

# Estrategias, políticas e instrumentos para la innovación verde en América Latina

Hernán Braude  
Victoria Castro  
Florenia Fiorentin



NACIONES UNIDAS

CEPAL



años

Trabajando por  
un futuro productivo,  
inclusivo y sostenible



DESARROLLO en transición



Instrumento regional  
de la Unión Europea para  
América Latina y el Caribe

# Gracias por su interés en esta publicación de la CEPAL



Si desea recibir información oportuna sobre nuestros productos editoriales y actividades, le invitamos a registrarse. Podrá definir sus áreas de interés y acceder a nuestros productos en otros formatos.

**Deseo registrarme**



NACIONES UNIDAS



[www.cepal.org/es/publications](http://www.cepal.org/es/publications)



[www.instagram.com/publicacionesdelacepal](https://www.instagram.com/publicacionesdelacepal)



[www.facebook.com/publicacionesdelacepal](https://www.facebook.com/publicacionesdelacepal)



[www.issuu.com/publicacionescepal/stacks](http://www.issuu.com/publicacionescepal/stacks)



[www.cepal.org/es/publicaciones/apps](http://www.cepal.org/es/publicaciones/apps)

# Estrategias, políticas e instrumentos para la innovación verde en América Latina

Hernán Braude  
Victoria Castro  
Florencia Fiorentin



NACIONES UNIDAS

CEPAL



DESARROLLO en transición



Instrumento regional  
de la Unión Europea para  
América Latina y el Caribe

Esta publicación fue elaborada por Hernán Braude, Victoria Castro y Florencia Fiorentin, Consultores de la División de Desarrollo Productivo y Empresarial de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), bajo la supervisión de Sebastián Rovira, Oficial de Asuntos Económicos a cargo de la Unidad de Innovación y Nuevas Tecnologías, y Andrea Laplane, Oficial de Asuntos Económicos, ambos de la misma División.

Este documento se realizó en el marco del Mecanismo Regional para el Desarrollo en Transición, financiado por la Unión Europea.

Las Naciones Unidas y los países que representan no son responsables por el contenido de vínculos a sitios web externos incluidos en esta publicación.

No deberá entenderse que existe adhesión de las Naciones Unidas o los países que representan a empresas, productos o servicios comerciales mencionados en esta publicación.

Ni la Unión Europea ni ninguna persona que actúe en su nombre es responsable del uso que pueda hacerse de la información contenida en esta publicación. Los puntos de vista expresados en este estudio son de los autores y no reflejan necesariamente los puntos de vista de la Unión Europea.

Las opiniones expresadas en este documento, que no ha sido sometido a revisión editorial, son de exclusiva responsabilidad de los autores y pueden no coincidir con las de las Naciones Unidas o las de los países que representan.

Publicación de las Naciones Unidas  
LC/TS.2023/177  
Distribución: L  
Copyright © Naciones Unidas, 2024  
Todos los derechos reservados  
Impreso en Naciones Unidas, Santiago  
S.23-00990

Esta publicación debe citarse como: H. Braude, V. Castro y F. Fiorentin, "Estrategias, políticas e instrumentos para la innovación verde en América Latina", *Documentos de Proyectos (LC/TS.2023/177)*, Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2024.

La autorización para reproducir total o parcialmente esta obra debe solicitarse a la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), División de Documentos y Publicaciones, publicaciones.cepal@un.org. Los Estados Miembros de las Naciones Unidas y sus instituciones gubernamentales pueden reproducir esta obra sin autorización previa. Solo se les solicita que mencionen la fuente e informen a la CEPAL de tal reproducción.

## Índice

|  |    |
|--|----|
| <b>Introducción</b> .....  | 5  |
| <b>I. Políticas de innovación verde</b> .....                                      | 9  |
| A. Definiciones y alcance .....  | 9  |
| B. Definición del proceso de innovación .....                                      | 10 |
| C. Fundamentos y finalidades de la intervención .....                              | 11 |
| D. Modos de Intervención .....   | 13 |
| <b>II. Estrategias latinoamericanas para la transformación verde</b> .....         | 17 |
| A. Estrategias sectoriales .....   | 17 |
| 1. Estrategias sectoriales parciales .....   | 19 |
| 2. Estrategias sectoriales integrales .....  | 21 |
| B. Estrategias alternativas .....  | 23 |
| <b>III. Modos de intervención en América Latina</b> .....                          | 27 |
| A. Propósito "Sustitución" .....   | 27 |
| 1. Transición energética .....   | 27 |
| B. Propósito "Eficiencia" .....  | 38 |
| 1. Eficiencia energética .....   | 38 |
| 2. Eficiencia en el uso de otros recursos .....                                    | 40 |
| <b>IV. Gobernanza de las políticas de innovación verde en América Latina</b> ..... | 43 |
| A. Liderazgos ministeriales .....  | 43 |
| B. Articulación público-público y público-privado .....                            | 44 |
| C. El rol de los organismos internacionales y la cooperación internacional .....   | 47 |
| <b>V. Conclusiones y recomendaciones</b> .....                                     | 49 |
| <b>Bibliografía</b> .....  | 53 |

**Recuadros**

|             |   |    |
|-------------|---|----|
| Recuadro 1  | Estrategias sectoriales en otros países de desarrollo: energía.....           | 19 |
| Recuadro 2  | Estrategias integrales en el mundo.....                                       | 22 |
| Recuadro 3  | Estrategias circulares en el mundo.....                                       | 24 |
| Recuadro 4  | Innovaciones normativas para biocombustibles.....                             | 29 |
| Recuadro 5  | La estrategia tecnológica para la captura del carbono .....                   | 30 |
| Recuadro 6  | Iniciativas para el hidrógeno verde en el mundo .....                         | 32 |
| Recuadro 7  | Movilidad aérea sustentable .....   | 34 |
| Recuadro 8  | Sustitución de insumos y materiales para una industria más sustentable.....   | 35 |
| Recuadro 9  | Alternativas no biológicas para la transformación verde del agro .....        | 37 |
| Recuadro 10 | Alternativas circulares para la captura del metano.....                       | 38 |
| Recuadro 11 | Intervenciones con lógicas circulares en el mundo.....                        | 41 |
| Recuadro 12 | Acciones para reducir el uso del plástico .....                               | 42 |
| Recuadro 13 | Agencias para la innovación verde en el mundo.....                            | 45 |
| Recuadro 14 | Empresas públicas en nuevas estrategias de aprovisionamiento de energía ..... | 46 |

**Diagramas**

|            |   |    |
|------------|---|----|
| Diagrama 1 | Proceso de innovación.....  | 10 |
| Diagrama 2 | Fundamentos de la intervención.....                               | 12 |
| Diagrama 3 | Finalidad de la intervención .....                                | 13 |
| Diagrama 4 | Modos de intervención .....                                       | 14 |
| Diagrama 5 | Estrategias sectoriales mundiales.....                            | 18 |
| Diagrama 6 | Estrategias sectoriales de América Latina y el Caribe .....       | 18 |
| Diagrama 7 | Innovación verde en América Latina y el Caribe .....              | 50 |
| Diagrama 8 | Políticas de innovación verde en América Latina y el Caribe ..... | 51 |

## Introducción

La necesidad de establecer medidas tendientes a combatir el cambio climático a nivel global fue plasmada, por primera vez, en lo que se conoció como el “Objetivo Toronto”. Este fue el puntapié inicial para que en 1997 la Organización de Naciones Unidas (ONU) preparara la Tercera Convención Marco sobre Cambio Climático (COP3), añadiendo a la misma un instrumento que ponía en práctica lo acordado. Dicho instrumento, conocido como el Protocolo de Kioto (PK), se constituyó en un acuerdo internacional que comprometía a los países industrializados firmantes a reducir al menos en un 5% las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) entre 2008-2012, en comparación con las emisiones de 1990.

El Protocolo de Kioto tuvo dos períodos (2008-2012 y 2013-2020) y fue asumido por 70 países que acordaron reducir o limitar sus emisiones GEI. No obstante, debido a la naturaleza del acuerdo —determinación externa de una meta interna— EEUU nunca ratificó el protocolo, Canadá se retiró antes de cumplimentar el primer período y Rusia y Japón no participaron del segundo período. Para alcanzar sus objetivos, el PK planteaba que los gobiernos suscribientes establecieran leyes y políticas nacionales que facilitaran el incremento de la eficiencia energética, formas de producción agrícola más sostenibles, desarrollo de fuentes de energías renovables, entre otras. También el fomento a la creación del mercado del carbono, a fin de que las empresas tengan en cuenta el impacto ambiental de sus procesos al tomar decisiones de inversión.

La conformación de una agenda operativa de políticas para obtener avances concretos y medibles en la interacción de la economía y el medio ambiente tendió a organizarse bajo el concepto de crecimiento verde o de economía verde, en torno al cual organismos de Naciones Unidas o la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) comenzaron a desplegar estrategias y hojas de ruta que detallaban las vías para encaminar los cambios necesarios. En ese marco, desde Naciones Unidas se impulsaron a nivel global dos iniciativas que abordan la problemática de la sustentabilidad y, en particular, del cambio climático a mediano y largo plazo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible y el Acuerdo de París (AP). El objetivo principal es reducir considerablemente las emisiones globales de gases de efecto invernadero y limitar el aumento de la temperatura, introduciendo para ello la noción de la “transición verde”.

Desde 2020, el Protocolo de Kioto fue sustituido por el Acuerdo de París como principal régimen de acción frente al cambio climático a nivel internacional. A diferencia del PK, el régimen establecido por el AP se extiende también a los países en desarrollo y delega en los estados la responsabilidad de elaborar sus compromisos de reducción de emisiones con base en sus circunstancias, a través de las denominadas contribuciones determinadas a nivel nacional (NDC). El acuerdo reconoce las necesidades y contextos particulares de los países en desarrollo, y en función de ello establece un enfoque de cooperación en materia de mitigación, adaptación, financiamiento, transferencia de tecnología y fomento de capacidades. Así, los países desarrollados deben proporcionar recursos financieros a los países en desarrollo para la adopción de medidas de adaptación y mitigación con metas en millones de dólares establecidas cada 5 años desde 2015. En este marco, grandes emisores como China e India que no contaban con metas de reducción cuantificada en el PK, establecen estrategias de reducción en el marco del AP.

Luego del segundo período del PK, pueden evidenciarse algunos resultados en términos de leyes y políticas establecidas por los gobiernos suscribientes, la sensibilización del sector empresarial y la creación del mercado del carbono, herramienta central para inducir la reducción de las GEI. Además, los indicadores de la OCDE<sup>1</sup> utilizados como referencia para dar seguimiento al avance hacia el crecimiento verde, reflejaron un aumento en el indicador denominado “productividad ambiental y de los recursos”, entendida como una relación entre los niveles de producción y los recursos naturales y servicios del medio ambiente insumidos para obtenerlos.

Tanto la Agenda 2030 como el Acuerdo de París incorporan referencias explícitas a la búsqueda de soluciones de tecnología ecológica y a la innovación como estrategia para promover el crecimiento económico y el desarrollo sostenible. En particular, el AP reconoce que para “dar una respuesta mundial eficaz y a largo plazo al cambio climático y promover el crecimiento económico y el desarrollo sostenible” —es decir para iniciar la transición verde—, “es indispensable posibilitar, alentar y acelerar la innovación”. Es, en ese contexto, en el que comienza a agregarse una nueva dimensión a las políticas de innovación: la cuestión de la sustentabilidad.

La agenda verde se inserta entonces en América Latina y el Caribe a partir de los acuerdos globales vinculantes, y se refleja en el establecimiento de metas de mediano y largo plazo relacionadas con la descarbonización. Según datos de la CEPAL, América Latina y el Caribe explicaba en 2019 el 6,7% de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) a nivel global, y ha aumentado las emisiones desde 1990 hasta la actualidad en un 8,7%. Con un pico máximo de 5,5 toneladas de dióxido de carbono por habitante en 2010. Las emisiones de CO<sub>2</sub> fósil han seguido una tendencia decreciente durante las dos últimas décadas, y en 2021 se situaron un 27,4% por debajo del nivel de 1990. Para los países de América Latina y el Caribe que forman parte de este estudio, se observa una disminución de emisiones en 2021 respecto de los valores observados en 2010 para la mayoría de los casos, sin embargo desde una perspectiva de largo plazo, todos los países analizados han aumentados sus emisiones entre 1990 y 2021. Ahora bien, aún cuando la contribución de la región a la emisión de GEI es considerablemente más baja que la de los países desarrollados y considerablemente inferior a su peso en la población mundial, en las últimas décadas no ha quedado al margen de los efectos provocados por el cambio climático. De hecho, el número de eventos naturales y desastres vinculados con el calentamiento global ha aumentado en la región de 34 en 1990 a 66 en 2019, con un pico máximo de

---

<sup>1</sup> Los indicadores de crecimiento verde de la OCDE se agrupan en torno a cuatro objetivos: establecer una economía con emisiones bajas de carbono y con eficiencia de recursos; mantener la base de activos naturales; mejorar la calidad de vida de las personas, y emprender acciones de políticas públicas adecuadas junto con concretar las oportunidades económicas que supone el crecimiento verde. Cinco indicadores principales están destinados a atender los aspectos centrales del crecimiento verde de forma equilibrada: productividad de carbono y materiales, productividad multifactorial ajustada al medio ambiente, un índice de recursos naturales, cambios en el uso y la cobertura del suelo, y exposición de la población a la contaminación atmosférica.



77 en 2010. Esto implicó que los costos asociados a estos desastres se multipliquen 13,7 veces entre esos años (en dólares corrientes), y que pasen de explicar el 0,02% del PIB al 0,07% (CEPAL, 2021).

En el marco de la pandemia de COVID-19 y sus efectos socioeconómicos, los países debieron presentar las primeras Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (CDN), con metas específicas de adaptación y mitigación en función de sus circunstancias nacionales. En este sentido, la posibilidad de transformar el desafío de la sustentabilidad en un nuevo tractor para la innovación no escapa a la tendencia al *path dependence*, entendido no sólo en términos sectoriales sino, por sobre todas las cosas, en relación al grado de desarrollo de los sistemas de innovación.

Con relación al primer aspecto, el sector energético ocupa, como a nivel global, un lugar protagónico en la región: en el 2018 explicaba el 55,3% de las emisiones de GEI, seguido por agricultura, que alcanzaba el 32,2% y procesos industriales y desechos, que concentraban el 13%<sup>2</sup>. Las emisiones GEI en la región provienen entonces mayoritariamente del uso de combustibles fósiles para la generación de energía y el transporte, del uso de fertilizantes artificiales y de los procesos de digestión del ganado, así como de procesos de deforestación producto del uso de la tierra para la agricultura (BID, 2022). De allí que, como veremos a lo largo del documento, existe un foco particular de las políticas regionales para con esos sectores.

En cuanto al grado de desarrollo de los sistemas de innovación, se constata que la participación de la región en materia de patentes sobre tecnologías verdes a nivel global sigue manteniendo valores bajos (1,2% en 2019) y, además, con un perfil de especialización en tecnologías que ya ingresaron en una fase de maduración, como ser las tecnologías para la recuperación de grasas y derivados, la fabricación de fertilizantes mediante residuos o el tratamiento de residuos sólidos (CEP XXI, 2022). De allí que los países latinoamericanos (Argentina, Brasil y México) contemplados en el Índice Mundial de Innovación en Tecnologías Limpias se ubiquen todos en el último cuartil del ranking. Esto se alinea con una tendencia más general sobre la forma de inserción de los países en desarrollo: según datos publicados por la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo (UNCTAD), la cuota de los países en desarrollo en las exportaciones mundiales de las tecnologías fronterizas<sup>3</sup> esenciales para la transición verde cayó del 48% a menos del 33% entre 2018 y 2021.

En este marco, los países latinoamericanos han venido estableciendo estrategias y políticas de innovación propias, con el objetivo de transicionar hacia modelos de desarrollo productivo más sustentables. Y es al análisis de esas experiencias a lo que este trabajo se aboca. Entendiendo que dichas políticas involucran cualquier mecanismo público que afecte los procesos de innovación (Borrás & Edquist, 2013). Y que la política de innovación verde refiere a aquellos mecanismos públicos que inducen la generación de nuevos procesos y/o productos que no adicionen costos para el ambiente, o que permitan mitigar los efectos ya generados (por ejemplo, capturar dióxido de carbono).

El documento se organiza en seis apartados. Luego de esta introducción, se utiliza la técnica de revisión bibliográfica para recorrer los diferentes marcos teórico-conceptuales elaborados para estudiar la política de innovación verde, y se presenta una propuesta metodológica para estructurar el relevamiento y análisis de las estrategias y políticas implementadas por los países, considerando los marcos reseñados, pero incorporando además otras variables analíticas. Las secciones subsiguientes presentan los resultados cualitativos de ese relevamiento, intercalando las experiencias

---

<sup>2</sup> Estos valores incluyen a los sectores agricultura, desechos, energía y procesos industriales, y excluyen cambio de uso de suelo y silvicultura.

<sup>3</sup> La UNCTAD identifica 17 tecnologías fronterizas: el internet de las cosas (IoT), energía solar concentrada, Blockchain, nanotecnología, bigdata, tecnología 5G, biocombustibles, vehículos eléctricos, edición génica, robótica, tecnología de drones, impresión 3D, energía eólica, biogás y biomasa, hidrógeno verde, energía fotovoltaica e inteligencia artificial, que serán esenciales para la transición de tecnología verde, según los datos publicados por la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo (UNCTAD, 2023).

latinoamericanas con referencias a iniciativas llevadas adelante en otras partes del mundo. Para ello se realizó el mapeo para 7 países de América Latina y el Caribe (Argentina, Brasil, Chile, Uruguay, México, Colombia y Costa Rica), a través del acceso a las páginas web de los distintos ministerios, focalizando en las carteras de medio ambiente, energía, industria, agricultura, ciencia y tecnología, transporte, economía y turismo; y, a partir de la información recolectada, se confeccionó una base de contactos que derivó en la realización de entrevistas con funcionarios/as de los respectivos gobiernos. Fuera de la región, la exploración también se efectuó a través de la web, pero mediante un panel orientador de palabras claves y para una muestra no exhaustiva de países, procurando lograr diversidad territorial y la integración de aquellos que muestran los mejores resultados en una serie de indicadores tales como los Índice de Eco-innovación de la Agencia Ambiental Europa y el Foro de países de Asia y Europa, o el Índice Mundial de Innovación en Tecnologías Limpias. El último apartado brinda una serie de reflexiones finales e incluye algunas recomendaciones de carácter general para las y los planificadores y diseñadores de políticas de la región.

# I. Políticas de innovación verde

## A. Definiciones y alcance

La literatura especializada presenta ya desde hace tiempo un consenso generalizado sobre la relevancia de la generación de procesos de innovación como medio para alcanzar el crecimiento y el desarrollo económico, y sobre la importancia de la intervención pública para promover el cambio tecnológico y la innovación. Pero la necesidad de ofrecer un marco conceptual que permita incluir en el análisis los efectos y posibles mitigaciones medioambientales que puede promover el cambio tecnológico ha inducido más recientemente a nuevos estudios y conceptualizaciones (Diercks et al., 2019; Kastrinos & Weber, 2020; Zheng & Cai, 2022, entre otros).

En este sentido, aunque no existe una única definición para la innovación verde, y tampoco una única manera de nominarla (también se la nombra como eco innovación, innovación ambiental, sostenible, entre otros), se la suele asociar con aquellas mejoras y/o novedades en términos de productos y procesos, formas de comercialización y organización que permiten disminuir los efectos nocivos sobre el medioambiente —en comparación con los métodos previos—, o bien mitigar los daños que ya se han generado (Dutz et al., 2014; Grazzi et al., 2019; Rovira et al., 2017; Veugelers, 2012). Ahora bien, de un modo contrario a la definición tradicional, la incorporación de la dimensión verde en el análisis de la innovación implica que ya no se trata tan sólo de contribuir al incremento de la rentabilidad privada (comúnmente definida como cuasi-rentas schumpeterianas), sino que también ello se logre sin causar efectos ambientales negativos o, incluso, generando impactos positivos (por ejemplo, mediante la reutilización de residuos, la captura de dióxido de carbono, mayor eficiencia en el uso de recursos, etc.). Además, se tiende a ampliar el espectro de análisis para incorporar el ciclo de vida ambiental (Grazzi et al., 2019), asimilando así un enfoque de cadena que contemple también los recursos que se demandan para materializar esa innovación y sus implicancias en términos de la disposición final del producto.

Ahora bien, más allá de estos comunes aspectos generales, las corrientes de pensamiento difieren en torno a cómo conciben los procesos de innovación y, por consiguiente, sobre los fundamentos y la finalidad de la política de innovación. Así como respecto a las formas de intervención,

que es lo que resulta más relevante para este trabajo. En las siguientes secciones nos dedicaremos entonces a presentar este debate teórico, teniendo en cuenta esos puntos de comparación y la incorporación de la agenda verde en los enfoques.

## B. Definición del proceso de innovación

El diagrama 1 a continuación presenta los principales enfoques teóricos dedicados al análisis de los procesos de innovación y de la política que interviene sobre ellos. Nos referimos a: fallas de mercado, problemas sistémicos, orientación por misión y cambio transformacional. Como se puede observar en el diagrama, mientras el primero de los enfoques propone una mirada lineal de los procesos de innovación, el resto coincide en que se trata de un proceso de carácter sistémico. Así, desde la mirada de fallas de mercado, la innovación puede desagregarse en una serie de etapas sucesivas vinculadas con la generación de conocimiento, desarrollo tecnológico (ambas mediante la realización de actividades de investigación y desarrollo) y, finalmente, la comercialización y difusión (en el marco de relaciones de mercado). De esta manera, sostiene que la innovación resulta de la generación de nuevo conocimiento codificable (Arrow, 1962; R. R. Nelson, 1959).



Fuente: Elaboración propia.

