantes>

²⁶El caso se replica en Colombia, país donde recientemente comenzó a aplicarse el impuesto y los biocombustibles quedaron exentos. El impuesto también fue creado en Chile y México y en forma estadual en Canadá.

²⁷ Las metas de RenovaBio incluyen:

1. Contribuir al cumplimiento de los compromisos del país en virtud del Acuerdo de París COP21 bajo la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático;
2. Contribuir a la relación adecuada entre la eficiencia energética y la reducción de emisiones de GEIs en la producción, comercialización y uso de biocombustibles, incluyendo mecanismos de evaluación del ciclo de vida;
3. Promover la adecuada expansión de la producción y uso de biocombustibles en el ámbito nacional matriz energética, enfatizando la continuidad del suministro de combustibles; y
4. Contribuir a la previsibilidad de varios biocombustibles en el mercado nacional de combustibles.

mínimo de diez años. Además, se incorporan Certificados para los biocombustibles en virtud de la reducción de emisiones y Créditos de Descarbonización (CBIO). Es importante destacar que la obligación recae, novedosamente, en la figura del distribuidor, agente de gran relevancia en el mercado del bioetanol en Brasil.

Una década antes, en los Estados Unidos, la *Energy Independence and Security Act of 2007*, - originalmente denominada *Clean Energy Act of 2007*- asignó un papel relevante a los biocombustibles en la descarbonización. Posteriormente a la publicación del acta, la *United States Environmental Protection Agency* (EPA) clasifica a los biocombustibles en virtud de la disminución de emisiones en:

- Combustibles renovables convencionales: reducción de GEI mayor o igual a 20 %.
- Biocombustibles avanzados: reducción de GEI mayor o igual a 50 %.
- Biocombustibles celulósicos: reducción de GEI mayor o igual a 60 %.
- Diésel a partir de biomasa: reducción de GEI mayor o igual a 50 %.

En el paquete de promoción derivado de las externalidades positivas de los biocombustibles, dentro de las cuales se contemplan las ventajas medioambientales, la EPA instituyó los RIN (*Renewable Identification Number*), un certificado comercializable, con un número de identificación para energía renovable, que se materializa en el otorgamiento de un número de serie asignable a un lote de biocombustible. Los productores de biodiésel registrados ante la EPA llegaron a recibir 1,5 RIN por cada tonelada de biodiésel producida, destinada a cumplir mandatos de corte²⁸. El 20 de diciembre de 2019, el Senado aprobó retroactivamente y extendió hasta el año 2022 el biodiesel *tax credit* (BTC), un incentivo equivalente a USD 1 por galón aplicable para el biodiésel que se consume en el país. Los RINs también se instituyeron para el bioetanol, constituyéndose como un mecanismo más que reconoce, entre otras cuestiones, las ventajas medioambientales en término de emisiones de GEIs.

En suma, existe una amplia gama de intervenciones que han ido modelando –según países, tipos de bioenergías, origen de la oferta, etc.– reglas tendientes a estatuir a los biocombustibles en reemplazo de las energías fósiles. En una primera etapa, fueron establecidas taxativamente, impulsada su producción, y favorecido –a través de diversas herramientas– su uso por el consumidor. Con diversas caracterizaciones, un centenar de países estatuyeron los mercados y sentaron las bases para transitar una segunda fase –en curso– hacia una menor protección y la introducción de mayores presiones de la competencia abierta con los combustibles fósiles. Ese pasaje de la “industria infantil” en proceso de aprendizaje a otra de competencia abierta –aun incompleta y con diversos matices– fue paralela a los aprendizajes y ajustes en los modelos de regulación. En paralelo, la presión de precios y restricciones de la oferta de combustibles fósiles como inductores de su reemplazo fue desplazándose hacia consideraciones ambientales como sustento de las políticas promocionales de uso (vía desgravaciones impositivas, entre otras herramientas).

Conclusiones

²⁸ Esos RIN se comercializan en mercados secundarios, lo que contribuye a mejorar la rentabilidad de las empresas.

La irrupción de los biocombustibles en el mercado energético tiene –en casi todos los mercados mundiales– la impronta de una fuerte intervención estatal. A la fecha más de cincuenta países –independientemente de su grado de desarrollo– producen y/o usan combustibles de fuentes renovables. Pero a pesar del incremento tendencial del precio del petróleo desde la década de los años 70 y de los picos registrados hace poco más de una década, fueron las intervenciones estatales las promotoras de la creación de amplios mercados –locales e internacionales– de biocombustibles.