Los otros enfoques, en cambio, proponen una visión histórica de las tecnologías, que resultan de la interacción entre diversidad de actores/as e instituciones, y cuyo desarrollo se apoya —u obstaculiza— por las condiciones del entorno. Así, sostienen que el desarrollo de innovaciones resulta de la previa construcción de capacidades de las empresas, de la información disponible, de sus vinculaciones con otros agentes del sistema de innovación en el que éstas se encuentran, de las características de los procesos de competencia, entre otras cuestiones (Chaminade & Edquist, 2010; Edler & Fagerberg, 2017; Lee, 2013; Metcalfe, 2005). El proceso de innovación, entonces, no necesariamente inicia con el desarrollo de conocimiento, o de una invención, sino que puede ocurrir de manera emergente, e incluso

no deliberada, a partir de la interacción entre las empresas y otros agentes del sistema de innovación, o del propio funcionamiento de la empresa (conocido en la literatura como haciendo, usando e interactuando (Jensen et al., 2007)). De esta manera, no existe un único sendero posible para el desarrollo de procesos de innovación, así como no se basa exclusivamente en un proceso lineal de etapas específicas, sino que es dinámico, iterativo, interactivo, dependiente del sendero y acumulativo (Dodgson, 2017; Mintzberg & Waters, 1985; R. Nelson, 1991; R. Nelson & Winter, 1982; Winter, 2000).

Ahora bien, más allá de sus similitudes, los enfoques sistémicos proponen algunas particularidades conceptuales. El enfoque de problemas sistémicos se centra en identificar los elementos de la firma y del entorno que le permiten llevar a cabo procesos de innovación, teniendo siempre en cuenta que, para las empresas, el objetivo de la innovación es la generación de rentas extraordinarias. El enfoque de orientación por misión comparte el énfasis en las cuasi-rentas extraordinarias como motorizadoras de los esfuerzos de innovación de las firmas, pero en cambio asignan al Estado un rol preponderante en la tracción de los procesos de cambio tecnológico más radicales, a partir de la identificación, formulación y priorización de demandas sociales y/o económicas que orientan el desarrollo tecnológico (Kattel & Mazzucato, 2018; Mazzucato, 2013, 2018c, 2018a).

El enfoque de cambio transformacional es algo incipiente en la materia, y, además de proveer una lectura sistémica de los procesos de innovación, establece que deben ser de carácter experimental. Por un lado, esta mirada pone particular atención sobre los efectos negativos que pueden los procesos de innovación sobre el entorno, como consecuencia de características propias de los sistemas (Alkemade et al., 2011; Fagerberg, 2018; Schot & Steinmueller, 2018; Weber & Rohracher, 2012), distinguiéndose de los otros enfoques, que pueden contemplar como innovación a desarrollos que pueden atentar contra el uso eficiente de recursos o generar distintos tipos de contaminación, entre otros efectos medioambientales y sociales que pueden ser muy difíciles de revertir (Diercks et al., 2019; Ghosh et al., 2021; Kastrinos & Weber, 2020; Molas-Gallart et al., 2021; Steward, 2012). Por el otro, plantea que no existe un único sendero posible para el desarrollo tecnológico que conduzca a innovaciones deseadas, y que, por lo tanto, estos deben desarrollarse primero a menor escala, hasta conocerse todos los efectos que tienen sobre su entorno.

El énfasis particular sobre el carácter experimental de la innovación ya estaba presente en los otros enfoques sistémicos, pero en el transformacional es central (Molas-Gallart et al., 2021). Existe una vinculación constante entre las empresas y el resto de los agentes de la sociedad, porque la innovación resulta de un proceso colectivo, en el sentido de que la demanda no solo plantea una necesidad, sino que interactúa y coproduce la innovación. Si bien esto es contemplado en la mirada de problemas sistémicos, en ese caso la interacción es fundamental para la generación de procesos de aprendizaje y desarrollo de capacidades en las empresas, mientras que el enfoque de cambio transformacional se agrega el requisito de que la innovación atienda las necesidades de la sociedad civil, ya sea usuaria o no de las tecnologías desarrolladas (Schot y Steinmueller 2018).

### **C. Fundamentos y finalidades de la intervención**

Dada la relevancia de la innovación, ya sea para la generación de cuasi-rentas y/o para mejoras en un sentido social, todos los marcos conceptuales proponen promoverla desde la política pública. Pero cada uno se sustenta en distintos fundamentos y finalidades para esa intervención, que resultan en gran parte de la definición del proceso de innovación que adoptan. El diagrama 2 a continuación sintetiza los fundamentos de los distintos marcos aquí analizados.



Fuente: Elaboración propia.

El enfoque de fallas de mercado asume que la intervención pública debe llevarse a cabo cuando el mercado no logra optimizar la asignación privada de recursos. En este caso, existen fallas de mercado que desincentivan la inversión privada. Estas fallas pueden incluir cuestiones de apropiabilidad, por la fácil imitación; incertidumbre, principalmente en la etapa de I+D; y de indivisibilidad. Esto resulta en la subinversión en actividades de innovación por parte de las empresas y, por lo tanto, en una falta de convergencia entre el óptimo privado y el social (Arrow, 1962; R. R. Nelson, 1959). Cuando se trata de innovación verde, aparecen fallas de mercado adicionales (Carraro et al., 2010; Dutz et al., 2014), principalmente el fenómeno de la “doble externalidad”: de conocimiento y ambiental. Esto justifica la intervención estatal, en tanto supone nuevamente la falta de convergencia entre el óptimo privado y el social, en la medida que se generan costos sociales adicionales que no son tenidos en cuenta en los precios de mercado. En este caso, la finalidad de la intervención no se limita a resolver las fallas de apropiabilidad o incertidumbre, sino que, además, debe desincentivar el desarrollo y adopción de tecnologías que no sean amigables con el medioambiente, y promover las que sí lo sean.

En el caso de los enfoques sistémicos, la intervención no solo se justifica por la existencia de fallas de mercado, sino también por otros factores tales como la falta de conocimiento por parte de la empresa respecto de la posibilidad de desarrollo de una tecnología; de sus capacidades tecnológicas o para vincularse con otros actores del sistema; o de las limitaciones para entender la demanda, entre otras (Edler & Fagerberg, 2017; Lee, 2013; Metcalfe, 2005; Chaminade & Edquist, 2010). Ahora bien, cuando se trata del desarrollo de innovación verde, los tipos de problemas que afectan los procesos de innovación de las empresas no cambian, pero remiten a dicha especificidad (Borrás & Edquist, 2013; Chaminade & Edquist, 2010; Dutrénit & Sutz, 2014), como ser la falta de conocimiento sobre normas y reglamentos ambientales o bien sobre los efectos perjudiciales que pueden tener ciertas tecnologías sobre el ambiente. De esta manera, y como se observa en el diagrama 3, la finalidad de la intervención trasciende entonces la resolución de las fallas de mercado, para incorporar la búsqueda del fortalecimiento sistémico, por medio de la generación de información, la articulación de los distintos actores y la provisión de infraestructura adecuada para el desarrollo y difusión de las nuevas tecnologías, entre otras dimensiones que hacen a los procesos de innovación.

Diagrama 3  
Finalidad de la intervención



Fuente: Elaboración propia.

En el enfoque de orientación por misión, el fundamento para la intervención radica en la necesidad de formular y priorizar demandas sociales que sirvan para canalizar recursos significativos destinados a orientar los esfuerzos de innovación, entre las que hoy se destacaría la mitigación del cambio climático (Kattel & Mazzucato, 2018; Mazzucato, 2013, 2018c, 2018a). Como consecuencia, la finalidad de la política pública es inducir innovaciones que permitan resolver los retos definidos. En ese sentido, la noción de "problemas nacionales" que, de manera reciente y, fundamentalmente, desde Latinoamérica, se ha incorporado a los enfoques de problemas sistémicos, tiende a confluir con esta perspectiva. Aunque los "problemas nacionales" tendrían una perspectiva más abierta y menos específica que las misiones.

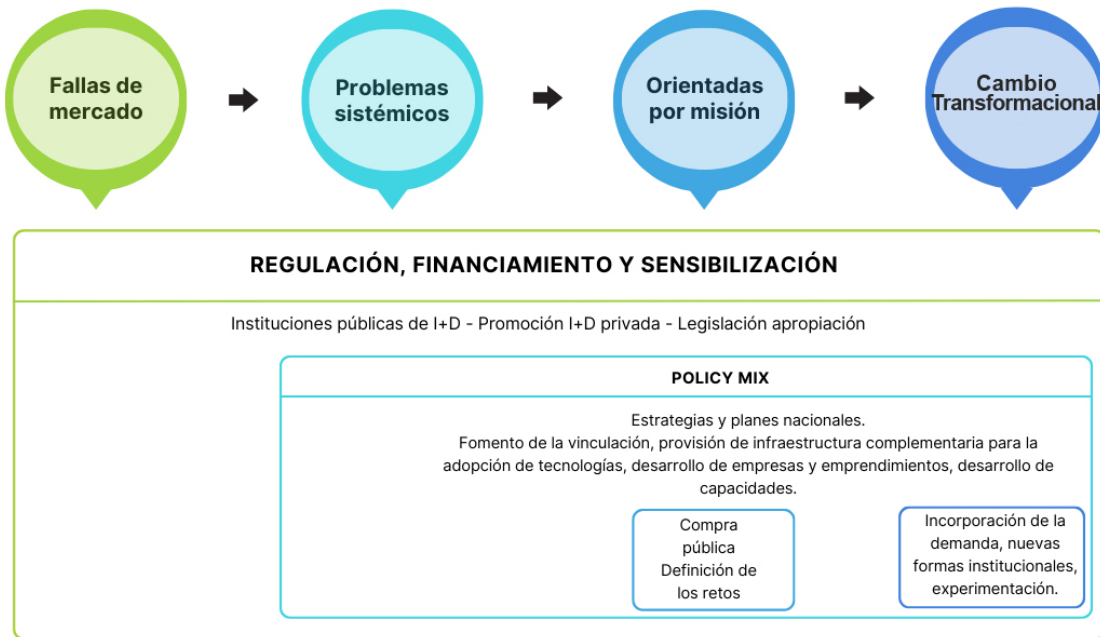
Finalmente, el enfoque de cambio transformador fundamenta la necesidad de la intervención pública en el hecho mismo de que la "función objetivo" de maximizar ganancias que siguen las firmas puede incluir la generación de efectos negativos a nivel social y medio ambiental. No se trata tan sólo de lograr que el sistema resuelva correctamente las externalidades negativas de las innovaciones, sino más bien de transformar el sistema de incentivos para que la maximización de ganancias —y, por lo tanto, las innovaciones que se desarrollan— esté supeditada a la sustentabilidad socio-ambiental (Diercks et al., 2019; Schot y Steinmueller 2018; Steward, 2012). En ese sentido, y a modo de ejemplo, no alcanzaría con avanzar en cambios en la movilidad mediante el uso de vehículos eléctricos, sino que se requiere un cambio transformacional que conlleve también menos desplazamientos (Fagerberg, 2018). No se trata sólo del desarrollo y adopción de tecnologías verdes, sino de transformar el modo actual de hacer las cosas. Este tránsito, entonces, permitiría que las únicas innovaciones exitosas —y, por tanto, las únicas posibles— sean beneficiosas para el medioambiente.

## D. Modos de Intervención

Finalmente, en esta sección se abordan los modos de intervención de la política pública para promover la innovación verde que se desprenden de los distintos enfoques. Siguiendo a Borrás y Edquist (2013), y como se puede observar en el diagrama 4, los tipos de intervención pueden denominarse como de

sensibilización, regulación o incentivo (financiero). En el enfoque de fallas de mercado, la política pública debe funcionar como soporte para el desarrollo de conocimiento básico y aplicado, a través de la creación de instituciones públicas dedicadas a actividades de ciencia y tecnología. Se trata así de subsidiar la inversión para la generación de oferta de conocimiento, y responder así a las externalidades vinculadas con ella. A su vez, para atender la falla vinculada con la incertidumbre, se propone la implementación de mecanismos de financiamiento directo a las empresas para el desarrollo de actividades de I+D+i. Además de los mecanismos vinculados con el financiamiento, están aquellos dirigidos a resolver la falla de apropiabilidad. Esto es, la creación de un régimen de derechos de propiedad intelectual que permita “privatizar” el conocimiento generado, de manera de asegurar que la renta tecnológica sea apropiada por la empresa que desarrolle la innovación y, así, fomentarla.

**Diagrama 4**  
Modos de intervención



Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, en lo que refiere al fomento de innovación verde se requiere generar mecanismos para que las externalidades negativas ambientales sean absorbidas por la empresa que las genera y no por la sociedad en su conjunto (Carraro et al., 2010; Dutz et al., 2014). En este caso, se trata de intervenciones fiscales, que desincentiven el desarrollo y uso de tecnologías que generen impactos medioambientales negativos y promuevan en cambio las innovaciones verdes, a través de cambios en los precios relativos. Esto puede incluir, por ejemplo, el fomento u obligación del pricing por contaminación (como ocurre generalmente con las emisiones de carbono) (Ramstein et al., 2019). También se proponen políticas de sensibilización y comunicación que resalten la relevancia del desarrollo profesional en disciplinas tecnológicas y el establecimiento de lineamientos para el desarrollo de tecnologías verdes.

El resto de los enfoques incluyen los mismos modos de intervención. No obstante, en tanto proponen una visión sistémica de la innovación, se sustentan en una mirada de policy mix, es decir que no sólo tenga en cuenta las fallas de mercado, sino también los problemas sistémicos, ya sea en términos generales o de innovación verde (Borrás y Edquist, 2013). Esto implica, por un lado, que se



requiere la articulación entre distintos actores de la política, en particular entre los distintos ministerios y agencias. Por ello la importancia de las estrategias y planes nacionales, que se utilizan como mecanismos macro de guía para los distintos organismos públicos que intervienen en el diseño y la implementación de la política pública (Borrás & Edquist, 2013; Chaminade & Edquist, 2010). Estos pueden ser directamente orientados al desarrollo tecnológico en un sentido amplio (desde una mirada de problemas nacionales), a retos nacionales (orientado por misión), o al objetivo de modificar el sistema de incentivos de la innovación (cambio transformacional).

A su vez, implica desarrollar formas de intervención complementarias, vinculadas con infraestructura e incentivos económicos, tanto para inducir la vinculación entre agentes privados y el subsistema de ciencia y tecnología, como para impulsar la adopción del cambio tecnológico; la promoción de la creación de emprendimientos y empresas, especialmente de base tecnológica; programas para el desarrollo de capacidades (ya sea para generar o fortalecer determinadas áreas de formación, capacitar recursos humanos de las empresas o para la incorporación de recursos ya formados), entre otros (Borrás & Edquist, 2013; Chaminade & Edquist, 2010).

En la mirada sistémica, la intervención regulatoria también va más allá de salvar las fallas de mercado, contemplando la definición de reglas que contribuyan a delinear las trayectorias tecnológicas y la construcción de mercados (Borrás & Edquist, 2013; Chaminade & Edquist, 2010). En el enfoque de orientación por misión, además, adquiere mayor protagonismo la compra pública, como herramienta de política para orientar y apalancar el escalamiento de las soluciones desarrolladas para responder a los retos establecidos (Edquist, C., y Zabala-Iturriagoitia). Mientras que el enfoque de cambio transformacional señala que el sector público debe promocionar la innovación experimental, y luego generar mecanismos que permitan escalarla (Ghosh et al., 2021; Kastrinos & Weber, 2020; Schot & Steinmueller, 2018). Este último también refuerza la necesidad de generar cambios institucionales que conduzcan a una mayor interacción y co-producción de los procesos de innovación con la sociedad civil, y que permitan modificar la demanda hacia un nuevo modo de consumo sostenible (por ejemplo, con política educativa).

La propuesta analítica para operativizar los marcos teóricos reseñados y relevar, desde esas perspectivas, las principales estrategias y políticas de intervención pública dirigidas a fomentar la innovación verde en los países de América Latina y el Caribe, se ordena a partir de identificar y caracterizar las políticas de innovación verde en términos de la orientación estratégica que proponen, sus modalidades de intervención y sus formas de gobernanza. Para ello, se introducen nociones complementarias que, se entiende, contribuyen a una mejor organización conceptual de la política pública. Desde lo más amplio a lo más específico, se pretende estructurar las estrategias y/o planes nacionales diseñados en torno a dos grandes conjuntos: sectoriales y alternativas. Las primeras involucran los abordajes más tradicionales, en los que el recorte del ámbito de incumbencia en el ejercicio de orientación y/o planificación estratégica está dado por la perspectiva de las cuentas nacionales. Pueden ser “parciales”, cuando la estrategia se limita a un único sector para el que se busca que siga una trayectoria tecnológica más sustentable; o bien “integrales”, cuando engloba un abanico de actividades productivas y las articula en torno a un objetivo común que puede asumir el mote de “crecimiento verde”, “desarrollo sostenible”, “cambio climático”, “descarbonización”. A su vez, a partir de esta categorización analítica, se hace un análisis con perspectiva histórica, tratando básicamente de correlacionar el surgimiento de las diversas estrategias sectoriales con la concreción del Acuerdo de París.

Las estrategias “alternativas” son aquellas que, por el contrario, tienden a atravesar las lógicas sectoriales propias de las cuentas nacionales. Se trata de enfoques que, en cambio, se organizan más bien en torno al tipo de recurso involucrado (bioeconomía) y/o la gestión que se hace de ellos a lo largo del proceso productivo (circularidad); y que, por lo tanto, adquieren un carácter más transversal. Respecto al primero, se refiere a la “producción, utilización, conservación, y regeneración de recursos biológicos, incluidos los conocimientos, la ciencia, la tecnología y la innovación relacionados, para

proporcionar información, productos, procesos y servicios en todos los sectores económicos con el propósito de avanzar hacia una economía sostenible” (CEPAL, 2022). Es preciso apuntar que, conceptualmente, la mirada de bioeconomía puede trascender la lógica de la sustentabilidad ambiental, dado que incluye actividades ligadas a otros propósitos (básicamente, la biofarma). Pero, como veremos, en muchos de los casos, y en particular en los países de la región, tienden a presentar un sesgo hacia el aprovechamiento de la biomasa y la biodiversidad.

En relación con lo circular, ésta implica una mirada de cadena, que pone en el centro el ciclo de vida<sup>4</sup> de los materiales y productos, y donde la reutilización, la reparación, el reciclado, la recuperación o la remanufacturación son formas de poner en valor los recursos disponibles. Las estrategias circulares contemplan la reutilización de "residuos" como recursos para la producción y pueden integrar, por esa vía, la transformación de recursos biológicos en procesos circulares, sobre todo en relación con el desarrollo de nuevas actividades productivas a partir de aprovechamiento de la biomasa residual.

Respecto a los modos de intervención, su descripción se organiza en torno al propósito del cambio de conducta y la etapa de la "cadena de valor" del proceso innovador (investigación, desarrollo y demostración o adopción de tecnologías y prácticas sustentables) a la que se dirigen de manera predominante las señales de la política pública. Con el "propósito del cambio de conducta" nos referimos a si el resultado esperado del mismo es la sustitución de un insumo no renovable por otro que sí lo sea (propósito "Sustitución"), o bien un aprovechamiento más eficiente de los recursos utilizados en los procesos productivos (propósito "Eficiencia"). Esto último, entendido como un menor consumo de insumos por bien o servicio producido, o bien su inversa, un mejor aprovechamiento de los recursos utilizados; es decir, un mayor volumen y/o diversidad de productos y servicios obtenidos a partir de la misma cantidad de recurso utilizado (como si nos refiriésemos a "economías de alcance" de los recursos).

Cabe advertir que ciertas innovaciones podrían contribuir a ambos propósitos, y que, incluso, se podría concebir un tercer propósito, hoy generalmente vinculado con la noción de "servicios ambientales", por el que nuevas actividades —o bien la ampliación de existentes— podrían no sólo contribuir a la disminución o eliminación de los efectos ambientalmente negativos del quehacer productivo (emisión de gases de efecto invernadero, contaminación, eliminación de la biodiversidad), sino también a la reversión de los ya generados. No obstante, se sigue esta organización en aras de simplificar y facilitar la presentación de la información.

Por último, se hace también un análisis de la dimensión institucional, con el fin de indagar las formas de gobernanza que se adoptan para la elaboración y gestión de las estrategias y políticas implementadas. Esta dimensión permite aproximar el grado de articulación de los/as distintos/as actores que hacen a la promoción y desarrollo de la innovación, como lo proponen los enfoques sistémicos estudiados en la sección previa. Y, en particular, la articulación entre distintos organismos del sector público.

---

<sup>4</sup> Según la definición de la Unión Europea.

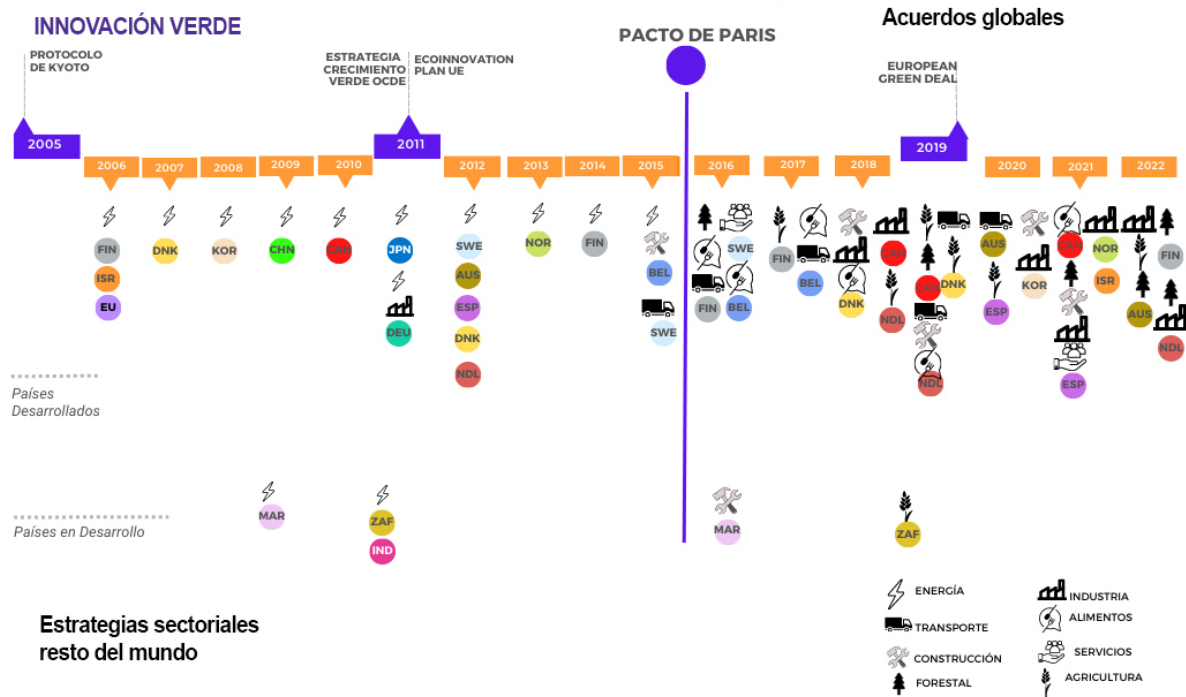
## II. Estrategias latinoamericanas para la transformación verde

Las estrategias en las que se pueden enmarcar las políticas de innovación para la transformación verde presentan en América Latina y el Caribe un mapa heterogéneo, que combina iniciativas de carácter sectorial e integral, así como enfoques alternativos o transversales; y con distinto grado de articulación entre las mismas, según los diferentes países. No obstante, un punto común es la emergencia de muchos de esos marcos estratégicos (en particular, los integrales) con posterioridad al Acuerdo de París. Así, las reglas de este Acuerdo, que obliga a los países firmantes a actualizar sus NDC —es decir, sus metas climáticas— cada cinco años, junto a la atención de los compromisos asumidos en el marco de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible (ODS), han seguramente contribuido al avance de esos ejercicios de orientación estratégica

### A. Estrategias sectoriales

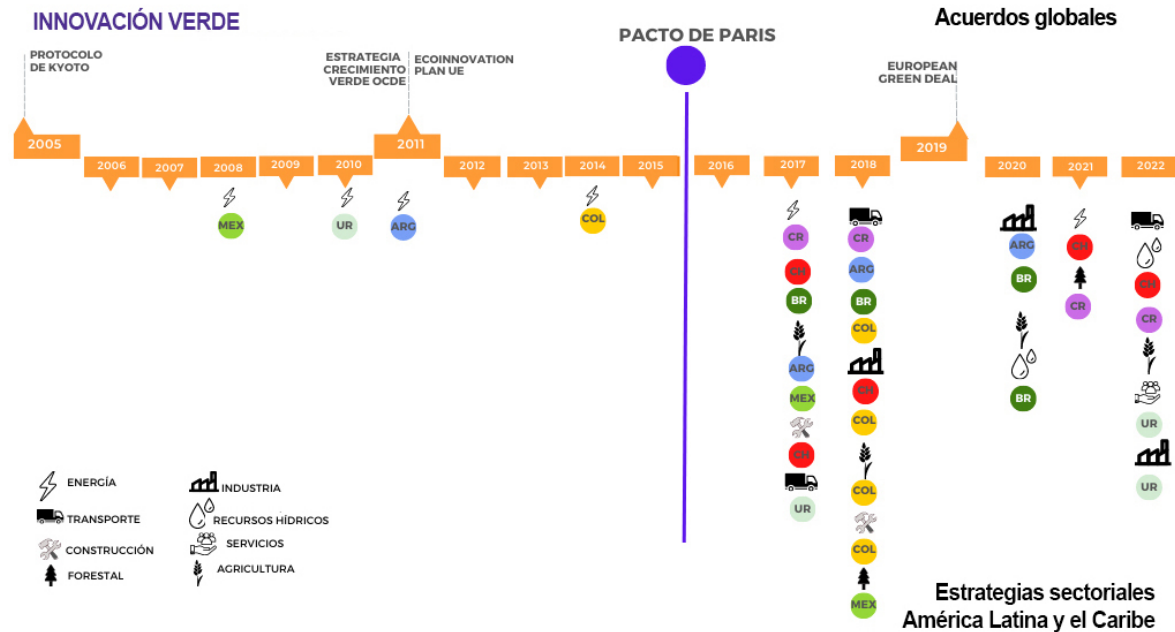
La aparición de estas estrategias para la transformación verde en el escenario latinoamericano ha sido, en cierta medida, un reflejo de lo sucedido en el escenario internacional, en el cual el ingreso a las políticas de innovación verde se produce, en la mayoría de los casos, a través de estrategias sectoriales parciales. El diagrama siguiente presenta la trayectoria de un grupo de países en relación con la configuración de estrategias nacionales sectoriales de innovación verde, durante el período comprendido entre el Protocolo de Kyoto y el Acuerdo de París; y desde éste último hasta 2022. El mapeo global muestra que las estrategias sectoriales en el resto del mundo emergen con anterioridad al Acuerdo de París, relacionadas generalmente con el sector energético. Si bien se observan algunas estrategias destinadas a otros sectores como el industrial, transporte y construcción antes de 2015, el grueso de los países relevados diversifica sus estrategias parciales con posterioridad.

**Diagrama 5**  
Estrategias sectoriales mundiales



Fuente: Elaboración propia.

**Diagrama 6**  
Estrategias sectoriales de América Latina y el Caribe



Fuente: Elaboración propia.

América Latina y el Caribe repite el patrón internacional en cuanto al ingreso a esta agenda por la vía de estrategias sectoriales parciales, correspondientes al sector energético, también con mayoría de antecedentes previos a 2015. Pero en este caso, el corte temporal para la diversificación de las estrategias sectoriales parciales resulta aún más nítido. Así, como se advierte en el diagrama 6, es recién a partir de 2017 que comienzan a emerger las estrategias de desarrollo verde para otros sectores. Y, como se verá a continuación, es también más reciente la tendencia a desplegar estrategias de carácter más integral.

### 1. Estrategias sectoriales parciales

En términos de estrategias sectoriales, uno de los países que avanzó tempranamente fue **México**, que estableció en 2011 su **Estrategia Nacional de Transición Energética y Aprovechamiento Sustentable de la Energía**, elaborada en el marco de la Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética (2008). Esta estrategia se constituyó en el marco sobre el cual el Estado Mexicano impulsó las políticas, programas, acciones y proyectos encaminados a conseguir una mayor utilización y aprovechamiento de las fuentes de energía renovables y las tecnologías limpias; promover la eficiencia y sustentabilidad energética; así como la reducción de la dependencia de México de los hidrocarburos como fuente primaria de energía. El Fondo para la Transición Energética y el Aprovechamiento Sustentable de la Energía (FOTEASE) es el encargado de la aplicación de los recursos asignados para los objetivos estratégicos establecidos.

Por su parte, **Costa Rica** lanzó en 2017 su **Estrategia Nacional de Bioenergía**, que contempla tres objetivos: sustituir en forma progresiva los combustibles fósiles importados por otras fuentes de energía renovable; propiciar el desarrollo de una industria nacional de bioenergía; y reducir la emisión de gases de efecto invernadero como acción de mitigación del cambio climático, mediante el desarrollo de tecnología energética renovable y de reducida huella de carbono. Establece un orden de prioridad para las cadenas energéticas relevantes a nivel nacional (biocombustibles y biomasa), considerando su nivel de madurez tecnológica y el interés en su crecimiento, en función de los recursos existentes y los mercados consumidores en el país. En base a los desafíos para el desarrollo de las cadenas energéticas priorizadas, la estrategia presenta un plan de acción que considera incentivos a la producción, creación de demanda, incentivos al uso, información y comunicación, formación de recursos humanos, e investigación y desarrollo.

#### Recuadro 1

##### Estrategias sectoriales en otros países en desarrollo: energía

La Estrategia Energética Nacional (2009) de Marruecos establecía una hoja de ruta para la transición hacia un futuro energético limpio, con el objetivo de conseguir un 42% de capacidad renovable instalada antes de 2020 y el 52% en 2030, sobre todo a través de la energía solar y eólica. Para conseguir estos objetivos postulaba la creación de un marco legislativo específico, así como varios planes nacionales integrados y la inversión para el desarrollo de proyectos a cargo de la Agencia para la Energía Solar (transformada en 2016 en la Agencia Marroquí para la Energía Sostenible).

India por su parte, estableció en 2011 su Plan Estratégico de Energías Nuevas y Renovables (2011-2017), que incluyó la promoción del concepto de pequeñas centrales eléctricas al final de la red, tanto para energía solar como de biomasa; la identificación de áreas de nicho para la aplicación de tecnologías de energías renovables y reducción del consumo de diésel; y la promoción de plantaciones energéticas de especies de bambú u otros árboles de crecimiento rápido, para proporcionar materia prima para plantas de energía de biomasa de pequeña capacidad para uso local, entre otras.

Fuente: Elaboración propia.

Asimismo, el **Plan Nacional de Eficiencia Energética de Chile** (2022-2026) proporciona un marco estratégico para alcanzar la carbono-neutralidad al año 2050. El Plan establece medidas para cuatro sectores (Productivos, Transporte, Edificaciones y Ciudadanía). En relación con los tres primeros, las principales medidas se relacionan con la implementación de sistemas de gestión de energía y la promoción de la electrificación de usos térmicos y motrices en la industria y minería; la actualización y el establecimiento de estándares de eficiencia energética para vehículos y edificaciones; el impulso a la electromovilidad; el impulso a la renovación energética y reacondicionamiento térmico; y el fortalecimiento de la formación de especialistas.

**Chile** dispone también de una **Estrategia de Electromovilidad (2021)**, impulsada por el Ministerio de Energía y que establece, en línea con su Estrategia Climática de Largo Plazo, que al 2035 solo se venderán autos eléctricos. Incorpora cuatro ejes estratégicos: medios de transporte sustentables y financiamiento; infraestructura de carga y regulación; investigación y capital humano; y Difusión, información y articulación. Para cada eje menciona medidas y metas específicas tendientes al desarrollo acelerado y sostenible del transporte eléctrico en el país. Desde una mirada de *policy mix*, se incluyen también medidas en torno a incentivos para transporte público, de carga, micromovilidad, transporte interurbano y maquinaria del sector industrial, minería y agricultura; el fomento del desarrollo local de baterías y cargadores a través de proyectos de innovación, así como también procesos asociados con su reciclaje o disposición final; el desarrollo de proyectos piloto, comerciales e industriales de vehículos eléctricos que utilicen hidrógeno verde en distintos tipos de transporte. A su vez, se plantea regular la interoperabilidad del sistema de recarga para los vehículos eléctricos; establecer una normativa técnica de regulación en edificios y nuevas construcciones para la carga domiciliaria, así como la inclusión de la infraestructura de carga en Bienes Nacionales de Uso Público (BNUP). La estrategia contempla también su inclusión entre los retos de Innovación de Interés Público que lidera CORFO. Este último se trata de un instrumento ofrecido por CORFO y el Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación destinado a que organismos públicos chilenos desarrollen innovaciones dirigidas a resolver problemas de interés público. Para las siguientes versiones se proyecta coordinar dichos organismos beneficiarios con otros agentes del sistema, entre ellos empresas, universidades, emprendimientos, entre otros.

En el caso de **Brasil**, el abordaje estratégico sobre esta agenda se plasma en buena medida en la Ley conocida como "**Rota 2030**", que establece una serie de instrumentos que se referirán más adelante en este trabajo. Allí también encontramos el **Plan Sectorial Agricultura Baja en Carbono (ABC)** de 2020, que detalla la política sectorial creada para promover la reducción de las emisiones de GEI en la agricultura, —tal y como establece la Política Nacional de Cambio Climático (PNMC)—, promoviendo la mejora de la eficiencia en el uso de los recursos naturales, el aumento de la resiliencia de los sistemas productivos, de las comunidades rurales, y posibilitando la adaptación del sector agrícola y ganadero al cambio climático. En esta línea, el plan establece una serie de acciones tendientes a mitigar la emisión de gases de efecto invernadero como la recuperación de los pastos degradados y el mantenimiento de su productividad; la fijación biológica del nitrógeno; acciones de reforestación destinadas a la producción de fibras, madera y celulosa; así como el tratamiento de residuos y efluentes animales. El plan incluye una serie de medidas, que involucran el desarrollo de tecnologías ambientales, incentivos a la inversión e infraestructura necesarias para la adopción de tecnologías.

Respecto del sector de la Construcción, en **Colombia**, sobre el antecedente del **Plan de Acción Sectorial de Mitigación para el sector vivienda y desarrollo territorial**, enmarcado en la Estrategia Colombiana de Desarrollo Bajo en Carbono (ECDBC), el CONPES (Consejo Nacional de Política Económica y Social) 3919 de 2018 estableció la **Política Nacional de Edificaciones Sostenibles de Colombia**, que pretende impulsar la inclusión de criterios de sostenibilidad dentro del ciclo de vida de las edificaciones. Los criterios de sostenibilidad para edificaciones se materializan a través de una norma técnica de aplicación voluntaria que permite la certificación de la vivienda, y que se propone articular con incentivos para promover su uso. La política también prevé la elaboración de una guía para el diseño

y la implementación de planes de gestión eficiente de la energía de las entidades públicas; la mejora del desempeño energético a través de la sustitución de equipos y capacitaciones sobre buenas prácticas operativas, y la implementación de paneles solares para autoconsumo en instituciones públicas, allí donde sea viable. En términos de incentivos, se propone un programa de financiamiento verde, que incluye líneas de crédito para el desarrollo de viviendas de interés social, hoteles, hospitales, oficinas, centros comerciales e instituciones con criterios de sostenibilidad.

En este marco, además, el gobierno colombiano participa del Programa BEA (Building Efficiency Accelerator), que es parte de la iniciativa global que promueve el desarrollo sostenible en el área construcción, a partir del desarrollo experimental de modelos de negocio que aceleren la implementación de soluciones de sostenibilidad integral en edificaciones existentes en centros urbanos del país. El Departamento Nacional de Planeación implementa, en el marco del Plan de Acción Indicativo de Eficiencia Energética (2017-2022), un programa de eficiencia energética en las edificaciones de la entidad como piloto para edificaciones del gobierno nacional.

Mientras que en **Chile**, como parte del Programa Estratégico Nacional en Productividad y Construcción Sustentable "**Construye 2025**" (2015), en 2021 se actualizó la Hoja de ruta en base a tres ejes estratégicos, entre los cuales se encuentra la sustentabilidad. Allí se establecen iniciativas en torno a la Economía Circular en Construcción, la Gestión de Residuos de Construcción y Demolición (RCD) y la medición y reportabilidad de la huella de carbono; con acciones establecidas en torno a incentivos para mejorar los estándares de habitabilidad, la eficiencia energética, el apoyo la implementación de planes de gestión en obras con financiamiento público e implementación del reglamento sanitario RCD sobre el manejo de residuos en las actividades de construcción y demolición, la promoción del uso de áridos reciclados, e infraestructura para la disposición final.

Finalmente, esta tendencia a la incorporación de los ejes de sustentabilidad dentro de los Planes Nacionales sectoriales también puede hallarse en otros sectores, como el turismo y la minería. Tal es el caso de **Costa Rica**, donde su **Plan Nacional de Desarrollo Turístico** (2022-2027) introduce un programa voluntario de certificación para la sostenibilidad turística, que promueve la incorporación de los costos ambientales y sociales en la ecuación de producción. Y su **Plan Nacional de Acción para el Sector Minero** (2023), que propone acciones y metas concretas para lograr la reducción o eliminación del uso del mercurio en la actividad.

## 2. Estrategias sectoriales integrales

Entre los ejemplos de estrategias integrales, encontramos a **Colombia**, que cuenta con una **Política de Crecimiento Verde** (2018) diseñada explícitamente en torno a lo establecido por la Estrategia para el Crecimiento Verde de la OCDE (2011) y el Acuerdo de París (2015). Entre los ejes de la estrategia están el impulso de la bioeconomía como un sector estratégico para la economía nacional, fortaleciendo las capacidades de I+D+i y promoviendo el desarrollo del mercado de bioproductos; la generación de condiciones que permitan una mayor generación y uso de energía a partir de fuentes renovables; la promoción del sector forestal; el posicionamiento de los Negocios Verdes y Sostenibles (NVS) como un modelo de negocio rentable para el país; la mejora en la eficiencia del uso del agua; el fomento a la adopción de tecnologías para la gestión eficiente de la energía y la movilidad sostenible; y la definición de una hoja de ruta para la transición hacia una economía circular, entre otros. En la misma dirección, **la Estrategia Colombiana de Desarrollo Bajo en Carbono (ECDBC)** (2012) busca desligar el crecimiento de las emisiones de GEI del crecimiento económico nacional. Para ello establece una serie de planes sectoriales de mitigación tendientes a maximizar la carbono-eficiencia de la actividad económica del país.

En **Argentina**, el **Plan Desarrollo Productivo Verde (2021)** se propone avanzar hacia la descarbonización a partir de la renovación tecnológica de las industrias y el desarrollo de soluciones para tal fin. Establece cuatro ejes centrales: Industria nacional para la economía verde; Transición hacia una economía circular; Producción sostenible para más competitividad; e Industrialización sostenible de los

recursos naturales. Y presenta propuestas en torno a las energías renovables (potenciar un Clúster Nacional, con la empresa local IMPSA como actor clave); la fabricación nacional de vehículos eléctricos; la promoción de la industria del litio y cobre (que son insumos clave en dichos vehículos); y el desarrollo de la cadena del hidrógeno para descarbonizar la matriz energética.

Con posterioridad al Acuerdo de París, se profundiza la diversificación sectorial de las estrategias parciales y comienzan a emerger diversas estrategias integrales, que pretenden organizar las estrategias parciales en torno a propósitos comunes.

#### Recuadro 2 Estrategias integrales en el mundo

La Estrategia Alemana de Desarrollo Sustentable (German Sustainable Development Strategy, 2016) se orientó a los objetivos de la Agenda 2030, previendo la adopción de medidas en torno al sector energético, la protección del clima, la vivienda, el transporte, la alimentación y la agricultura, a través de regulaciones tendientes a establecer niveles de emisión que permitieran alcanzar la neutralidad en términos de emisión de gases de efecto invernadero.

La Estrategia de Competitividad Verde de Noruega (the Norwegian Government's strategy for green competitiveness, 2017) establece una hoja de ruta que incluye múltiples sectores y prevé la utilización del impuesto al carbono como principal instrumento para reforzar los mercados de soluciones ecológicas; otros instrumentos que proporcionan incentivos para reducir las emisiones y la penalización por acciones de contaminación. En ese marco, plantea, entre otros, el fomento de biocombustibles alternativos; así como el financiamiento público para la investigación, la innovación, el desarrollo tecnológico y la construcción de instalaciones de demostración de tecnologías a gran escala.

España traza en 2020 su Estrategia de Descarbonización a Largo Plazo que establece una hoja de ruta para la reducción en un 90% de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) a 2050 (con respecto a 1990). El documento analiza las distintas opciones para la descarbonización de la economía, a partir de un proceso de transformación tecnológica progresiva vinculada, especialmente, a la penetración de energías renovables, el hidrógeno verde y el almacenamiento energético a lo largo de toda su cadena de valor. Simultáneamente, presenta metas de reducción para el sector de movilidad y transporte, el sector agropecuario y de residuos y el sector de la edificación.

La Ley Básica de Carbono Neutralidad y Desarrollo Verde de Corea del Sur entró en vigor a principios de 2022 y propone alcanzar la neutralidad de carbono en 2050. Por la misma, el gobierno debe desarrollar para 2023 un plan básico nacional neutral en carbono de 20 años, y los gobiernos locales deben formular planes básicos de ciudad y provincia durante un período de 10 años basados en el plan nacional. Para acompañar el proceso de transformación verde la ley promueve la operación verde de las empresas y la I+D, la construcción y comercialización de tecnología de protección ambiental, la infraestructura de estandarización industrial, la creación de empleos verdes y el sistema fiscal relevante. Con el fin de obtener los recursos financieros necesarios, se establece el "Fondo de Respuesta Climática", centrándose en apoyar las principales áreas para la reducción de emisiones.

Fuente: Elaboración propia.

Por su parte, **Costa Rica** cuenta con un **Plan Nacional de Descarbonización** (2019). El plan establece metas de largo plazo, con el objetivo de trazar rutas de transformación tecnológica para todos los sectores, y los cambios institucionales requeridos para ello. Las acciones se presentan en tres segmentos: inicio (2018- 2022), inflexión (2023-2030) y despliegue masivo (2031-2050), con distintos niveles de detalle. La propuesta se estructura en diez ejes de descarbonización, que se derivan del patrón de emisiones de gases de efecto invernadero. Los ejes pertenecen a cuatro tipos de fuentes de emisiones: Energía (Transporte —colectivo, particular y de carga—, Sistema Eléctrico, Sector residencial y comercial y Sector industrial), Procesos Industriales; Residuos; Agricultura, Silvicultura y Otros Usos del Suelo (ganadería bovina, agricultura y bosques). Para cada eje se plantean políticas con perspectiva sistémica, que combinan medidas concretas de planificación, institucionales o regulatorias, de implementación de proyectos, de acceso a financiamiento, de aceptación ciudadana, y de evitar *lock-in*. En **Chile**, por su parte, **la Estrategia Climática 2050** (2021) presenta más de 400 metas para reducir las



emisiones. Entre ellas, destaca que el 80% de la matriz energética provenga de renovables para 2050, y que para ese año se reduzcan en un 70% las emisiones provenientes de la industria y la minería. Recientemente, ha sumado el compromiso de que el 100% de las ventas de vehículos livianos y medianos y de transporte público urbano sean de cero emisiones a partir de 2035.

En **Brasil**, la **Política Nacional de Cambio Climático** (2022), establece procedimientos para la elaboración de planes sectoriales de mitigación del cambio climático para diversos sectores de la economía, y también instituye el Sistema Nacional para la Reducción de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (SINARE) que tiene como objetivo ser un centro único de registro de emisiones, remociones, reducciones y compensaciones de gases de efecto invernadero; y actos de comercio, transferencias, transacciones y retiro de créditos certificados de reducción de emisiones, así como contar con mecanismos de integración con el mercado internacional regulado. El SINARE forma parte de un decreto con el que el Brasil quiere establecer metas graduales, mensurables y verificables de reducción de emisiones, considerando las especificidades de los agentes sectoriales y teniendo en cuenta, entre otros criterios, los niveles de emisión. Para ello, los sectores involucrados deben sugerir propuestas de planes sectoriales para el establecimiento de curvas de reducción de emisiones de GEI, considerado el objetivo de largo plazo de la neutralidad climática.