Sus razones se asientan en la imposibilidad de incorporar las externalidades negativas asociadas con los combustibles de origen fósil al sistema de los precios de mercado que guían las decisiones de producción y consumo privado. En idéntica dirección, el sistema de precios privados tampoco incorpora la valorización económica de (eventuales) externalidades positivas derivadas de los biocombustibles (o menores externalidades negativas en comparación con los sustitutos fósiles).

Al tratarse de un tema transversal que incluye desde cuestiones ambientales, energéticas, agrícolas, económicos, de comercio exterior, entre otras, las Autoridades de Aplicación en temas de bioenergía pueden tener uno o varios reguladores gubernamentales relacionados con las temáticas mencionadas -Ministerios de: Energías, Ambiente, Economía, Agricultura, etc.-.

Establecer el mercado de los biocombustibles fue inicialmente el resultado de la temprana respuesta privada –productores y consumidores– a un conjunto estímulos surgidos de diferentes intervenciones estatales. Este conjunto de intervenciones fue en algunos casos inductivo, alterando precios relativos, y/o coercitivo, estableciendo usos mandatorios. Adicionalmente, se van estableciendo –en un proceso sujeto a constante revisión– las normas técnicas de productos y procesos de producción, comercialización, distribución y utilización de los biocombustibles.

Las políticas utilizadas abarcan cuatro tipologías de herramientas: i) reservas de mercado y uso –cortes/mezclas mandatorios; restricciones de acceso promocional de oferentes de combustibles fósiles, control de importaciones, entre otros para estatuir pisos de consumo y producción; ii) sistemas de precios controlados –garantizando rentabilidades, considerando orígenes diferenciales de la biomasa, etc. a fin de equilibrar grados de competencia con los ya establecidos productos de origen fósil; iii) mecanismos tributarios y financieros diferenciales –desgravaciones sobre los flujos de producción y/o sobre las inversiones en activos fijos, impuestos al CO₂, bonos de captura de carbono, etc. para subsanar distorsiones asociadas con externalidades; iv) normas técnicas –definiciones de los biocombustibles, poder calórico, contenidos de impurezas, etc.–a fin de objetivar la unidad de transacción a intercambiar.

Cada sociedad en función de sus objetivos/balances sociales/balances ambientales y de sus intereses –como consumidores y/o como productores– utilizó una mezcla particular de este conjunto de herramientas y casi dos décadas más tarde (a excepción de unos pocos países de larga data en la materia), estatuyó un mercado de biocombustibles complementario al de las energías fósiles. En varios países los rasgos específicos de estas actividades –generación de varios subproductos derivados del cracking de la biomasa y sus tecnologías asociada– fueron

dando lugar a un complejo industrial de los biocombustibles que rebasa los ámbitos energéticos.

Contemporáneamente –y ahora en el marco de previsible cambios de magnitud asociados con el COVID19– y habiéndose establecido el mercado, se transita una etapa de transición hacia esquemas de competencia más abierta con las energías de origen fósil. Cabe recordar – en un extremo del nuevo escenario– los cambios estructurales que derivan de la irrupción del *shale gas* y *shale oil* y de la maduración de sus tecnologías de soporte y –en el otro extremo– las crecientes restricciones ambientales (a uso y producción de energías fósiles).

Las transiciones se verifican en todos los planos de intervención gubernamental. Los mandatos de cortes tienden a incrementarse y/o reemplazarse por otros instrumentos dando por sentado cierta maduración del mercado; los sistemas de precios controlados derivan hacia esquemas de mayor competencia –con escalas intermedias de licitaciones por cupos–, a la vez que los tributos como instrumentos viran desde los tratamientos diferenciales de impuestos genéricos (según renovables y/o fósiles) a otros específicos asociados con la remediación de externalidades negativas –emisión de CO₂, captura de carbono–. Concurrentemente, también el sector público evolucionó en su institucionalidad –desde su focalización inicial en áreas de ciencia y tecnología y ambiente a coordinaciones intra-gubernamentales con rango de políticas de estado y mayor involucramiento de las instancias económicas y productivas– hasta su jurisdicción –incorporando más plenamente a las agencias regulatorias, los gobiernos regionales y municipales–.