## B. Estrategias alternativas

El marco estratégico para las políticas de transformación verde en la región se completa con los enfoques de bioeconomía y circularidad. Respecto al primero, el perfil de especialización productiva de buena parte de los países de la región (fuertemente apoyado en las actividades agroalimentarias) ha llevado a que las estrategias de bioeconomía tengan un claro sesgo hacia el aprovechamiento de la biomasa y la biodiversidad; y, por tanto, una fuerte vinculación con los objetivos de sustentabilidad. Y de allí que también evidencien un alto grado de imbricación con las estrategias circulares.

Un ejemplo de la estrecha vinculación entre las estrategias de bioeconomía y los objetivos de sustentabilidad es la **Estrategia de Bioeconomía de Costa Rica**. La misma está estructurada en base a cinco ejes estratégicos: bioeconomía para el desarrollo rural, biodiversidad y desarrollo, biorrefinería de biomasa residual, bioeconomía avanzada y bioeconomía urbana y ciudades verdes. Tiene una visión de 10 años (2020-2030) y sugiere una hoja de ruta en etapas, a través de la cual se buscará potenciar el uso de la riqueza biológica y las capacidades de Costa Rica en el ámbito científico, basándose en el aprovechamiento sostenible de los activos biológicos del país. La estrategia preve implementarse en tres etapas: (i) impulso, 2020-2022; (ii) escalamiento, 2022-2026; y (iii) consolidación, 2026-2030, cada una de las cuales contaría con mecanismos diferenciados de financiamiento. Para la ejecución del plan de acción, prevé la puesta en marcha de un porfolio de proyectos estratégicos, la creación de un observatorio de Bioeconomía, y la articulación interinstitucional entre el Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE), el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), Ministerio de Ciencia, Tecnología, Innovación y Telecomunicaciones (MICITT) y el Ministerio de Economía, Industria y Comercio (MEIC). Esta estrategia establece, como unos de sus principios orientadores, a la economía circular, a partir del tratamiento del residuo de biomasa en los sectores agropecuario, pesca y acuicultura, forestal y agroindustrial.

**Uruguay** elaboró su estrategia de bioeconomía bajo un enfoque semejante, en el marco de un acuerdo de cooperación con Alemania y de un proyecto de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). Dicha cooperación pretendía elaborar directrices que ayuden al país y a los actores de la bioeconomía a desarrollar estrategias y ejecutar políticas y programas nacionales y regionales sobre bioeconomía. A pesar de que la misma no resultó validada por el parlamento uruguayo, sirvió para generar capacidades para el planeamiento de políticas públicas en la

materia, y fue tomada como antecedente para las actividades de planificación en el marco de una orientación hacia la **economía circular**.

En ese sentido, **Uruguay** desarrolló, en el marco de la "Alianza para la Acción hacia una Economía Verde"<sup>5</sup>, un **Plan de Acción Nacional de Economía Circular** (2019). El mismo tiene como objetivos sistematizar información para el diseño de políticas públicas; el fomento de la investigación e innovación; la promoción del conocimiento de los modelos de negocios basados en economía circular y el incentivar a prácticas y procesos basados en los principios de economía circular en sectores productivos. Establece seis áreas prioritarias: cárnico, lácteo, forestal, servitización, valorización de materiales, desperdicios de alimentos y empaques. Y contempla, entre otros aspectos, la utilización de la compra pública de alimentos y vehículos como herramienta de tracción; y la creación de un Centro Tecnológico en Bioeconomía circular. El Plan resalta la complementariedad de los conceptos de **Bioeconomía y Economía Circular**, como dos estrategias necesarias para el desarrollo económico del país, estrechamente vinculadas, dependientes entre sí y que requieren una implantación coordinada. También **Chile** cuenta con una **Hoja de Ruta para un Chile Circular al 2040** (2019-2040), que propone incentivos para empresas comprometidas con el cuidado del medio ambiente, que reutilizan, reciclan y usan de manera responsable los recursos.

Con posterioridad al Acuerdo de París, se evidencia a nivel internacional un aumento significativo de hojas de ruta nacionales con eje en la circularidad.

### Recuadro 3 Estrategias circulares en el mundo

En Estados Unidos, las estrategias para la economía circular se han centrado principalmente en la gestión de residuos y el reciclaje como lo expresa la Estrategia Nacional de Reciclaje presentada por la Agencia de Protección Ambiental (EPA) en 2021. En cambio, los abordajes de los países europeos han tendido a ser más integrales. En los países escandinavos la Ruta Nacional hacia una Economía Circular (Circular Economy Roadmap) de Finlandia (2016); la Estrategia Nacional para la Economía Circular de Dinamarca (2018); y la denominada Economía circular: Estrategia para la transición en Suecia (2020) incorporan iniciativas tendientes a promover acciones para el desarrollo de una producción responsable con el medio ambiente en todo su ciclo, desde la reducción del uso de recursos naturales en la fabricación hasta la correcta eliminación de los residuos. La estrategia sueca se basa en 4 grandes focos, que prevén desarrollarse mediante distinto tipo de acciones y destaca como flujos de materiales prioritarios a tratar los plásticos, los textiles, las materias primas renovables y de origen biológico, la comida, el sector de la construcción, y los metales y minerales críticos para la innovación.

España cuenta con la Estrategia Española de Economía Circular "España Circular 2030" y el Primer Plan de Acción de Economía Circular 2021-2023. La Estrategia propone un mix de políticas (económica, fiscalidad, empleo, I+D+i, de consumo, industrial, del agua, agraria y de desarrollo de áreas rurales) y ejes para su implementación, orientados al cierre del círculo: producción, consumo, gestión de residuos, materias primas secundarias, y reutilización del agua; así como otros de carácter transversal: sensibilización y participación, investigación, innovación y competitividad, empleo y formación.

En cuanto a países en desarrollo, en 2017 se estableció un acuerdo de cooperación entre los gobiernos de Nigeria, Ruanda y Sudáfrica conocido como Alianza Africana para la Economía Circular (ACEA, por sus siglas en inglés). No obstante, esta alianza, que actualmente incluye un número significativo de países africanos, se encuentra aún en una etapa incipiente.

Fuente: Elaboración propia.

<sup>5</sup> Alianza para la Acción hacia una Economía Verde o Partnership for Action on Green Economy (PAGE, por sus siglas en inglés) busca apoyar a los esfuerzos nacionales en la transición hacia economías verdes que sean social, económica y ambientalmente sostenibles.

Este creciente interés llevó, en 2021, a poner en marcha la Alianza Mundial para la Economía Circular y la Eficiencia en el Uso de los Recursos (GACERE, por sus siglas en inglés), que pretende dar impulso global a la circularidad, basándose en las acciones ya desplegadas a nivel internacional, con una mirada tendiente a transformar los métodos de fabricación y cambiar el primer eslabón de la cadena de la sostenibilidad, esto es, el diseño de los productos. Entre sus primeros objetivos, la Alianza busca generar una cartografía de las políticas nacionales, los marcos fiscales y reglamentarios sobre la gestión sostenible de los recursos naturales, la transición a la economía circular y la simbiosis industrial.

Volviendo a la región latinoamericana, en el marco del Plan Nacional de Desarrollo “Pacto por Colombia, Pacto por la Equidad”, Colombia trazó su **Estrategia Nacional de Economía Circular (ENEC)** (2021). Esta apunta a un enfoque de eficiencia en el aprovechamiento de los recursos, a través del uso circular de los materiales, el agua y la energía. Para ello, prioriza seis flujos de materiales que son de gran importancia para el país: Flujo de materiales industriales y productos de consumo masivo, Flujos de Materiales de envases y empaques, Flujos de Biomasa, Fuentes y flujos de energía, Flujo del agua, Flujos de Materiales de construcción. Como mecanismos para vehicular la estrategia se prevé, por un lado, la Responsabilidad Extendida del Productor (REP), establecida por ley para garantizar un manejo ambientalmente responsable de los desechos de envases y empaques de vidrio, metal, aluminio, papel y cartón, así como fomentar la reutilización y reciclaje de cuanto pueda ser usado de dichos residuos. Asimismo, se apunta a nuevos modelos de negocio, parques industriales eco-eficientes, ciudades y cadenas de valor sostenibles. Con este fin, la Estrategia plantea avanzar en la Construcción de un Sistema de Información de Economía Circular (SIEC), un Plan Nacional para la Gestión Sostenible de los Plásticos de un solo Uso, y políticas e incentivos para que las industrias se transformen hacia modelos más limpios y eficientes.

Colombia también cuenta con el Plan de Acción **Bioeconomía para una Colombia Potencia viva y diversa: Hacia una sociedad impulsada por el Conocimiento (2020)**. En el marco de la **Misión Bioeconomía**, se propone el aprovechamiento de la biomasa para la producción de bienes y servicios; el desarrollo de cadenas de valor que aprovechen la biodiversidad a nivel regional; la aplicación de conocimiento y uso de nuevas tecnologías; la creación de nuevas empresas de base biotecnológica; y la creación de negocios de mayor nivel de productividad, que puedan competir en el mercado internacional.



### III. Modos de intervención en América Latina

Siguiendo la propuesta analítica planteada, la presente sección da cuenta de los modos en que los países de la región están interviniendo para promover la innovación verde. Para ello, se focalizó en un conjunto acotado de países que fueron considerados como muestra de las iniciativas que se están implementando, llevando adelante en cada caso un relevamiento de las desde distintas áreas de gobierno. Como fuera adelantado, el análisis se estructura en torno al propósito del cambio de conducta y la etapa de la “cadena de valor” del proceso innovador (investigación, desarrollo y demostración o adopción de tecnologías y prácticas sustentables) a la que se dirigen de manera predominante las señales de la política pública del cambio de conducta.

Siguiendo entonces ese criterio, la sección se organiza en dos sub-secciones. La primera, referida al “Propósito Sustitución”, en la que se caracterizan las políticas implementadas sobre tres grandes sectores: energía, movilidad y agricultura. Como vimos anteriormente, esos son los principales sectores responsables de la emisión de GEI en la región. Y una segunda, concentrada en el “Propósito Eficiencia”.

#### A. Propósito “Sustitución”

##### 1. Transición energética

La principal puerta de entrada a las políticas de innovación para la transformación verde en la región —al igual que en el resto del mundo— fue, y sigue siendo, la transición energética. Es allí donde se advierten los esfuerzos más importantes y, a la vez, la mayor continuidad de esfuerzos en el tiempo.

Los primeros pasos en la búsqueda de una matriz de generación más limpia se encuentran ya a partir de los últimos años de la primera década de este siglo, en consonancia con el pico en el precio del petróleo alcanzado entre finales de 2007 y principios de 2008. El principal propósito de esta etapa inicial fue reglar las condiciones para la emergencia de las cadenas asociadas a las nuevas fuentes de energía. Por un lado, se generaron instrumentos legales para establecer cuotas mínimas de los mercados de energía eléctrica y/o combustibles que deberían ser cubiertas por fuentes de energías renovables, tales

como la Ley de Agrocombustibles en Uruguay (Ley N°18.195, 2008) y la Ley de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos (2008) en México. En Brasil, la ley denominada “Programa Nacional de Biodiésel” (2005) y la Ley RenovaBio (2017), para biocombustibles. Al igual que en Argentina, la Ley de Biocombustibles (2006), reemplazada luego por el “Régimen de Promoción para la Producción y Uso Sustentables de Biocombustibles”, hasta la entrada en vigencia en 2021 del nuevo “Marco Regulatorio de Biocombustibles” (Ley N° 27.640). A su vez, dependiendo de las condiciones de funcionamiento de estos distintos mercados en la región (más o menos regulados por la autoridad estatal), se fueron definiendo señales de precio diferenciadas (respecto a las fuentes convencionales, pero también entre las renovables) para que los proyectos de generación fuesen sustentables. En esta línea se identifican el Régimen de Fomento Nacional para el uso de Fuentes Renovables de Energía destinada a la Producción de Energía Eléctrica (2015) en Argentina; la Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética (2008), en México que devino en la Ley de Transición Energética hacia 2015. La Ley de Eficiencia Energética (2021) y la Regulación de los Biocombustibles Sólidos (2022) en Chile. La ley de Fuentes No Convencionales de Energía Renovable (2014) y de Transición Energética (2021) en Colombia.

Esta construcción institucional de nuevos mercados incluyó, en algunos casos, la definición de condiciones preferenciales para aquellos proyectos que tuviesen mayor contenido de componentes locales, buscando así promover no sólo la diversificación de mercados para proveedores existentes, sino también el up-grading y/o diversificación productiva de los mismos para poder captar las nuevas oportunidades. El caso de **Uruguay** resulta interesante en este sentido, puesto que, a pesar de que pocos proyectos explotaron esa condición diferencial (y cuando lo hicieron, fue más bien utilizando componentes locales ya disponibles), su rol de “adoptante temprano” de las fuentes renovables en la región motorizó sí el nacimiento y/o crecimiento de un conjunto de empresas vinculadas al sector de las TICs, proveedoras de servicios de ingeniería y softwares para la gestión de las nuevas infraestructuras de generación energética. **Argentina** también tiene herramientas con ese fin. A través del “Programa de Desarrollo de Proveedores”, brinda créditos subsidiados, aportes no reembolsables y asistencia técnica del Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) para proveedores de sectores estratégicos, entre los que se encuentra el sector de la energía renovable (incluyendo nuclear e hidráulica).

A su vez, esa definición de reglas se complementó con la inversión en generación de capacidades e incentivos para proyectos de desarrollo tecnológico. La Ley de Transición Energética (2015) de México contempló por ejemplo la creación de los Centros Mexicanos de Innovación (CEMIA). Se trata de agrupaciones que involucran diferentes actores/as, tales como centros de investigación, universidades, empresas, entidades gubernamentales, que se asocian con el fin común de avanzar hacia la generación de energías renovables a partir del desarrollo de tecnologías, productos y servicios. Existen distintos centros con foco en la energía eólica, geotérmica, bioenergía y solar.

Tal fue también el caso de Uruguay, que en 2019 contó con un Fondo Sectorial fondado por las empresas públicas de combustibles y energía eléctrica y gestionado por la Agencia Nacional de Investigación e Innovación (ANII). Y de Argentina, con los fondos sectoriales de la Agencia de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (Agencia I+D+i) de Argentina. A través de su programa FONARSEC, la Agencia lanzó cinco convocatorias para proyectos asociativos en energía, en los años 2011 (solar), 2012 (biocombustible, por un lado, y biomasa, por el otro), 2013 (para eficiencia) y 2022 (termosolar, eólica, biocombustibles, litio, hidrógeno y undimotriz)<sup>6</sup>. Y ese es también el caso de Colombia. En 2022, el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, junto con el Ministerio de Minas y Energía, lanzó una convocatoria para proyectos de I+D+i para el área estratégica energía, en el marco de la misión

---

<sup>6</sup> En la última convocatoria, la empresa Industrias Metalúrgicas Pescarmona Sociedad Anónima (IMPISA) fue beneficiada para crear un Centro Tecnológico de Energías Renovables en la región de Cuyo, que se encargará de la formación de recursos humanos y la difusión de información sobre servicios tecnológicos disponibles.

“Colombia hacia un nuevo modelo productivo, sostenible y competitivo”, para el desarrollo y adopción de tecnologías para la transición energética. A su vez, ambos ministerios se encuentran también articulando para la creación de un centro de innovación para la transición energética.

En los últimos años, las acciones en cuanto a políticas para la transformación de la matriz de generación energética han seguido básicamente tres senderos. Por un lado, como ocurre con el caso de Chile (2021), reformando sus instrumentos legales para elevar el umbral de las metas esperadas en materia de porcentajes de participación de las fuentes renovables en la generación de energía, articulando además de un modo más decidido con políticas enmarcadas en la noción de “movilidad sustentable” (ver más abajo).

En segundo lugar, renovando y/o ajustando los instrumentos legales y de promoción dispuestos para ciertas fuentes específicas, en particular los biocombustibles. En el caso de Argentina, tras los 15 años de vigencia de la Ley 26.093, con la nueva Ley 27.640 de 2021, modificó el tamaño de las cuotas de mercado (se la elevó para el bioetanol y se la redujo para el biodiesel) definidas en las formulaciones iniciales y se preservó la exención impositiva (Impuesto a los Combustibles Líquidos (ICL) y por el Impuesto al Dióxido de Carbono (ICO<sub>2</sub>)). Mientras que Brasil sancionó, a finales de 2017, la ley N° 13.576, por medio de la cual instituyó su “Política Nacional de Biocombustibles (RenovaBio)”. Ese instrumento legal estableció que, cada año, se definirán las metas compulsivas de reducción de emisión de gases de efecto invernadero para la comercialización de combustibles, la regulación la emisión de los créditos de descarbonización para los productores de biocombustibles y la Certificación de Producción Eficiente de Biocombustibles, generando así las condiciones para la operación de un mercado en el que puedan transaccionar los distintos agentes del sistema. Este marco jurídico se complementa con iniciativas como la del Banco Nacional de Desarrollo Económico y Social (BNDES), que cuenta con una línea de crédito destinada a los productores de biocombustibles, cuya tasa de interés puede verse reducida en el tiempo en caso que la firma prestataria logre mejorar su Nota de Eficiencia Energético-Ambiental, definida por la agencia certificadora<sup>7</sup>.

#### **Recuadro 4 Innovaciones normativas para biocombustibles**

Japón actualiza periódicamente las normas, en el marco de la Ley de Fomento del Uso de Fuentes de Energía No Fósiles y del Uso Eficaz de las Materias Primas Energéticas Fósiles. Actualmente, las refinerías de petróleo japonesas están obligadas a utilizar 500 millones de litros de equivalente de petróleo crudo (LOE) de bioetanol. Asimismo, la notificación vigente sólo reconoce el combustible de aviación “sostenible” (SAF) como combustible biojet, permitiendo que el volumen de SAF derivado cuente dos veces para el objetivo de 500 millones de LOE.

Por su parte, la Ley de Reducción de la Inflación de Estados Unidos sancionada en 2022, ofrece créditos para la producción de biocombustibles de segunda generación a partir de materias primas cualificadas e incentivos para la venta o uso de combustible de aviación sostenible (SAF) a base de etanol, así como inversiones en proyectos de energía avanzada. Algunas de las empresas estadounidenses proyectan gasoductos para transportar el CO<sub>2</sub> capturado en las plantas de etanol y almacenarlo bajo tierra. La nueva ley amplía el crédito fiscal para el volumen de óxidos de carbono capturados y secuestrados, y eleva el valor del crédito para el secuestro y utilización del óxido de carbono.

Fuente: Elaboración propia.

<sup>7</sup> Los parámetros considerados para esa certificación no sólo contemplan a la eficiencia de la etapa industrial, sino también las características del proceso productivo de las materias primas utilizadas para la producción de biocombustibles, logrando así un interesante mecanismo para operativizar el enfoque de cadena en la agenda de sustentabilidad.

Y, en tercer lugar, apuntalando el desarrollo de nuevas alternativas renovables como fuentes de energía, que complementen las del siglo XX (hidráulicas y, en Argentina, Brasil y México, la nuclear) y las del siglo XXI (eólica, solar y biomasa). Esa búsqueda se acelera por la combinación de dos fenómenos: por un lado, como vimos, el incremento de las metas para el nivel de participación de las fuentes renovables en las matrices de generación eléctrica; y, por el otro, por la dificultad que, todavía hoy, genera el grado de intermitencia y variabilidad que presenta la generación en base a las fuentes eólica y solar. En esta línea se encuadra, por ejemplo, CEMIE océano, uno de los Centros Mexicanos para la Innovación. El centro desarrolla proyectos de I+D+i y de desarrollo de tecnologías en materia de energía por gradiente térmico, salino, del océano y corriente mareomotriz. La institución a cargo de dicho centro es el Instituto de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México, pero lo integran también la Secretaría de Energía, el CONACYT, una empresa (AXIS Energía), otras universidades, institutos de educación superior y centros de investigación.

#### Recuadro 5

##### La estrategia tecnológica para la captura del carbono

El Programa de Innovación Energética (2019) de Canadá, entrega contribuciones no reembolsables a través de convocatorias para 1+D sobre captura, utilización y almacenamiento de carbono; y el desarrollo de tecnologías que puedan descarbonizar la industria. También ofrece Ayudas a estudios de ingeniería y diseño de fase inicial (FEED) para proyectos de captura, utilización y almacenamiento de carbono (CCUS) que tengan el potencial de mitigar significativamente las emisiones. A través del programa los empresarios y empresas canadienses pueden ser beneficiarios de la convocatoria Breakthrough Energy Solutions Canada que aporta una inversión inicial de 40 millones de dólares con el objeto de impulsar tecnologías energéticas de vanguardia que puedan reducir significativamente las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero en el sector industrial, energético de transporte y de la construcción. El programa también incluye un llamado específico a expresiones de interés que tiene como objetivo caracterizar y desarrollar un almacenamiento permanente y seguro de CO<sub>2</sub> bajo la superficie, así como tecnologías que apoyen el transporte seguro y eficiente de CO<sub>2</sub> y las oportunidades de almacenamiento en todo Canadá.

Fuente: Elaboración propia.

Es en ese marco que asume un rol protagónico el hidrógeno verde, visualizado tanto como una alternativa a ser utilizada como fuente renovable de energía, y como un camino para el desarrollo de nuevos productos aguas abajo de la cadena.

#### a) El hidrógeno verde

Varios son los países de la región que han venido trazando estrategias para el despliegue de la industria del hidrógeno verde en los últimos años. Es el caso de Chile que, desde 2020, cuenta con una Estrategia Nacional Hidrógeno Verde<sup>8</sup>, cuya propuesta es un plan de largo plazo, que incluye tres etapas: promover el consumo doméstico a gran escala en el transporte de pasajeros/as, en el transporte utilizado en la minería, y en el transporte marítimo y aéreo, además de avanzar en la exportación. O Uruguay, que también desde ese año dispone de una Hoja de Ruta para el hidrógeno verde, la cual propone la instalación de una plataforma en el mar territorial para la producción en granjas eólicas. Por su parte, Brasil cuenta desde mediados de 2022 con el Programa Nacional de Hidrógeno (PNH<sub>2</sub>)<sup>9</sup>, que plantea entre sus objetivos promover la producción del hidrógeno verde como vector energético.

En el marco de estas estrategias, los países vienen llevando adelante diversas acciones para impulsar el desarrollo tecnológico, entre las que además ganan protagonismo las convocatorias

<sup>8</sup> [https://energia.gob.cl/sites/default/files/estrategia\\_nacional\\_de\\_hidrogeno\\_verde\\_-\\_chile.pdf](https://energia.gob.cl/sites/default/files/estrategia_nacional_de_hidrogeno_verde_-_chile.pdf).

<sup>9</sup> <https://h2lac.org/publicaciones/programa-nacional-de-hidrogeno-de-brasil/>.



organizadas en torno a retos tecnológicos específicos. Por ejemplo, en el caso de Chile, el Desafío de innovación 2022 implementado por el Ministerio de Energía y el Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación junto con la Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo ofertó alrededor de 324 mil dólares para cofinanciar proyectos (el monto indicado es por proyecto) destinados al “diseño, prototipado y testeado de uno o varios dispositivos que permitan maximizar la eficiencia de conversión y optimizar el acoplamiento de electrolizadores y generación renovable para la producción eficiente de hidrógeno verde”<sup>10</sup>. En esta misma dirección —aunque sin estar necesariamente enmarcada en una estrategia para el hidrógeno verde en Colombia—, Ecopetrol invirtió en 2022 unos 30 millones de dólares para dos convocatorias a proyectos de I+D en torno a retos definidos por la empresa, y que se canalizó a través de MinCiencias. Allí, uno de los proyectos adjudicatarios, liderado por la Universidad de Antioquia, apunta al aprovechamiento de los residuos generados en las plantas de tratamiento de agua para la obtención de hidrógeno verde.

Ahora bien, tratándose de una industria emergente, los esfuerzos también se extienden a la instalación de las primeras experiencias productivas, que generen efecto demostración y, a la vez, permitan la experimentación a escala de las nuevas tecnologías, de cara a la futura expansión de la producción. CORFO (Corporación de Fomento de la Producción) ha asignado financiamiento hacia finales de 2021 a seis proyectos de I+D+i destinados a empresas para la creación de la experiencia temprana en la producción de hidrógeno verde. Dicha intervención implicó una inversión total de \$50 millones de dólares para el desarrollo de plantas que produzcan hidrógeno verde, y la energía producida será aplicable para explosivos y transporte en minería, calefacción residencial, procesos industriales en la siderurgia, entre otros<sup>11</sup>. Mientras que, en el caso de Uruguay, en el marco de la Hoja de Ruta del Hidrógeno, se creó el Fondo Sectorial de Hidrógeno (2021), del que participan el Ministerio de Industria, Energía y Minería, el Laboratorio Tecnológico del Uruguay (LATU) y la Agencia Nacional de Investigación e Innovación (ANNI). La primera convocatoria se realizó en 2022 en modalidad concurso y brindaba un subsidio a la operación de 10 millones de dólares a 10 años, para concretar la producción de hidrógeno verde en el país.

En Argentina, a través de una convocatoria del Fondo Argentino Sectorial (FONARSEC) de la Agencia I+D+i del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, se destinaron 700 mil dólares<sup>12</sup> para un proyecto asociativo entre YPF TECNOLOGÍA (Y-TEC) y diversas instituciones del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), cuyo objetivo es la producción de hidrógeno verde, a partir del desarrollo de un electrolizador de alta potencia. Se trataría de la primera experiencia en el país en el desarrollo y producción de un electrolizador “que genere hidrógeno a escala industrial, y será utilizado en la sustitución de combustibles fósiles en la industria siderúrgica de la empresa Tenaris/Siderca, adoptante de la tecnología”<sup>13</sup>. Mientras que en Brasil se lleva adelante el proyecto ProQR-Promoción de Combustibles Alternativos sin Impacto Climático. El proyecto se lleva a cabo en el marco de una colaboración entre la Cooperación Alemana para el Desarrollo Sostenible, a través de la agencia alemana Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (Giz), y el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación de Brasil (MCTI). Actualmente, el ProQR apoya en Brasil la ejecución de tres proyectos de PtL SAF<sup>14</sup> a escala de laboratorio. El más avanzado es el resultado de un convenio entre la Giz y el Instituto Senai de Innovación en Energías Renovables, co-financiado por el Servicio Nacional de Aprendizaje Industrial (Senai) en Natal (Rio Grande do Norte).

<sup>10</sup> <https://desafiospublicos.cl/desafios/desafio-de-innovacion-2022-ministerio-de-energia/>.

<sup>11</sup> [https://www.corfo.cl/sites/cpp/sala\\_de\\_prensa/nacional/27\\_12\\_2021\\_ganadores\\_hidrogeno\\_verde](https://www.corfo.cl/sites/cpp/sala_de_prensa/nacional/27_12_2021_ganadores_hidrogeno_verde).

<sup>12</sup> 150 millones de pesos argentinos, según la cotización oficial del Banco Central Argentino al 16 de marzo de 2023.

<sup>13</sup> Al respecto, consultar: <https://www.argentina.gob.ar/noticias/tecnologia-nacional-para-la-produccion-de-hidrogeno-partir-de-fuentes-renovables#:~:text=El%20hidr%C3%B3geno%20verde%20generado%20a,fuentes%20de%20energ%C3%ADa%20renovables%20de>.

<sup>14</sup> Ese combustible, llamado Power-to-Liquids (PtL) es un hidrocarburo líquido elaborado a partir de energía eléctrica, agua y CO<sub>2</sub>, que puede extraerse de la atmósfera, o recolectarse en chimeneas o en actividades industriales y de producción y refinado del petróleo.

### Recuadro 6 Iniciativas para el hidrógeno verde en el mundo

Finlandia financia proyectos que reemplazan el uso de combustibles fósiles en la industria o el transporte a través de la producción de hidrógeno bajo en carbono mediante la convocatoria Low-carbon hydrogen and carbon capture and utilisation (2022).

Australia invierte actualmente en el desarrollo de Townsville Hydrogen Hub y el Programa Regional Hydrogen Hubs, para el establecimiento de centros de hidrógeno en diversos territorios.

China pretende contar con alrededor de 50.000 vehículos de pila de combustible de hidrógeno en sus carreteras para 2025. Para ello establece desde 2022 subsidios de hasta 5 millones de yuanes (aproximadamente 728.100 dólares) por proyecto en campos como la producción avanzada de hidrógeno, almacenamiento y transporte e instalaciones de reabastecimiento de hidrógeno. Para 2023, el país asiático pretende tener entre 5 y 8 empresas influyentes a nivel mundial en el sector del hidrógeno. En la actualidad, China cuenta con 275 estaciones de repostaje de hidrógeno, la mayor cantidad en el mundo.

Estados Unidos mediante la Ley de Reducción de la Inflación (IRA, 2022) prevé la creación del nuevo Crédito Fiscal para la Producción de Hidrógeno Limpio (H<sub>2</sub>PTC), proporcionando U\$S 13 mil millones en toda la industria durante los próximos 10 años. El HM<sub>2</sub>PTC proporciona hasta U\$S 3 por kilogramo de hidrógeno producido en una instalación determinada. En marzo de 2023, el Departamento de Energía (DOE) de EEUU anunció la disponibilidad de 750 millones de dólares para esfuerzos de investigación, desarrollo y demostración (RD&D) que reduzcan el coste del hidrógeno limpio. Esta financiación es la primera fase de los 1.500 millones de dólares de la Ley Bipartidista de Infraestructuras (BIL) dedicados al avance de las tecnologías de electrólisis y la mejora de las capacidades de fabricación y reciclado. El programa prevé el desarrollo de centros regionales de hidrógeno bajo en carbono (H<sub>2</sub>Hubs) con la intención de crear redes de productores de hidrógeno, consumidores e infraestructura conectiva local para acelerar el uso del hidrógeno como portador de energía limpia y alcanzar el objetivo de una red eléctrica 100% limpia para 2035 y cero emisiones netas de carbono para 2050.

Fuente: Elaboración propia.

## b) Movilidad

La transformación de la matriz energética sería parcialmente en vano si los sectores más demandantes de combustibles no pudiesen alimentarse de las nuevas fuentes de energía. Mientras que en las cadenas ya basadas en el uso de energía eléctrica ello no presenta mayores obstáculos, en las que se apoyan en el consumo de gas y —de manera más urgente por su mayor impacto ambiental— combustibles derivados del petróleo, eso representa un desafío. Y allí sobresale la industria de la movilidad, que concentró en 2020 el 61,6% del consumo de combustibles, según datos de la Agencia Internacional de Energía (IEA por sus siglas en inglés).

La transformación de los medios de transporte plantea la necesidad de un abordaje sistémico. Por un lado, se requiere un cambio tecnológico radical, que permita su propulsión en base a nuevas fuentes, lo que a su vez supone una modificación sustantiva de la cadena de valor que, en el caso de la industria automotriz, se encuentra entre las más complejas de los bienes industriales. A su vez, exige el despliegue de inversiones complementarias para disponer de la infraestructura de carga necesaria para que los nuevos medios de transporte no vean sensiblemente reducidos los niveles de autonomía alcanzados hasta hoy. Y, por último, requiere innovaciones económico-financieras para facilitar su adopción (es decir, para promover la demanda), en particular en el sector transportista, puesto que se invierten los términos de la ecuación: el gasto de capital (la compra del medio de transporte) se eleva significativamente *vis a vis* el gasto variable (en combustible).

Como veremos, la región ha avanzado por esos senderos en los últimos años. En ese proceso, dos aspectos distinguen a este vertical de los otros dos presentados en esta sección. Por un lado, para los pocos países de la región que cuentan con una cadena de proveedores de dimensión ligada a la industria automotriz, esta agenda plantea un desafío significativo, por cuanto muchos de ellos dejan de tener lugar en las cadenas basadas en las nuevas fuentes de energía. En este sentido, la matriz productiva disponible puede generar dinámicas de tipo lock-in para el avance de procesos de innovación verde. Ello quizá explique que algunas de las iniciativas planteadas en esos países, como la Rota 2030 en Brasil, enmarque la promoción a la producción de los nuevos medios de transporte en una perspectiva más general, que apoye también las innovaciones que tornen más eficientes a los medios con motor a combustión. Por el otro, el proceso de toma de decisiones sobre las inversiones a realizar para ir construyendo la nueva oferta está relativamente concentrada en un acotado número de empresas globales (las provenientes de la industria automotriz a combustión y los nuevos jugadores que nacen bajo el nuevo paradigma), cada una de las cuales sigue su propia estrategia. De allí que los incentivos presuntamente sectoriales tienden a tornarse, en la práctica, dirigidos a ciertas compañías.

El protagonismo de las economías de escala en esta industria explica entonces que la mayor parte de los países de la región aborden esta agenda desde la perspectiva de la adopción de los nuevos medios de transporte y el despliegue de la infraestructura complementaria. Y lo hacen, sobre todo, a través de la provisión de incentivos económicos y, en menor medida, facilidades para la experimentación.

Muchas veces, esos incentivos económicos están instituidos por ley, lo que tiende a asegurar una mayor disponibilidad en el tiempo y, generalmente, un carácter más automático. Tal es el caso de la Ley de Eficiencia Energética de Chile (2021)<sup>15</sup>, la Ley de Transición Energética de Colombia (2021)<sup>16</sup> o la Ley de Inversiones de Uruguay (2018)<sup>17</sup>. Ello se complementa con créditos subsidiados para el reemplazo del parque automotor del sector transportista por vehículos a batería o que usen combustibles sustentables. En Chile, por ejemplo, se encuentra el “Crédito para Electromovilidad”, que incluye utilitarios, scooter, bicicletas, motos y triciclos; y, en particular, el programa “Mi taxi eléctrico”, destinado a ese sub-sector. En Brasil, los incentivos van más allá del sector automotor, e incluye al ferroviario y la aeronavegación, como el Programa Frota, que promueve el reemplazo de locomotoras en la industria ferroviaria.

En Chile y Colombia, los incentivos para el despliegue de la infraestructura de carga también fueron instituidos por ley. La Ley de Transición Energética colombiana otorga una exoneración fiscal a las estaciones de carga a combustión que incluyan la infraestructura de carga para vehículos eléctricos. Lo mismo se aplica en Chile, en el marco de la Ley de Eficiencia Energética. Allí, el Ministerio de Energía utiliza también fondos propios para el desarrollo de infraestructura para la carga de vehículos eléctricos en zonas rezagadas en las que la escala de ventas es baja, por lo que las empresas distribuidoras no tienen incentivos en términos de demanda para desarrollar estaciones de carga eléctrica. En Uruguay, en cambio, esto fue promovido a través del programa “TuVe” del Proyecto “Moves”, que generó convocatorias para que empresas utilicen a modo de prueba vehículos eléctricos y/o instalen estaciones de carga, alcanzando alrededor de setenta empresas.

---

<sup>15</sup> Para quienes posean vehículos eléctricos, se estableció la exención del pago de permisos por circulación durante dos años (impuesto variable, en función del valor del vehículo), que luego comenzará a abonarse de manera gradual (25% el tercer y cuarto año, 50% los dos siguientes y 75% el séptimo y octavo año). La ley definió además parámetros promedio en términos de eficiencia energética para los medios de transporte, y estableció que en el caso de los vehículos 100% eléctricos o híbridos enchufables, las concesionarias podrán contabilizar su rendimiento por hasta tres veces su valor.

<sup>16</sup> Establece exoneraciones fiscales para las empresas de transporte público que comiencen a incorporar medios de transporte eléctricos.

<sup>17</sup> Otorga beneficios fiscales a las empresas que reemplacen sus vehículos de carga y de pasajeros por otros de consumo eléctrico, incentivo que aplica también a las empresas arrendadoras.

Finalmente, se encuentran las políticas que atañen al segmento proveedor de los medios de transporte. Allí se encuentra, en primer lugar, la Ley Ruta 2030 de Brasil (2021), que además de obligar a las empresas productoras de vehículos y de toda la cadena de valor (como autopartes) a desarrollar planes de disminución de consumo de energía, propone incentivos fiscales para las empresas que desarrollen autos más eficientes, como los que reemplacen el uso de energías a combustión por energía más limpia. Rota 2030 es una remodelación del extinto programa de incentivos Inovar Auto. Inovar Auto preveía una reducción significativa del Impuesto sobre los Productos Industrializados (IPI) en la venta del vehículo, sólo cuando el fabricante de automóviles cumplía una serie de obligaciones ligadas, fundamentalmente, a la inversión en I+D+i, el cumplimiento del Programa de Etiquetado de Vehículos y el alcance de ciertos niveles de eficiencia energética. Rota 2030 sigue una línea estratégica similar, pero se extendió a los sectores de autopartes y sistemas estratégicos para la producción de vehículos, no limitándose únicamente a los fabricantes de automóviles.

En Costa Rica, el incentivo económico está contenido en la Ley de Incentivos y Promoción para el Transporte Eléctrico (2022), que descuenta el impuesto al valor agregado a las empresas que produzcan o ensamblen autos eléctricos (y que cuenten, al menos, con 20% del valor agregado de origen nacional). Finalmente, existe en Argentina un proyecto de Ley de Movilidad Sustentable que espera ser tratado en el Congreso y que, como la de Brasil, ofrece incentivos fiscales para fomentar la demanda y oferta de vehículos más sustentables. La ley plantea la creación de una Agencia Nacional de Movilidad Sustentable, cuya misión principal sería promover el desarrollo científico, tecnológico y volcarlo al sistema productivo de la Movilidad Sustentable y que se financiaría con fondos del impuesto a los combustibles líquidos y al dióxido de carbono.

#### **Recuadro 7 Movilidad aérea sustentable**

En el marco de los desafíos que guían los programas aeronáuticos de la Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio (NASA) de Estados Unidos, se desarrolla el Proyecto de Tecnología Avanzada de Transporte Aéreo (AATT), cuyo objetivo es explorar y desarrollar tecnologías y conceptos que hagan posible el diseño de transporte subsónicos de ala fija (pasajeros, carga, doble uso militar) que puedan ofrecer una mejora en términos de eficiencia energética y aviación sostenible. En este marco, durante 2022 la NASA inició la búsqueda de un socio del sector privado que le ayude a diseñar, construir, probar y hacer volar un demostrador sostenible a gran escala mediante el Programa Sustainable Flight Demonstrator (SFD), que promueve el compromiso de la industria de la aviación civil de alcanzar cero emisiones netas de carbono para 2050. En 2023, la empresa Boeing fue seleccionada para dirigir el desarrollo y las pruebas de vuelo de un avión de demostración Transonic Truss-Braced Wing (TTBW) a escala real.

En Brasil, a finales del 2022 la empresa Embraer lanzó la línea de aviones sustentables denominada "Energía". Con el objetivo de alcanzar la descarbonización en 2050, se proyecta lanzar un avión en 2030 que utilice energía híbrida-eléctrica, y otro en 2035, que utilizaría energía eléctrica de hidrógeno. El primer caso reduciría las emisiones de dióxido de carbono hasta un 90%, mientras que el último sería neutro en términos de emisiones.

Fuente: Elaboración propia.

Una estrategia alternativa para que la transición a la movilidad sustentable involucre no sólo modernización tecnológica, sino también capacidades de desarrollo local, es la de Chile. A partir de estudios realizados entre el Ministerio de Energía y el de Transporte, se concluyó que no existían oportunidades para avanzar en la producción de vehículos eléctricos y que, a la vez, el alto costo de importación de dichos vehículos implica altas barreras de acceso. De allí que se visualizase una oportunidad en la conversión de los vehículos "tradicionales". Para explotarla, dos Start-ups (Movener y Reborn Electric Motors), con apoyo de CORFO y con la ayuda de la empresa Enel, convirtieron en 2016 el primer ómnibus para el transporte público, que luego de varios años de prueba recibió en 2022 la autorización del Ministerio de Transporte para transitar por la vía pública y que llevó a Reborn Electric Motors a instalar una planta una fábrica de producción. A la vez, están avanzando en conversiones de

automóviles de hasta 300 km de autonomía por carga. En este marco se ubica también el naciente Centro de Aceleración Sostenible de Electromovilidad, liderado por la Universidad de Chile, y que iniciara sus actividades a finales de 2022. La propuesta, desarrollada junto a la Agencia de Sostenibilidad Energética, otras universidades, la consultora internacional EY (ex Ernst & Young) y el Centro Mario Molina, cuenta con un portfolio de más de 20 proyectos en cartera para desarrollo tecnológico, formación de capital humano, y otras áreas<sup>18</sup>.

En la región existen convocatorias preexistentes de carácter horizontal que incorporaron la sustentabilidad como eje diferenciador, tal como la **FINEP Sustentabilidade** (Brasil) o la recientemente relanzada por FONARSEC de **Proyectos Estratégicos para el Desarrollo Sostenible** (Argentina). Sin embargo, en el marco del presente trabajo no se hallaron iniciativas que apunten a procesos de transición industrial en otros sectores que no fuese el de medios de transporte. A nivel internacional Alemania y Estados Unidos presentan, en cambio, ejemplos en esa dirección.

#### Recuadro 8

##### Sustitución de insumos y materiales para una industria más sustentable

Alemania proporciona financiación estatal específica para la introducción de tecnologías de hidrógeno en diferentes sectores de la industria, en el marco del Programa "*Wasserstoffeinsatz in der Industrieproduktion*" (uso de hidrógeno en la producción industrial). Como parte de este programa, se desarrolla el Steel Action Concept que tiene por objetivo el uso de hidrógeno en la industria del acero, a través de subvenciones y créditos que se extienden hasta 2024. Además, dentro de la nueva estrategia de alta tecnología alemana, se encuentra el Programa "*Vom Material zur Innovation*" (del material a la innovación), que destina fondos no reembolsables para diferentes convocatorias, entre las que se destacan Material Hub Initiative, destinada a innovaciones que aumenten la eficiencia de los recursos y los materiales, y en la sustitución de materias primas críticas para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero e importaciones. Y la convocatoria *KMU-innovator* que pretende fortalecer el potencial de innovación de las pequeñas y medianas empresas en materiales para ingeniería eléctrica; el uso sostenible de materias primas y recursos; y materiales para movilidad y transporte.

Estados Unidos pretende avanzar en la reducción de las emisiones del sector industrial a través de incentivos económicos destinados a las industrias difíciles de descarbonizar, como las fábricas de cemento y acero. El Programa de Demostraciones Industriales (2023) concederá subvenciones competitivas a los desarrolladores de tecnología, la industria, las universidades y otros, para sufragar hasta el 50% del coste de los proyectos destinados a reducir las emisiones de la industria. La financiación procede de la ley de infraestructura (2021) y de la Ley de Reducción de la Inflación (2022), e incluye además de las industrias mencionadas, la producción de productos químicos, cerámica y papel.

Fuente: Elaboración propia.

### c) Transición agrícola

Varios de los principales impactos ambientales negativos derivados del modelo de producción agrícola predominante están asociados al uso de fertilizantes y agroquímicos. La aplicación en exceso de este tipo de agroinsumos convencionales conlleva aparejadas externalidades negativas, tales como la degradación de los suelos (Zhang et al., 2020), la emisión de gases de efecto invernadero (Hickman et al., 2021), la contaminación de cuerpos de agua (Martínez-Dalmau et al., 2021) e impactos negativos sobre la fauna silvestre (Tosi et al., 2022). En este contexto, impulsados más recientemente por el incremento del costo de los fertilizantes como consecuencia de la guerra en Ucrania (2022), los gobiernos de la región han acentuado su interés en promover el desarrollo y la adopción de los bioinsumos, que además pueden contribuir a regenerar la salud del suelo y proveer servicios ambientales por la vía de la fijación de carbono.

<sup>18</sup> <https://www.revistaei.cl/2023/01/24/centro-de-aceleracion-sostenible-de-electromovilidad-en-abril-partiria-ejecucion-de-proyectos/#>.

En ese camino, tal como aconteció en su momento con los organismos genéticamente modificados, uno de los primeros aspectos relevantes atañe al establecimiento de las reglas que regulan el funcionamiento del mercado. En ese sentido, las acciones desplegadas tienden a concentrarse sobre tres planos. En primer lugar, los requisitos que deben cumplirse para el registro de productos, ya sea bajo la forma de biofertilizantes (bioestimulantes) o biocontroladores. En segundo lugar, la reglamentación a nivel nacional de los lineamientos acordados por los países suscriptores del Protocolo de Nagoya, que establece condiciones para el acceso a los recursos genéticos y la distribución de los beneficios resultantes de su aprovechamiento. Y en tercer y último lugar, lo concerniente a la regulación de la producción para autoconsumo (por vía de la instalación de biofábricas a nivel intrapredial), discusión que hasta aquí se ha desarrollado únicamente en el Congreso brasilero.