Se trata de un modelo de co-evolución entre las capacidades productivas y de consumo privado, el sendero de aprendizaje tecnológico conjunto y de las diversas regulaciones estatales en la construcción de un mercado que –más allá de eventuales vicisitudes de corto plazo– ha generado relevantes activos fijos –con altos costos de salida– y rutinas operativas que le otorgan estabilidad de funcionamiento a futuro.

Bibliografía

ANP 2020: Página web <http://www.anp.gov.br/biocombustiveis> (Fecha de consulta 31/08/2020)

Bianchi, P. (1995). Construir el mercado. Revista Asturiana de Economía. RAE Nro. 4. España, 1995.

FAO, 2013. Biofuels and food security. A report by the High-Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition, Disponible en: www.fao.org/fileadmin/user_upload/hlpe/hlpe_documents/HLPE_Reports/HLPE-Report-5_Biofuels_and_food_security.pdf

Hotelling, H. (1931): The Economics of Exhaustible Resources. *Journal of Political Economy*, Vol. 39, Nº 2, pp. 137-175.

Parry I., Heine D., Lis E. and Li S. (2014). Getting energy prices right. From Principle to Practice. IMF https://www.elibrary.imf.org/doc/IMF071/21171-9781484388570/21171-9781484388570/Other_formats/Source_PDF/21171-9781498309035.pdf

IICA(Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, Costa Rica). 2020 a. Atlas mundial de los biocombustibles. Torroba, A. San José, Costa Rica (Working paper).

IICA(Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, Costa Rica). 2020b. Los biocombustibles líquidos en las Américas: Situación actual y potencial de desarrollo. Torroba, A. San José, Costa Rica. Disponible en: <https://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/9975/BVE20058034e.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

IICA(Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, Costa Rica). 2020c. La energía y los vasos comunicantes con la agricultura: los biocombustibles. Torroba, A. San José, Costa Rica. Disponible en: <https://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/9718/BVE20057868e.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Lattera, P., Jobbagy E. y Paruelo J. (2011). Valoración de servicios ecosistémicos. Conceptos, herramientas y aplicaciones para el ordenamiento territorial. INTA Buenos Aires. <https://inta.gob.ar/documentos/valoracion-de-servicios-ecosistemicos.-conceptos-herramientas-y-aplicaciones-para-el-ordenamiento-territorial>

List, F. 1841. The National System of Political Economy. Edición de 1909: Londres, Reino Unido, Longman, Green, and Co.

Malerba, F. y Orsenigo, L. (1996) Los patrones schumpeterianos de innovación son específicos de la tecnología. *Research Policy*, Volumen 25, Número 3, Mayo de 1996, páginas 451-478

MINEM 2020: Página web <https://www.minem.gob.ar/www/833/25897/proyectos-adjudicados-del-programa-renovar> (Fecha de consulta 31/08/2020)

Montamat, D. y Torroba, A. (2020). La renta del petróleo en la Argentina (Libro inédito). EUDEBA.

Nelson, R. (1994). "The Co-evolution of Technology, Industrial Structure, and Supporting Institutions". *Industrial and Corporate Change*, Volume 3, Issue 1, 1994, Pages 47–63.

Oliveira G. McKay B. and Plank C. (2017). How biofuel policies backfire: Misguided goals, inefficient mechanisms, and political-ecological blind spots. *Energy Policy* 108 (2017) 765–775

Pérez, C. (2010). "Technological revolutions and techno-economic paradigms". *Cambridge Journal of Economics*, Vol. 34, No.1, pp. 185-202

Schumpeter, J. (1934). *Capitalismo, Socialismo y Democracia*. UK, 1934

Stiglitz, J. (1988). *La economía del sector público*. Antoni Bosch Editor, España, 1988

Torroba, A. (2019). *Evolución de la renta hidrocarburífera en Argentina 1993-2018: impactos en la cadena de valor*. Tesis de maestría, UBA-CEARE. Disponible en: <https://www.ceare.org/tesis/2019/tes45.pdf>

Unión Europea: Directiva 2009/30/CE.

World Bank Group (2017): *Reporte de la Comisión de Alto Nivel sobre los Precios del Carbono*.

World Bank Group (2017): *State and Trends of Carbon Pricing 2017*.

World Bank Group (2020): https://carbonpricingdashboard.worldbank.org/map_data. (Fecha de consulta 31/08/2020).