Complementariamente, varios países de la región vienen desplegando iniciativas para promover la ampliación y diversificación de la oferta. Por un lado, apoyando las capacidades de investigación y desarrollo, en especial a través de los Institutos Nacionales de Tecnología Agropecuaria. En Chile, el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), dependiente del Ministerio de Agricultura, inauguró recientemente el Centro Nacional de Bioinsumos, destinado a canalizar las investigaciones hacia el desarrollo de productos de escala piloto y precomercialización; y creó también su primera Empresa con Base Científica-Tecnológica (EBCT), llamada Endomix. Mientras que en Colombia, además del activo rol de AGROSAVIA en materia de investigación, desarrollo, capacitación y sensibilización<sup>19</sup>, el Minciencias tiene entre sus ejes estratégicos para convocatorias a la bioeconomía ("Bioeconomía para una Colombia potencia viva y diversa hacia una sociedad impulsada por el conocimiento"). Y entre los retos que se propusieron en la convocatoria, se incluyó el desarrollo de bioproductos que hagan uso sustentable de la biodiversidad.

En Brasil<sup>20</sup>—el país con mayor grado de desarrollo de esta industria—EMBRAPA juega un rol central, tanto para el desarrollo como para la demostración de nuevas tecnologías, implementando, para esto último, centros de demostración con el apoyo de otras instituciones, como la Agencia Nacional de Asistencia Técnica y Extensión Rural (ANATER). Pero también la UNIDAD EMBRAPA de biocontroladores de plagas agrícolas perteneciente a la Universidad de Sao Paulo juega un papel protagónico. Esta Unidad cuenta ya con varias decenas de proyectos de I+D junto al sector privado, y fue recientemente capitalizada por EMBRAPA con más de 18 millones de reales provenientes del Fondo aportado por el BNDES, que fuera anunciado en 2021 en el marco de la COP26 y que es destinado a fomentar innovaciones en ciertas áreas estratégicas para la sustentabilidad ambiental: bioeconomía forestal, biocombustibles y economía circular. Y también los estados subnacionales intervienen en esta agenda: en Goiás (Brasil), el Estado ha invertido 20 millones de reales para la creación de un Centro de Excelencia en Bioinsumos (CeBio), que incluye el financiamiento de un conjunto de biofábricas para una red de Unidades de Referencia en Bioinsumos y Unidades de Transferencia de Tecnologías conformada por universidades federales y estatales.

Esta integración entre las capacidades de desarrollo y transferencia que plantea la CeBio encuentra su expresión más extendida en Cuba, que desde la década de 1980 promueve desde el estado la producción masiva de bioinsumos. Para ello, el país caribeño articula la red de I+D nacional, que abarca a institutos de investigación de grupos empresariales (ajustados a cada grupo de cultivos), 76 estaciones territoriales de sanidad vegetal (ETPP) y 14 laboratorios de sanidad vegetal (para asesoría, suministro de cepas certificadas y ecotipos de agentes de biocontrol, control de calidad), universidades (posgrados específicos, formación universitaria que integra ingeniería fitosanitaria en formación de ingenieros agrónomos, formación técnica, aulas-escuela), el Instituto de Suelos (protagonista en producción de biofertilizantes) y cooperativas. Parte de su producción nacional se basa en 4 plantas

---

<sup>19</sup> Lanzó junto a la Agencia de Desarrollo Rural (AGD), la campaña "Consumo Bioinsumo" para concientizar a la población sobre la importancia del uso de insumos biológicos en la agricultura.

<sup>20</sup> En 2020, Brasil creó el Programa Nacional para el Desarrollo de Bioinsumos (PNB). Entre otras acciones, cabe destacar la creación de una Red de Innovación de Bioinsumos, enfocada en la sistematización de colecciones de microorganismos en el país, con la participación de académicos, propietarios de colecciones, empresas y startups. se está trabajando en la creación de una plataforma de biofablabs.

industriales que producen biocontroladores microbianos por fermentación, y que forman parte del grupo empresarial BIOFAM. Actualmente, el país se encuentra ejecutando un proyecto para el montaje y puesta en funcionamiento de una nueva planta de mayor escala, que le permitirá obtener bioinsumos de formulación sólida y abastecer alrededor del 80-90% de la superficie cultivada del país.

Más recientemente, también comenzaron a observarse iniciativas tendientes a acelerar el escalamiento de las nuevas soluciones de base biológica por parte del sector privado. México lanzó en 2021 la segunda convocatoria del Fondo de Aceleración para la Bioeconomía, que otorga financiamiento y asesoría técnica, para la producción de bioinsumos y bioproductos para la conservación de la biodiversidad. El objetivo del Fondo es promover la aceleración de empresas que contribuyan a la cadena de valor de manera sustentable, que por su estado de madurez no pueden financiarse a través de créditos que se ofrecen en el mercado. Mientras que en Argentina, durante el presente año se lanzó desde la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación la primera convocatoria del Programa de Bioinsumos Agropecuarios Argentinos (PROBIAAR), que apunta a potenciar el desarrollo, producción, procesamiento, registro, comercialización y consumo de bioinsumos de uso agropecuario mediante el otorgamiento de Aportes no Reembolsables<sup>21</sup> a proyectos de empresas, asociaciones de productores y cooperativas y entidades públicas.

Aquí también se encuentran casos interesantes de intervenciones desde la esfera subnacional. En la provincia de Santa Fe (Argentina), se lanzó el 2021 la convocatoria para la Ampliación de las Capacidades para Centros de Desarrollo y Aceleración de Tecnologías (CDAT). Varios de los proyectos correspondieron a espacios de incubación para start-ups biotecnológicas, algunos de los cuales están impulsados por aceleradoras (CITES) o grupo de empresas (Uovo, de Terragene) que cuentan a los bioinsumos en su portafolio de inversión. En la misma dirección, Santa Fe fue la primera provincia argentina en capitalizar un fondo de *venture capital* (SF500), cuyo principal accionista es la empresa BIOCERES. El fondo se focaliza también en el área de ciencias de la vida y ya cuenta con dos start-ups de bioinsumos en su portafolio de inversiones.

#### Recuadro 9

##### Alternativas no biológicas para la transformación verde del agro

El Programa Agri-PV de Israel (2020) ofrece a empresarios y agricultores la posibilidad de solicitar cuotas para proyectos piloto de instalaciones agrovoltaicas. Estas instalaciones facilitan una sinergia entre la agricultura y la generación de electricidad, ya que por un lado se produce electricidad sin que se demanden espacios abiertos adicionales, y por otro, se genera un sombreado que contribuye a mejorar el rendimiento y la calidad agrícolas, o incluso al desarrollo de cultivos en zonas que antes no eran aptas para el cultivo. Además de facilitar el aprovechamiento de tecnologías que permiten optimizar el consumo de agua y reducir los daños del frío y el calor extremos. El programa consta de financiamiento en dos partes: una instalación de programa piloto que presentan los empresarios y las entidades agrarias, y una propuesta de investigación complementaria para examinar la sostenibilidad del rendimiento de la agricultura de la mejor manera posible. Las propuestas son seleccionadas de manera conjunta por los Ministerios de Energía y de Agricultura y Desarrollo Rural, e intervienen colaborativamente la Autoridad de Electricidad y la Autoridad de Tierras de Israel.

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, además de los bioinsumos, Brasil presenta también algunas otras iniciativas para la transformación verde de las actividades agropecuarias, asociadas por ejemplo a la captura de metano en el sector ganadero. En 2021 puso en vigencia un sello de certificación desarrollado por Embrapa,

<sup>21</sup> Donde el porcentaje de financiamiento va desde el 40% para los proyectos de empresas de mayor tamaño, al 100% para microempresas, asociaciones sin fines de lucro e instituciones públicas.

denominado carne carbono neutral y utilizado para la producción de ganado vacuno en sistemas silvopastoriles. En este sistema, los árboles, plantados en medio del pasto, neutralizan el metano exhalado por los animales. Los productos cárnicos neutros en carbono llegarán a los consumidores a través de una línea de cortes denominada de carne Viva, que fue lanzada junto con la certificación y es el resultado de una asociación público-privada entre el grupo frigorífico Marfrig y Embrapa, que desarrolló el protocolo para la neutralización de las emisiones de metano. La compensación se garantiza mediante certificación y verificación por auditorías independientes. Se trata de la primera línea de carnes con atributos de sostenibilidad. El productor que adopta la carne neutra en carbono se ve beneficiado del aumento de la productividad, la recuperación de pastos degradados, el confort térmico para el animal y la adopción de un sistema sostenible, económicamente viable.

#### Recuadro 10

##### Alternativas circulares para la captura del metano

A nivel global, se destaca la iniciativa de Nueva Zelanda, mediante el denominado “impuesto ganadero” que busca imponer, a partir de 2025, una tasa a las emisiones por los eructos de ovejas y vacas de los ganaderos neozelandeses. El monto a pagar aún no ha sido establecido y el impuesto pretende fijarse cada uno o tres años con el asesoramiento de la Comisión del Cambio Climático y los mismos productores. A su vez, el gobierno estableció que aquellos agricultores que lleven a cabo prácticas amigables recibirán el pago de incentivos. El dinero que se recaude será devuelto a la industria mediante la financiación de nuevas tecnologías, investigación e incentivos para los trabajadores del campo. El dinero que se recaude mediante el impuesto será invertido en la industria para la financiación de investigación, desarrollo y adopción de nuevas tecnologías. La propuesta, abierta a consulta hasta noviembre de 2023, recibió críticas de grupos agrícolas.

Fuente: Elaboración propia.

## B. Propósito “Eficiencia”

### 1. Eficiencia energética

Como se mencionara anteriormente, la innovación verde involucra el desarrollo y adopción de nuevos o mejorados productos, procesos o modelos de negocios que contribuyan a la mitigación de los efectos negativos que el quehacer productivo genera sobre el medio ambiente. Ello puede resultar, en forma simplificada, de la sustitución de insumos con mayores externalidades negativas, como vimos en la sección anterior; o del aumento de la “productividad ambiental” (entendida aquí como un menor consumo de insumos por bien o servicio producido; o un mayor aprovechamiento de los recursos). En este último sentido, no resulta sorprendente que —dado su protagonismo en la agenda para la transformación verde, pero también su incidencia transversal en la estructura de costos de los más diversos sectores productivos, haya sido la eficiencia en el uso de los recursos energéticos el abordaje que más se haya difundido.

La región presenta algunas experiencias interesantes en cuanto a la utilización de la regulación para inducir cambios tecnológicos (“duros” o “blandos”) en los actores productivos. En ese sentido, a principios de 2021 Chile aprobó su primera **Ley de Eficiencia Energética**, a través de la cual se aspira lograr una reducción de la intensidad energética del 10% para 2030, un ahorro acumulado de US\$15.200 millones y una reducción de 28,6 millones de toneladas de CO<sub>2</sub><sup>22</sup>, contribuyendo con más de un 35% de la meta en materia de reducciones de gases de efecto invernadero para 2050<sup>23</sup>.

<sup>22</sup> <https://construye2025.cl/2021/05/27/ley-de-eficiencia-energetica-en-edificacion/#:~:text=De%20esta%20manera%2C%20a%20ley,la%20recepti%C3%B3n%20final%20o%20definitiva.>

<sup>23</sup> <https://energia.gob.cl/electromovilidad/ley-eficiencia-energetica.>



Uno de los aspectos distintivos de esta ley es la exigencia para los grandes consumidores, mayormente de los sectores mineros y alimenticios, de contar con un equipo profesional encargado de diseñar, informar e implementar planes de gestión energética, que permitan disminuir de manera sistemática el consumo. La tasa a la que deben disminuir el consumo la fija el Ministerio de Energía, en función del sector al que pertenece la empresa, su nivel de consumo al momento de aplicarse la Ley, u otras cuestiones que el ministerio considere como relevantes. La mayor parte de las empresas alcanzadas por esa obligación ya cuentan con esas capacidades al interior de sus organizaciones, y el nivel de mejora exigido se encuentra alineado con las tasas de retorno esperadas para inversiones “tipo” destinadas a modernización tecnológica para una mayor eficiencia energética. Por lo que la regla busca, fundamentalmente, operar sobre aquellos actores que no están siguiendo las propias señales del mercado.

La ley contempla también orientaciones específicas para el sector de la construcción. Las edificaciones nuevas tendrán un etiquetado como el que hoy tienen los electrodomésticos o vehículos, que será requisito para obtener la recepción final de la obra y que deberá incluirse en toda publicidad de venta que realicen empresas. Además, la ley crea el registro de evaluadores, quienes serán los autorizados para efectuar las calificaciones energéticas de las edificaciones<sup>24</sup>. Y, como vimos, para el sector transportista, pues fija estándares de eficiencia energética para el parque de vehículos nuevos, considerando no sólo a los livianos y medianos (de posible uso no comercial), sino también a los pesados. La medición será en kilómetros por litros de gasolina equivalente y se informará su equivalencia en gramos de CO<sub>2</sub> por kilómetro de acuerdo con la homologación o certificación de éstos, siendo los responsables de su cumplimiento los importadores y representantes de cada marca de vehículos comercializados en Chile.

En términos de incentivos económicos, existen diversas herramientas en la región que financian el recambio de equipos para lograr un uso más eficiente de la energía y, por esa vía, inducir también una caída de los costos de producción. La **Ley de Transición Energética (2021) de Colombia** dispone de un incentivo fiscal (descuento del impuesto al valor agregado) para las inversiones que impliquen la adquisición de equipos que utilicen fuentes no convencionales de energía o que promuevan una gestión eficiente de la energía. Esto aplica a todas las industrias, incluidas las de servicios. El listado de equipos que aplican a la medida se registra mediante el Programa de Uso Racional y Eficiente de energía y Fuentes No Convencionales, y la gestión queda a cargo de la Unidad de Planeación Minero-Energética del Ministerio de Minas y Energía. Asimismo, la ley colombiana incluye también un sello de producción limpia que se otorga a las empresas que utilizan energía de fuentes no convencionales de energías renovables. Para su acceso, la empresa o industria debe comunicar su contribución a la reducción de gases de efecto invernadero en su proceso productivo al Registro Nacional de Reducción de Emisiones de Gases Efecto Invernadero (Renare).

En **Uruguay**, los **Certificados de Eficiencia Energética** que otorga el Ministerio de Industria, Energía y Minería (MIEM) conllevan un ingreso monetario equivalente al ahorro de energía que resulta de la implementación de medidas de eficiencia energética. Para el acceso al certificado, la empresa debe haber adquirido equipos nuevos y validar, luego de un año, el cumplimiento de la condición de eficiencia energética (en términos de la relación costo/beneficio) a través de un Agente Certificador de Ahorros de Energía registrado en el MIEM. El monto es variable, en función del ahorro estimado del proyecto de inversión que calcula el MIEM, y que pondera en función de la vida útil del proyecto. Y en **Argentina**, se encuentra el **PAC Eficiencia Energética**, que constituye un aporte no reembolsable para MiPyMEs que desarrollen proyectos de innovación y modernización tecnológica para el ahorro de energía. Este incluye el financiamiento para tres tipos de inversiones, que implican —según el orden presentado— de menores a mayores montos de subsidio: elaboración de diagnósticos para el desarrollo de proyectos de inversión; la inversión en herramientas de gestión, por un lado, y tecnológicas, por el otro, para el uso

---

<sup>24</sup> <https://construye2025.cl/2021/05/27/ley-de-eficiencia-energetica-en-edificacion/#:~:text=De%20esta%20manera%2C%20la%20ley,la%20recepci%C3%B3n%20final%20o%20definitiva.>

eficiente de la energía; y/o la autoproducción (estas últimas contempladas en el Sistema de Gestión de la Energía de la Secretaría de Energía del Ministerio de Economía).

Cabe destacar también una iniciativa impulsada por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) e implementada en varios países de la región, denominada **Seguro de Ahorro de Energía (ESI)**. La iniciativa, aplicada en Chile, Colombia y México<sup>25</sup>, apunta a reducir la incertidumbre que supone la inversión en nuevas tecnologías para la firma. Consiste en un crédito verde (con un calendario de pagos adecuado al ciclo de negocios) brindado por el Banco, que cuenta con un seguro contratado por el proveedor del equipamiento. Al contar con este seguro, el proyecto de inversión se beneficia con la validación de una certificadora, que se encargará de evaluar los parámetros técnicos propuestos para la instalación del equipamiento. El ESI también se utiliza para la adopción de tecnologías para la autogeneración de generación por medio de fuentes renovables.

Finalmente, existen iniciativas que se concentran en sensibilizar, capacitar y asistir empresas. En **México**, la Comisión Federal de Electricidad (CFE) —empresa pública encargada de la provisión de energía eléctrica— lleva adelante el programa de **Eficiencia Energética en Empresas del Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica (FIDE)**. El programa brinda asesoría y asistencia técnica —con y sin financiamiento—, para la modernización de instalaciones, desarrollo y aplicación de nuevas tecnologías. Mientras que el programa **SustentAr (2022), de Brasil**, está destinado a difundir las buenas prácticas de gestión medioambiental en las compañías aéreas nacionales y a reconocer las iniciativas proactivas vinculadas a la sostenibilidad de las operaciones que las mismas implementan.

## 2. Eficiencia en el uso de otros recursos

A la par del trazado de Estrategias y Hojas de Ruta, en los últimos años comenzó a tener lugar la implementación de programas y acciones organizados en torno al enfoque de la circularidad de los procesos productivos. Las líneas de acción enmarcables dentro de este abordaje son diversas (regenerar, compartir, optimizar, recircular, desmaterializar e intercambiar materiales, insumos y recursos utilizados en la producción) y pueden trascender la noción de “eficiencia” (por ejemplo, ciertos biocombustibles suponen a la vez un aprovechamiento de los “residuos” de ciertas actividades agrícola-ganaderas y una oportunidad para “sustituir” combustibles fósiles). Pero en general las intervenciones pueden encuadrarse bajo ese concepto.

En este terreno, cabe destacar la trayectoria transitada por Uruguay, cuyo inicio podría ubicarse en el año 2016, con el programa Biovalor. El programa, donde confluían las áreas ministeriales de ambiente, agricultura e industria, y que concluyó en 2020, fue ejecutado por el Ministerio de Industria, Energía y Minería. Tenía como objetivo principal la transformación de residuos generados a partir de actividades agropecuarias, agroindustriales y de pequeños centros poblados, convirtiéndolos en energía y/o subproductos, a través del desarrollo y transferencia de tecnologías adecuadas. Con el objetivo de probar tecnologías de valorización de residuos a escala real, en el año 2016 se realizó un llamado a proyectos demostrativos, y 8 proyectos seleccionados fueron apoyados técnicamente y cofinanciados. Este programa tuvo continuidad a través de “Oportunidades circulares”, que apoya a MiPyMEs con hasta 50.000 usd y por hasta el 80% del costo del proyecto, en la implementación y ejecución de proyectos que incorporen los lineamientos de la economía circular.

Asimismo, con fondos de la Alianza para la Acción hacia una economía verde y el BID, se creó en el 2021 el Fondo de Investigación e Innovación en Economía Circular, a través del cual la Agencia Nacional de Investigación e Innovación (ANII) realizó una convocatoria para proyectos que buscasen desarrollar innovaciones que hagan posible una mayor circularidad en procesos productivos o modelos de negocio y,

---

<sup>25</sup> En el caso de Chile, el esquema es implementado a través del Banco del Estado, en asociación con las aseguradoras SURA y CESCE y la Agencia de Sostenibilidad Energética (ASE). En el caso de Colombia, la iniciativa fue canalizada por Bancoldex y se concentró en los sectores de turismo y salud (clínicas y hospitales). Mientras que en México, a través de FIRA, en firmas agroindustriales.

en particular, desarrollasen soluciones innovadoras en la cadena de valor alimentaria. Si bien la convocatoria aspiraba a promover, en especial, la incorporación de soluciones 4.0 en dichos procesos de innovación, los proyectos que se presentaron volvieron a concentrarse en el aprovechamiento de residuos biológicos por la vía de otras plataformas tecnológicas. Agotados los fondos internacionales, el Fondo no reiteró su convocatoria, pero en cambio la ANII comenzó a introducir la circularidad como criterio de priorización en algunas de sus otras llamadas públicas. Además, fortaleciendo este sendero, Uruguay perfila la creación de un Centro Biotecnológico de Bioeconomía Circular, financiado con aportes de las grandes empresas de celulosa, y centrado en el aprovechamiento de los residuos de las cadenas forestal, cárnica y láctea. Y cuenta con un Premio Uruguay Circular, que tiene el objetivo de reconocer y visibilizar las iniciativas de las empresas (tanto micro, pequeñas y medianas como grandes), emprendedores, cooperativas, comunidades e instituciones educativas que mejor promuevan la transformación del país hacia una economía circular. Su primera edición fue en 2019, y fue la primera experiencia en América Latina.

#### Recuadro 11

##### Intervenciones con lógicas circulares en el mundo

En el marco del Programa de Demostración y Desarrollo de Tecnología Ambiental (2020), la Agencia Danesa de Protección Ambiental realiza convocatorias anuales que otorgan subvenciones destinadas a probar, desarrollar y demostrar tecnologías. Ha apoyado iniciativas tales como el reciclaje de hormigón triturado para nuevas construcciones, a través de un proyecto de demostración que logra el reciclaje total del hormigón de edificios demolidos; o un nuevo concepto de viviendas denominadas "la casa biológica", construidas con bioproductos de la industria agrícola. El proyecto demuestra los principios "Cradle to Cradle", el reciclaje de materiales, la producción de energía fuera de la red y la gestión descentralizada de aguas residuales. A su vez, con el financiamiento del Innovation Fund Denmark, la fundación que reúne las ayudas a la investigación, el desarrollo tecnológico y la innovación del Consejo Danés de Investigación Estratégica, la Fundación Nacional Danesa de Tecnología Avanzada y el Consejo Danés de Tecnología e Innovación, se creó CETEC (Circular Economy for Thermosets Epoxy Components), una iniciativa para impulsar una alianza entre el sector académico, un instituto tecnológico, el fabricante nacional de aerogeneradores Vestas y el productor de epoxi Olin, en aras de obtener una solución tecnológica para reciclar los materiales que emplea el sector eólico en la fabricación de palas para aerogeneradores.

El Programa Nacional de Simbiosis Industrial (NISIP) de Canadá lleva adelante proyectos piloto cuyo principio es que los recursos excedentes generados por un proceso industrial sean capturados y luego redirigidos para ser utilizados como si fueran un nuevo insumo en otro proceso realizado por una o más empresas, proporcionando con ello un beneficio mutuo o simbiosis. Estos vínculos no se limitan a los materiales, sino que incluyen recursos como: energía, aguas residuales, transporte, utilización de activos y conocimientos especializados. El NISIP Canadá está financiado por los tres niveles de gobierno: federal, provincial, y municipal. Los pilotos desarrollados en las áreas metropolitana de Vancouver y Edmonton debatieron más de 1.900 recursos específicos y se establecieron más de 3.500 combinaciones de recursos (o sinergias), con un ahorro de costos equivalente a \$CAD 6,3 millones de dólares canadienses en términos de impacto económico directo para las empresas participantes.

En Alemania se creó en 2022 Circular Valley, la primera aceleradora de la economía circular, que prioriza sectores como la electrónica, las tecnologías de la información y la comunicación, las baterías y los vehículos, los envases y plásticos, la construcción y los edificios, los productos intermedios de alto impacto (acero, cemento, productos químicos), los alimentos, el agua y nutrientes. Actualmente cerca de 70 empresas alemanas de renombre, como Bayer, Evonik, Knipex y Vorwerk, así como otros 30 socios de los ámbitos científico y social, se encuentran adheridos al Circular Valley, y 470 empresas emergentes de todo el mundo ya se postularon para formar parte del programa.

Fuente: Elaboración propia.

También en Argentina se encuentran en el pasado estímulos en esa dirección que fueron discontinuados. Desde la Agencia de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva, el programa FONTAR tuvo en los años 2007, 2011 y 2017 una convocatoria (ANR P+L) dirigida a PyMEs que desarrollasen esfuerzos de innovación cuyo resultado fuesen procesos y/o productos que minimizasen la generación de residuos en su uso, o bien tecnologías que permitiesen una mejor gestión ambiental de los mismos.

Sin embargo, desde el punto de vista de la construcción de reglas que induzcan cambios de comportamiento en las firmas, una de las legislaciones más innovadoras de la región en materia de

aprovechamiento de recursos es la Ley de Responsabilidad Extendida del Productor de Chile, cuyo primer decreto —firmado en el año 2021— estableció que a partir del 2023 las empresas importadoras de neumáticos estarán obligadas a recolectar y valorizar el 90% de aquellos que queden en desuso.

Otros países de la región han empezado también a debatir nuevas legislaciones para regular esas responsabilidades para los envases plásticos. En Costa Rica, en aras de avanzar hacia el reemplazo de los plásticos de un solo uso con alternativas biodegradables, se encuentra en marcha una estrategia que implica la prohibición gradual del uso de bolsas, botellas, cubiertos, entre otros productos de plástico desechables. En este marco, se sancionó una Directiva (2018) que establece la oferta de incentivos para empresas e instituciones de ciencia y tecnología que propongan alternativas al uso del plástico. En Colombia, se aplica un impuesto al uso de bolsas de plásticos en los centros comerciales, mientras que aquellas bolsas que cumplan con los requisitos de biodegradabilidad (en una proporción de 30% o más), utilización de material reciclado o reutilización de la bolsa, pagan tasas diferenciales de 0%, 25%, 50% y hasta 75%. Algo similar se aplica en México desde 2018 con el consumo y oferta de envases de tereftalato de polietileno (PET).

**Recuadro 12**  
**Acciones para reducir el uso del plástico**

En China, la Comisión Nacional de Reforma y Desarrollo (CNRD) y el Ministerio de Ecología y Medio Ambiente anunciaron, a principios de 2018, la prohibición de producir y vender bolsas plásticas para la compra con un grosor inferior de 0.025 milímetros y el fin de la importación de residuos plásticos sin clasificar.

Alemania anunció en 2022 la legislación relativa a la aplicación de un régimen de responsabilidad ampliada del productor (EPR) para ciertos artículos de plástico de un solo uso. Sus objetivos son reducir el efecto de los productos de plástico en el medio ambiente, garantizar un mejor uso del plástico como recurso y promover una economía circular. Según la normativa, que entrará en vigencia en 2024, todos los vendedores que presenten un producto en territorio alemán necesitan la aprobación previa para los materiales que se utilizarán en el envasado.

Canadá está invirtiendo alrededor de US\$ 13,5 millones para apoyar a los innovadores y pequeñas empresas canadienses a desarrollar soluciones para los desafíos de los plásticos, como reducir el plástico y las microfibras de los textiles, encontrar envases sostenibles, desarrollar equipos sostenibles de pesca y acuicultura, y mejorar los métodos de compost con bioplásticos. La inversión forma parte de una acción nacional iniciada en 2019 con el objetivo de lograr cero residuos plásticos para 2030 y recuperar el 100% de todos los plásticos para 2040.

España, a principios de 2023 se aplicó un impuesto especial a envases de plástico no reciclado o de un solo uso.

Fuente: Elaboración propia.

Un menor número de iniciativas con enfoque de innovación tienden a encontrarse en lo que concierne a la gestión del recurso hídrico. Existen proyectos tales como el Fondo Setorial de Recursos Hídricos (2020) de la FINEP en Brasil, que brinda financiamiento para capacitaciones en materia de desarrollo de procesos y productos para la mejora en la gestión del agua; u otras de más larga data, como la Ley de Recursos Hídricos (2009) de Perú, que otorga “certificados de creatividad, innovación e implementación para la eficiencia del uso del agua” para usuarios y operadores de la infraestructura hidráulica que desarrollen o utilicen tecnologías y/o nuevos métodos que permitan una gestión más eficiente del recurso hídrico, y cuya obtención permite a los usuarios y operadores solicitar financiamiento para realizar estudios e incorporar tecnologías que contribuyan a elevar la eficiencia. Pero en general es una línea de trabajo que suele incluirse como una de las posibles dentro de convocatorias o certificaciones como el CPR Verde de Brasil<sup>26</sup>, que buscan apoyar desarrollos de tecnologías o prácticas sustentables.

<sup>26</sup> La Cédula de Producto Rural consiste en un título verde que tiene como objetivo estimular económicamente al agricultor para llevar a cabo acciones de preservación del medio ambiente. El productor se compromete a realizar el mantenimiento de una zona de bosque detallada como garantía de un recurso financiero obtenido para la inversión en la producción agrícola. Una de las actividades que el CPR reconoce son aquellas relacionadas con la conservación de los recursos hídricos.

## IV. Gobernanza de las políticas de innovación verde en América Latina

En esta sección se analizan las estrategias y políticas de innovación verde de la región desde la perspectiva de los liderazgos jurisdiccionales según los tipos de estrategia, los modos de articulación público-público y público-privado, y el rol de la cooperación internacional como inductora de la introducción de estas políticas en las agendas gubernamentales.

### A. Liderazgos ministeriales

Como era dable esperar, las estrategias sectoriales y los modos de intervención de la política pública para con esas actividades productivas encuentran en las instancias gubernamentales con lógica “vertical” a las instituciones que lideran las agendas respectivas. Dependiendo su ubicación jurisdiccional del organigrama propio de cada país, son las áreas especializadas en las temáticas de energía, agricultura, industria, las que comandan en cada caso las políticas y programas para esos sectores.

De ellas, sobresale por su importancia el caso del área de energía (en la mayoría de los países, con rango ministerial), no sólo porque la transición energética es la estrategia de mayor recorrido y con más traducción en intervenciones de política pública, sino también porque suele desempeñar también un papel relevante en las estrategias integrales. Ello se debe al doble rol que juega: por un lado, en tanto sector *productor*, el energético es sujeto de iniciativas destinadas a que *sustituya* su insumo o fuente de aprovisionamiento; por el otro, tratándose de un recurso utilizado por todas las actividades productivas, la búsqueda de la *eficiencia* en su uso asume un carácter transversal. La región presenta aún pocas experiencias significativas en este segundo plano, pero una de las más relevantes de ellas, como es la Ley de Eficiencia Energética de Chile, muestra al Ministerio de Energía liderando el diseño del marco regulatorio, su reglamentación e implementación.

Más allá de eso, en el terreno de las estrategias integrales y, sobre todo, alternativas, se destaca la inserción de los ministerios de Medio Ambiente, una institucionalidad que no solía estar presente en el diseño y ejecución de estas políticas a nivel regional. En general, estos ministerios se involucran en el diseño de las estrategias integrales para el desarrollo sostenible, la mitigación del cambio climático y la gestión de los recursos (en particular, el hídrico), o bien en las estrategias alternativas con lógica circular. Esto ocurre, por ejemplo, con el plan “Uruguay + circular” (de 2021, en el que participa el Ministerio de Ambiente con el de Industria, Energía y Minería); el diseño de la Hoja de Ruta para un Chile Circular (de 2019, con participación también del Ministerio de Economía, CORFO y la Agencia de Sustentabilidad y Cambio Climático); el Plan Nacional para la Gestión Sostenible de los Plásticos de un solo Uso dentro de la Estrategia Nacional de Economía Circular en Colombia (2021, liderado por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, con participación de una diversidad de carteras).

El rol del Ministerio de Medio Ambiente se advierte también en la participación que ostenta en algunas de las nuevas institucionalidades que surgen para gobernar los mecanismos que se crean y monitorear las metas establecidas. Tal el caso del Sistema Nacional para la Reducción de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (SINARE) de Brasil, donde dicho Ministerio comparte la responsabilidad de elaborar las normas sobre registro, estándares de certificación, acreditación de certificadoras y centros de custodia y la implementación, operación y gestión del SINARE junto con el Ministerio de Economía.

## **B. Articulación público-público y público-privado**

El proceso de diseño de estrategias y planes suele involucrar vinculaciones entre las distintas carteras ministeriales, que luego deviene en una división de tareas más nítida en la instancia de implementación, sobre todo en lo que atañe a los abordajes sectoriales.

Varios son los ejemplos que permiten ilustrar esta articulación entre las distintas instituciones. Y las recientes políticas para el hidrógeno verde son un claro ejemplo. En el caso brasilero, el Conselho Nacional de Política Energética —CNPE o Conselho Gestor do Programa Nacional de Hidrogênio— Coges-PNH<sub>2</sub> (Consejo Nacional de Política Energética) es un organismo que preside el Ministerio de Minas y Energía y que asesora al poder ejecutivo. El Conselho, integrado también por otros ministerios, tuvo a su cargo el diseño y la aprobación del Programa Nacional do Hidrogênio, que contó también con el asesoramiento técnico de la Empresa de Pesquisa Energética (EPE)). A su vez, el Comitê Técnico PNH<sub>2</sub> tiene a su cargo gerenciar la implementación y desarrollo del plan, así como organizar reuniones periódicas entre las partes intervinientes, modificando de ser necesario el programa para que se adecúe a las propuestas de otras políticas vigentes vinculadas con la eficiencia energética, seguridad y recursos hídricos, residuos, política industrial y tributaria, entre otros. La implementación, a su vez, obliga a una división de tareas entre las distintas carteras participantes. Así, el Ministerio de Educación tiene a cargo la formación de los recursos humanos requeridos para avanzar en un proceso de transición energética basado en el hidrógeno verde. El Ministerio de Economía se debe encargar del desarrollo del mercado y aumento de la competitividad, y el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación en el fortalecimiento de la estructura de CyT en la materia, entre otros.

En Chile, la Comisión de Hidrógeno Verde, contenida en el Comité de Desarrollo de Hidrógeno Verde, está compuesta por once ministerios y cuenta con la participación de CORFO. Así, existe una división del trabajo entre las carteras intervinientes en la comisión y comité, en las que cada una participa en función de sus actividades y especialidad. Por ejemplo, mientras el Ministerio de Energía se encarga de diseñar los lineamientos de la política, sobre qué dimensiones intervenir, los plazos y establecer los beneficios para la industria (es en este marco, de hecho, que se está gestando el Plan de Acción de Hidrógeno Verde 2023-2050), CORFO diseña los programas e instrumentos de acción específicos dirigidos a financiar proyectos de innovación para la producción, almacenamiento,

distribución y/o consumo de hidrógeno verde. En Chile, además, la Estrategia Nacional de Electromovilidad se lleva a cabo de manera conjunta entre el Ministerio de Energía y el Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones. Trabajan también en la ejecución de la estrategia los Ministerios de Medio Ambiente, Ministerio de Vivienda y Urbanismo, Ministerio de Obras Públicas, Ministerio de Minería y Ministerio de Hacienda.

En la articulación para la implementación de políticas destinadas a promover el desarrollo tecnológico cumplen un rol protagónico los ministerios de ciencia y tecnología y, en particular, las agencias de innovación. Además de CORFO, quizá la Agencia con rol más consolidado en la región, la ANII aparece, por ejemplo, canalizando los fondos del Ministerio de Industria, Energía y Minería y de empresas públicas como ANCAP y UTE en convocatorias ligadas a los Fondos Sectoriales de Energía o a los programas con enfoque circular. El Ministerio de Ciencias en Colombia aparece cumpliendo el mismo rol para el Ministerio de Minas y Energía de Colombia y para Ecopetrol. Y en Brasil, el EMBRAPPII, una institucionalidad especializada en la promoción de la vinculación tecnológica entre el sector privado y el subsistema científico-tecnológico se transformó en brazo ejecutor de fondos invertidos por BNDES para apuntalar la innovación en sectores estratégicos, con foco en la agenda ambiental. También cabe advertir el rol que en algunos casos cumplen las Agencias certificadoras en los circuitos de implementación de distintos programas en la región. Tal el caso del Seguro de Ahorro Energético, impulsado por el BID; y del programa RENOVA Bio en Brasil.

#### Recuadro 13

##### Agencias para la innovación verde en el mundo

La Agencia Australiana de Energías Renovables (ARENA) presta apoyo financiero, operativo y administrativo para la innovación tecnológica en energías renovables. Diferentes incentivos que forman parte de la estrategia nacional en la materia se transfieren a esta agencia.

La Agencia Danesa de Innovación en Dinamarca, tiene bajo su órbita el Comité Asesor de Construcción Ecológica y las Asociaciones de Ecoinnovación de Dinamarca. El primero cumple la función de promover, monitorear y evaluar las oportunidades de desarrollo de la construcción ecológica y sustentable. Mientras que las asociaciones reúnen actores en las áreas del Ministerio de Medio Ambiente y Alimentación con el objetivo de potenciar los procesos de innovación a partir de la interacción entre empresas, investigadores e instituciones públicas en alianzas estratégicas vinculantes.

La Agencia Tecnológica Nacional (TEKES) en Finlandia es un organismo público encargado de llevar adelante el Programa de Tecnología de la pasta de papel respetuosa con el medio ambiente (pasta de papel, carbohidratos en el proceso industrial, emisiones de cloro y sulfuros de la pasta de papel).

En Suecia, la Agencia VINNOVA, a través de un enfoque por misiones, lleva adelante la agenda de investigación e innovación conforme las prioridades nacionales. VINNOVA, junto a la Agencia Sueca de la Energía y el Consejo Sueco de Investigación ejecutan 17 programas de innovación estratégica relacionados con los desafíos derivados de los Objetivos de Desarrollo Sostenible y el acuerdo de París sobre el cambio climático.

Fuente: Elaboración propia.

Además de la vinculación interjurisdiccional para el desarrollo tecnológico, uno de los aspectos destacables de las políticas de innovación verde en la región viene dada por la articulación con las empresas públicas, en particular las petroleras. Varios países de la región cuentan con ellas, que tienen un lugar protagónico en ese mercado de explotación de recursos naturales no renovables. Los modelos de involucramiento con el subsistema científico-tecnológico difieren, pero en términos generales se abocan a financiar convocatorias a proyectos de investigación y desarrollo, y/o crear centros de innovación que se concentran en el desarrollo de soluciones para facilitar el aprovechamiento de fuentes renovables.

Un ejemplo es el caso de Ecopetrol, en Colombia. En el marco de la Misión Internacional de Sabios (2019), Ecopetrol compromete una inversión de 30 millones de dólares para alcanzar los retos allí planteados. Esto resulta en la firma de un convenio marco de voluntades en 2020 con el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, el cual deriva en nuevos convenios que establecen líneas de acción, en adhesión también del Ministerio de Minas y Energía. Entre los que responden a la transición energética, uno de los convenios ha resultado en la convocatoria lanzada en 2022 por parte del Minciencias para proyectos de I+D+i cuyo foco estuvo puesto en la descarbonización. Esta involucró un monto de un millón de dólares y dos líneas de acción (dos proyectos): hidrógeno de bajas emisiones (con procesos diferentes a la electrólisis) y otra de captura de dióxido de carbono por soluciones de la naturaleza. Los proyectos ganadores estaban en proceso de inicio al momento de la escritura del presente documento. Asimismo, está en diseño un proyecto para crear cinco nodos o centros de innovación en distintas áreas del país, y que se especializarían en distintos vectores de conocimiento, entre los que se destacan el hidrógeno verde y la optimización del uso del agua.

En Brasil, las empresas petroleras tienen la obligación de invertir entre el 0,5% y el 1% de sus ingresos brutos anuales en actividades de I+D+i<sup>27</sup> (según la Ley nº 9.478/1997). En ese marco, Petrobras despliega vínculos con distintos centros de I+D, entre los cuales puede destacarse el Centro de Tecnología Mineral (CETEM). Años atrás, este Centro había inaugurado un Laboratorio de Biorremediación con financiamiento de la empresa y desde 2019 hasta la actualidad se recibió financiamiento para desarrollar 5 proyectos de tecnologías sustentables en el sector de minería. También, como ya se señaló, ANCAP y UTE, en Uruguay, contribuyeron a fondear los Fondos Sectoriales para Energías Renovables ejecutados por la ANII.

Mientras que en Argentina la petrolera YPF formó, hace ya más de 10 años, la firma Y-TEC, en sociedad con el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Desde allí, la empresa lleva adelante diversas iniciativas de I+D, entre las que destaca recientemente la creación de la primera Planta Nacional de Desarrollo Tecnológico de Celdas y Baterías de Litio (UniLiB), junto a la Universidad Nacional de La Plata.

#### Recuadro 14

##### Empresas públicas en nuevas estrategias de aprovisionamiento de energía

Las Islas Energéticas en Dinamarca (2020) son megaconstrucciones formadas por conjuntos de turbinas eólicas marinas, que se colocan en una especie de islas artificiales y contribuyen a la electrificación con energías renovables y la producción de hidrógeno verde. Estas obras son consideradas el proyecto de construcción más grande en la historia danesa, con un costo estimado en US\$ 34,000 millones. El Estado es dueño de la mayor parte de la isla (50,1%), dado que se consideran como "infraestructura crítica" para el país.

La empresa nacional de aguas de Israel, Mekoret, forma parte importante del proyecto para una inteligencia artificial (IA) flotante (2022), que genera electricidad siguiendo el sol. Este sistema solar fotovoltaico, fue desarrollado por una empresa privada –Xfloat– y ya está diseñado para moverse y seguir el sol mientras flota en el agua de un embalse. El proyecto se lleva a cabo en colaboración por ambas empresas y recibe apoyo de la Autoridad de Innovación de Israel.

Fuente: Elaboración propia.

<sup>27</sup> El 1% aplica para los contratos de concesión, y aplica a los ingresos brutos de la producción de los campos que abonan Participación Especial. Lo mismo aplica para los contratos de participación en la producción, mientras que para los de participación onerosa la proporción obligatoria es de 0,5%. En estos dos últimos casos aplica a la producción desarrollada en los campos detallados en los contratos.



La búsqueda de articulación, sobre todo para la instancia de definición de políticas, no se limita al ámbito público, sino que también presenta experiencias público-privadas. En México, la Alianza para la Electromovilidad, conformada por cuatro instituciones públicas (Ministerio de Ambiente, Secretaría de Energía, la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía y la Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México), la industria automotriz (representada por la Asociación Mexicana de La Industria Automotriz), la Cámara Nacional de Manufacturas Eléctricas, el Instituto Nacional de Electricidad y Energías Limpias y la sede mexicana de la International Copper Association, elaboraron por impulso de esta última un Plan Estratégico para el período 2019-2022, cuyo objetivo era plantear lineamientos para promover soluciones para una transición hacia la electromovilidad.

En Argentina, el Plan de Acción para el Sector de los Bioinsumos de Uso Agropecuario se generó en el marco del Comité Asesor en Bioinsumos de Uso Agropecuario (CABUA). Creado en 2016, está compuesto por representantes de diferentes organismos públicos, entidades del sistema científico-tecnológico y empresas y organizaciones de productores relacionadas con el sector de bioinsumos y tiene como objetivo asesorar a la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca (SAGYP) del Ministerio de Economía de la Nación en la definición de políticas públicas relacionadas con los bioinsumos.

### **C. El rol de los organismos internacionales y la cooperación internacional**

Como ocurrió en buena medida con la institucionalización de las agencias de innovación a nivel regional, también aquí se observa una fuerte participación de los organismos internacionales. Además de los acuerdos marco, como el de París, que sirvieron para estructurar las metas y la construcción del sistema de indicadores nacionales para hacer seguimiento de los compromisos, varios de los programas y acciones aquí referidos contaron el financiamiento de y/o asistencias de organismos internacionales vinculados a las agendas del desarrollo. También sobresale el rol de la cooperación internacional, en particular de las agencias de países europeos.

Así, la Hoja de Ruta del Hidrógeno Verde uruguayo fue desarrollada con apoyo del BID, mientras que el plan de hidrógeno verde brasileño se desarrolla en cooperación con Alemania y con la Asociación Germano-Brasileña de Energía. Varios países de la región participan también del programa de Naciones Unidas "Partnership for Action on Green Economy", a través del cual, por ejemplo, Uruguay fortaleció sus capacidades de planificación en lo que atañe a economía verde y circular, y financió, junto con un aporte del BID, la convocatoria del Fondo de Investigación e Innovación en Economía Circular. El BID está también detrás del Seguro de Ahorro de Energía, que a su vez cuenta con fondos de la Agencia Danesa de Energía. Y financia varias de los programas de las Agencias de Innovación de Argentina y Uruguay. En este último país, el programa "Moves" fue también implementado a través del Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD).

México participa en el Programa Horizonte Europa, que promueve la Unión Europea para el desarrollo de la investigación e innovación para el desarrollo sostenible. En ese marco, México se incorpora a través de un programa nacional denominado Puerta Horizonte Europa y plantea tres áreas prioritarias, entre las que se encuentra la energía. En el mismo país, los Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura (FIRA) han establecido un convenio con la Unión Europea para la implementación del Fondo de Inversión de América Latina (LAIF, por sus siglas en inglés), en articulación también con la Agencia Francesa de Desarrollo (AFD). Esto incluye la provisión de fondos y asesoramiento técnico para la implementación de instrumentos que ofrece FIRA, vinculados con la eficiencia en el uso del recurso hídrico en la agricultura.

La FINEP de Brasil lanzó dos convocatorias (2017 y 2018) para financiar proyectos de economía circular en articulación con países de la Unión Europea, Chile, Argentina y países de África del Sur. Esto se realizó en el marco de un consorcio internacional denominado ERA-MIN 2, que articula veinticuatro instituciones de fomento a la I+D+i con foco en la economía circular en materias primas minerales y fuentes secundarias. Y desde diciembre de 2021 se encuentra en ejecución el programa AL-Invest Verde, financiado por la Unión Europea y que cuenta con una inversión de 33 millones de euros. El programa consta de 3 componentes, el primero de los cuales es canalizado a través de diferentes instituciones representativas del sector privado de la región y apunta a la puesta en marcha de proyectos innovadores de asociación entre organizaciones de América Latina y de la Unión Europea.

Esta acción de la cooperación internacional sirve generalmente a los fines de impulsar experiencias piloto que permitan trazar un sendero de acción e identificar obstáculos y necesidades para el escalamiento de las mismas. Sin embargo, cabe apuntar que no siempre ello sucede y, en consecuencia, muchas veces quedan como intervenciones aisladas que no logran una sistematización posterior, generando así un impacto limitado.

## V. Conclusiones y recomendaciones

Al igual que el resto del mundo, el ingreso estratégico al proceso de transformación verde y a las políticas de innovación para impulsarlo tendió a darse en América Latina por la vía del sector energético. Y también replicando esa tendencia global, en los años recientes el abordaje sectorial comenzó a diversificarse, en particular en lo que atañe a la movilidad sustentable. Por el contrario, a diferencia de lo que se observa en varios países desarrollados y en línea con el perfil de la estructura productiva de la mayor parte de los países de la región, no se registran aún procesos de planificación estratégica e intervención pública que promuevan la transformación verde de la industria manufacturera, donde priman más bien las estrategias 4.0 (que, valga decir, es uno de los principales vectores de cambio tecnológico que pueden contribuir a la productividad ambiental del sector). Pero tampoco abundan para las cadenas agro-alimenticias, que tienden a caracterizar el patrón de especialización productiva de los países latinoamericanos.

No obstante, por su mayor inserción exportadora, estas actividades tienden a enfrentar con otra intensidad la imposición de nuevas reglas en los países —tecnológica y económicamente— más avanzados, que funcionan entonces como principal motor de la innovación verde. Esta asimetría entre las señales enviadas a nivel nacional *vis a vis* las de los países desarrollados refuerza, en el contexto reseñado, la heterogeneidad estructural del aparato productivo (Rovira et al. 2017). En otras palabras, los sectores exportadores —mayoritariamente ligados al aprovechamiento de los recursos naturales— ya no sólo tienden a distinguirse por la brecha de productividad relativa, sino también por sus trayectorias de innovación en materia de transformación verde.

Asimismo, la elaboración de lo que en este trabajo se denominaron “estrategias integrales”, presenta un despliegue creciente en la región, ya sea en torno a las nociones de crecimiento verde, descarbonización o desarrollo sostenible. No obstante, la falta de estrategias sectoriales que complementen o, en caso que existan, dialoguen más estrechamente con ellas, conspira contra la traducción en acción de esos planteos más abarcativos. Una mejor articulación interinstitucional en la definición de metas y armado de esas estrategias integrales y, en particular, un mayor involucramiento de los ministerios “verticales” resultaría relevante para poder lograr mejores resultados.

**Diagrama 7**  
Innovación verde en América Latina y el Caribe



Fuente: Elaboración propia.

Por su parte, el análisis de las políticas de innovación verde en América Latina permite advertir la prevalencia de los enfoques sistémicos, con combinación de instrumentos. Así, se aplican desde aportes no reembolsables para proyectos —muchas veces consorciados— de I+D y financiamiento de nuevos centros de innovación, a créditos subsidiados a la demanda para la incorporación de nuevas tecnologías; desde precios diferenciados para la instalación de las nuevas actividades a incentivos fiscales para el despliegue de infraestructura complementaria necesaria. El otorgamiento de incentivos apunta tanto a la adopción como al desarrollo de nuevas tecnologías, aunque cuando el propósito es la eficiencia tiende a prevalecer el primero de esos objetivos.

Ese abordaje sistémico se observa en las políticas para la movilidad sustentable y, sobre todo, para la transición energética. En esas políticas se constata un mayor protagonismo de convocatorias guiadas por retos. Más allá del recorte que ya en sí supone la focalización en procesos de innovación que contribuyan a la sustentabilidad de los procesos productivos, se advierte un intento por plantear desafíos que traccionen las llamadas a proyectos de I+D, aunque en general existe espacio para mejorar el grado de especificación (es decir, de operativización) de los retos, y para una mayor articulación interministerial en su definición, financiamiento y posterior escalamiento de las soluciones.

Asimismo, se rastrean diversas iniciativas que buscan apuntalar procesos de desarrollo y adopción de nuevas tecnologías por medio de intervenciones que estimulan su experimentación y demostración, aunque ello tienda generalmente a limitarse a la provisión de incentivos económicos y no se incorpore el aprovechamiento de otras capacidades y recursos del propio sector público, como la disponibilidad de

datos, la infraestructura edilicia, la utilización de los espacios públicos, los campos experimentales o la gestión de recursos naturales como los parques nacionales, por mencionar apenas algunos ejemplos.

**Diagrama 8**  
**Políticas de innovación verde en América Latina y el Caribe**

|                     |                     | MODO DE INTERVENCIÓN  |   |                 |   |
|---------------------|---------------------|---|---|-----------------|---|
|                     |                     | Regulación  | APOYO   |                 |   |
|                     |                     |   | I+D   | Experimentación | Adopción  |
| ENFOQUE DE POLÍTICA | FALLAS DE MERCADO   | Régimen de Fomento Nacional para el uso de Fuentes Renovables de Energía (Argentina)<br><br>Programa Nacional de Biodiesel (Brasil)       | Centro Nacional de Bioinsumos (Chile)<br>PAC Eficiencia Energética PROBIAAR (Argentina)<br>Programa de Aceleración de la Bioeconomía (México)<br>Fondo de Investigación e Innovación en Economía Circular (Uruguay)                                     |                 | Crédito para la electromovilidad (Chile)<br>Programa FROTA (Brasil)<br>PROBIAAR (Argentina)<br>Impuesto al Uso de Bolsas de Plástico (Colombia) y Envases PET (México)<br>Seguro de Ahorro de Energía (Chile, Colombia, México) |
|                     | FALLAS SISTÉMICAS   |   | Centros Mexicanos de Innovación FONARSEC-Fondo Sectorial Solar, Biocombustibles, biomasa, litio, hidrógeno, undimotriz (Argentina)<br>Centro de Aceleración Sostenible de Electromovilidad (Chile)<br>UNIDAD EMBRAPI de Biocontroladores PROQR (Brasil) |                 | Programa de Eficiencia Energética en Empresas (México)  |
|                     | ORIENTADA POR RETOS | Ley RenovaBio (Brasil)  | MINCYT+Ecopetrol (Colombia)<br><br>Desafío de Innovación 2022 (Chile)   |                 |   |
|                     | TRANSFORMACIONAL    | Ley de Eficiencia Energética (Chile)<br>Ley de Transición Energética (Colombia)<br>Ley de Responsabilidad Extendida del Productor (Chile) | Primera convocatoria Fondo Sectorial de Hidrógeno (Uruguay)<br>Convocatoria Plantas de Producción de Hidrógeno Verde (Chile)<br>FONARSEC YTEC-CONICET-TENARIS (Argentina)<br>Proyecto CORFO-Reborn (Chile)  |                 | Proyecto MOVES (Uruguay)  |

Fuente: Elaboración propia.

La capacidad de tracción que pueden ejercer las compras del sector público pareciera por el momento estar limitada a procesos de modernización de la flota de vehículos. Existen ventanas de oportunidad para que un mayor número y diversidad de organismos públicos identifiquen demandas de innovación verde que puedan movilizar esfuerzos de I+D local. Y las agencias de innovación están llamadas a desempeñar un rol clave en este sentido. Si bien la región cuenta ya con algunas experiencias valiosas —y esta agenda ha mostrado particular potencial para, por ejemplo, articular con las empresas públicas—, varios países que incluso cuentan con esta institucionalidad deben aún lograr transformarlas en verdaderas herramientas transversales a las distintas áreas del estado.

Más allá de los incentivos pecuniarios, se destaca la edificación de todo un corpus normativo tendiente a la construcción de nuevos mercados, inducción de conductas innovadoras y/o generación de entornos habilitantes. Desde la definición de cuotas para combustibles renovables y la introducción de certificaciones mandatorias en el segmento del *real estate*; hasta las obligaciones en materia de gestión energética para grandes consumidores, y de gestión y valorización de “residuos”; pasando por la adhesión a Protocolos Internacionales como el de Nagoya y modificaciones normativas de segundo orden como la habilitación de procesos de evaluación y registro diferenciados para los productos biológicos, la política pública está lejos de tener que limitarse a la provisión de incentivos pecuniarios en el marco de mercados establecidos, y desempeña en cambio un rol activo en su surgimiento. Alinear mejor el *timing* de la

imposición de nuevas reglas, con la realización de inversiones y la implementación de incentivos destinados a desarrollar y fortalecer las capacidades locales de innovación para aprovechar los nuevos entornos creados, es uno de los desafíos de la política de innovación en la región.

El establecimiento de las nuevas reglas también conlleva el desafío de generar los mecanismos adecuados para asegurar su cumplimiento. Al respecto, una dificultad compartida tiene que ver con la construcción de los indicadores adecuados para hacer el correspondiente monitoreo, aspecto que, por ejemplo, resulta particularmente conflictivo en el ámbito ganadero, donde los principales países de la región presentan sistemas de producción diferentes a las de otros países como los de la Unión Europea, requiriendo en consecuencia modelos de simulación de impactos específicos. Y, a continuación, la capacidad de medirlos, para lo que, como muestran algunas valiosas experiencias de la región como el programa *Renova Bio*, es importante el rol de las agencias de certificación. Todo esto irá seguramente ganando mayor centralidad en los años por venir, no sólo por el avance de las “finanzas verdes”, sino también por la incorporación de nuevas cláusulas ambientales en los acuerdos de libre comercio.

La construcción y medición de esos indicadores también resulta relevante para las evaluaciones de impacto de los programas que proveen incentivos, en particular a la adopción de nuevas tecnologías. Ese es, otra vez, quizá el principal reto con el que se enfrentan las innovaciones “incrementales” en los programas que procuran cambios de conducta. Nos referimos a programas preexistentes que incorporan la agenda de la sustentabilidad, ya sea a nivel de criterios de priorización para la selección de proyectos o bien de aperturas de ventanas de financiamiento exclusivas para iniciativas con tal fin. En particular, una de las dificultades radica en la necesidad de contar con líneas de base de las que, a diferencia de lo que ocurre con otras variables consideradas actualmente (como, por ejemplo, ventas o rendimientos), no resulta fácil disponer, puesto que, entre otras cosas, son pocas las empresas que tienen a hoy evaluada su huella ambiental.

El intercambio de experiencias sobre diseños institucionales y compartir los esfuerzos para la construcción de indicadores son algunas de las agendas que pueden rápidamente, y a bajo costo, nutrir una agenda de cooperación intra-regional en esta materia. Pero además existen oportunidades para una cooperación de mayor complejidad, en particular, en aquellos ámbitos donde confluyen la existencia de capacidades de ciencia y tecnología financiadas por los estados nacionales, con la prevalencia de importaciones extrarregionales entre los bienes a sustituir (aunque sea parcialmente), como ocurre en el caso de los bioinsumos. Así, la identificación de propósitos comunes debería conducir a la construcción de hojas de ruta a nivel regional que incluyan desde las condiciones para el uso y aprovechamiento de los recursos renovables compartidos (como se ha empezado a discutir respecto a la selva amazónica) y armonizaciones regulatorias, a consorcios multinacionales de investigación e innovación.

En definitiva, el desafío de la transición verde enfrenta a los países de la región a la necesidad de fortalecer sus capacidades de diseño e implementación de estrategias público-privadas integrales y efectivas, en el sentido de que sirvan para secuenciar y orientar la articulación entre las políticas de sustentabilidad, innovación e industriales. Ello resulta clave para generar capacidades locales en pos de la inserción y el aprovechamiento de los nuevos entornos competitivos, sin las cuales se elevará el riesgo de que dicha transición conspire contra el surgimiento de nuevos actores productivos locales y la supervivencia de los existentes, tornándose más excluyente en términos sociales.

## Bibliografía

- Alkemade, F., Hekkert, M. P., & Negro, S. O. (2011), Transition policy and innovation policy: friends or foes? *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 1(1), 125–129.
- Arrow, K. (1962), *Economic welfare and the allocation of resources for invention, The rate and direction of inventive activity: Economic and social factors*. Princeton University Press.
- Boekholt, P. (2010), The evolution of innovation paradigms and their influence on research, technological development and innovation policy instruments. In *The Theory and Practice of Innovation Policy: An International Research Handbook*. <https://doi.org/10.4337/9781849804424.00022>.
- Borrás, S., & Edquist, C. (2013), The choice of innovation policy instruments. *Technological Forecasting and Social Change*. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2013.03.002>.
- Carraro, C., de Cian, E., Nicita, L., Massetti, E., & Verdolini, E. (2010), Environmental policy and technical change: a survey. *International Review of Environmental and Resource Economics*, 4(2), 163–219.
- CEP XXI. (2022), *La innovación en tecnologías verdes en el mundo. Un análisis a partir de las patentes ambientales*.
- CEPAL (2021), Anuario Estadístico de América Latina y el Caribe (LC/PUB.2021/20-P), Santiago.
- Chaminade, C., & Edquist, C. (2010). Rationales for public policy intervention in the innovation process: Systems of innovation approach. In *The Theory and Practice of Innovation Policy: An International Research Handbook*. <https://doi.org/10.4337/9781849804424.00012>.
- Diercks, G., Larsen, H., & Steward, F. (2019), Transformative innovation policy: Addressing variety in an emerging policy paradigm. *Research Policy*, 48(4), 880–894.
- Dodgson, M. (2017), Innovation in firms. *Oxford Review of Economic Policy*, 33(1), 85–100. <https://doi.org/10.1093/oxrep/grw034>.
- Dosi, G. (1982), Technological paradigms and technological trajectories. A suggested interpretation of the determinants and directions of technical change. *Research Policy*. [https://doi.org/10.1016/0048-7333\(82\)90016-6](https://doi.org/10.1016/0048-7333(82)90016-6).
- Dutrénit, G., & Sutz, J. (2014), Introduction to national innovation systems, social inclusion and development. In *National innovation systems, social inclusion and development* (pp. 1–14). Edward Elgar Publishing.
- Dutz, M. A., Kuznetsov, Y., Lasagabaster, E., & Pilat, D. (Eds.). (2014), *Making Innovation Policy Work. Learning from experimentation*. OECD Publishing.
- Eco-Innovation Index Scoreboard (2023), Eco-innovation index by EU Member State, 2013-2022 (relative to EU-27=100 in 2013). Recuperado de la base de datos de la Comisión Europea.

- Edler, J., & Fagerberg, J. (2017). Innovation policy: what, why, and how. *Oxford Review of Economic Policy*, 33(1), 2–23. <https://doi.org/10.1093/oxrep/grx001>.
- Edquist, C., & Zabala-Iturriagagoitia, J. M. (2012), Public Procurement for Innovation as mission-oriented innovation policy. *Research policy*, 41(10), 1757-1769.
- Fagerberg, J. (2018), Mobilizing innovation for sustainability transitions: A comment on transformative innovation policy. *Research Policy*, 47(9), 1568–1576.
- Foray, D. (2016), On the policy space of smart specialization strategies. *European Planning Studies*, 24(8), 1428–1437. <https://doi.org/10.1080/09654313.2016.1176126>.
- Ghosh, B., Kivimaa, P., Ramirez, M., Schot, J., & Torrens, J. (2021), Transformative outcomes: assessing and reorienting experimentation with transformative innovation policy. *Science and Public Policy*, 48(5), 739–756.
- Grazzi, M., Sasso, S., & Kemp, R. (2019), *Un marco conceptual para medir la innovación verde en América Latina y el Caribe*. Banco Interamericano de Desarrollo–BID. <https://publications.iadb.org>.
- Hickman, J. E., Kaya, B., Kebede, A., Kandji, S., Fitch, L., Neill, C. y Palm, C. A. (2021), Little effect of land use on N<sub>2</sub>O and NO emission pulses following rewetting of dry soils across seasonally dry sub-Saharan Africa. *Journal of Geophysical Research: Biogeosciences*, 126(1), e2020JG005742.
- Jensen, M. B., Johnson, B., Lorenz, E., & Lundvall, B. Å. (2007), Forms of knowledge and modes of innovation. *Research Policy*, 36(5), 680–693. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2007.01.006>.
- Kastrinos, N., & Weber, K. M. (2020), Sustainable development goals in the research and innovation policy of the European Union. *Technological Forecasting and Social Change*, 157, 120056.
- Kattel, R., & Mazzucato, M. (2018), Mission-oriented innovation policy and dynamic capabilities in the public sector. *Industrial and Corporate Change*, 27(5), 787–801. <https://doi.org/10.1093/icc/dty032>.
- Lee, K. (2013), Capability Failure and Industrial Policy to Move beyond the Middle-Income Trap: From Trade-based to Technology-based Specialization. In P. Macmillan (Ed.), *The Industrial Policy Revolution I* (pp. 244–272). [https://doi.org/10.1057/9781137335173\\_16](https://doi.org/10.1057/9781137335173_16).
- Martínez-Dalmau, J., Berbel, J. y Ordóñez-Fernández, R. (2021), Nitrogen Fertilization. A Review of the Risks Associated with the Inefficiency of Its Use and Policy Responses. *Sustainability*, 13: 5625. <https://doi.org/10.3390/su13105625>.
- Mazzucato, M. (2013), *The Entrepreneurial State*. Anthem.
- \_\_\_\_\_. (2016), From market fixing to market-creating: a new framework for innovation policy. *Industry and Innovation*, 23(2), 140–156.
- \_\_\_\_\_. (2018a). Mission-oriented innovation policies: Challenges and opportunities. *Industrial and Corporate Change*, 27(5), 803–815. <https://doi.org/10.1093/icc/dty034>.
- \_\_\_\_\_. (2018b). *Mission-oriented research & innovation in the European Union*.
- Mazzucato, M., & Perez, C. (2015), Innovation as growth policy. *The Triple Challenge for Europe*, 229–264.
- McCann, P., & Ortega-Argilés, R. (2015). Smart Specialization, Regional Growth and Applications to European Union Cohesion Policy. *Regional Studies*, 49(8), 1291–1302. <https://doi.org/10.1080/00343404.2013.799769>.
- \_\_\_\_\_. (2016), Smart specialisation, entrepreneurship and SMEs: issues and challenges for a results-oriented EU regional policy. *Small Business Economics*, 46(4), 537–552. <https://doi.org/10.1007/s11187-016-9707-z>.
- Metcalf, J. S. (2005), Systems failure and the case for innovation policy. In *Innovation policy in a knowledge-based economy* (pp. 47–74). Springer.
- L. E. Meza y A. G. Rodríguez (2022), “Soluciones basadas en la naturaleza y la bioeconomía: contribución a una transformación sostenible e inclusiva de la agricultura y a la recuperación pos-COVID-19”, Serie Recursos Naturales y Desarrollo, N° 210 (LC/TS.2022/43), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- Mintzberg, H., & Waters, J. (1985), Of strategies, deliberate and emergent. *Strategic Management Journal*, 6(3), 257–272. <https://doi.org/10.1002/smj.4250060306>.
- Molas-Gallart, J., Boni, A., Giachi, S., & Schot, J. (2021), A formative approach to the evaluation of Transformative Innovation Policies. *Research Evaluation*, 30(4), 431–442.
- ONU (Organización de las Naciones Unidas) (2006), Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático Manual, Bonn (Alemania) Publicación de las Naciones Unidas, 2006 UNFCCC, todos los derechos reservados.



- Naldi, L., Nilsson, P., Westlund, H., & Wixe, S. (2015), What is smart rural development? *Journal of Rural Studies*, 40, 90–101. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2015.06.006>.
- Nelson, R. (1991). Why do firms differ, and how does it matter? *Strategic Management Journal*, 12(S2), 61–74. <https://doi.org/10.1002/smj.4250121006>.
- Nelson, R. R. (1959), The Simple Economics of Basic Scientific Research. *Journal of Political Economy*, 67(3), 297–306. <https://doi.org/10.1086/258177>.
- Nelson, R., & Winter, S. (1982). An evolutionary theory of economic change. In *Cambridge, MA: The Belknap Press of Harvard University Press* (Vol. 93, Issue 2). <https://doi.org/10.2307/2232409>.
- ONU (Organización de las Naciones Unidas) (2006), Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático Manual, Bonn (Alemania) Publicación de las Naciones Unidas, 2006 UNFCCC, todos los derechos reservados.
- Pérez, C. (2010), Revoluciones tecnológicas y paradigmas tecno-económicos. *Cambridge Journal of Economics*, 34(1), 185–202.
- \_\_\_\_\_. (2020), Revoluciones tecnológicas y paradigmas tecnoeconómicos. In *Teoría de la innovación: evolución, tendencias y desafíos* (p. 133).
- PNUMA. (2020), *Informe sobre la brecha en las emisiones del 2020*.
- Ramstein, C., Dominioni, G., Ettehad, S., Lam, L., Quant, M., Zhang, J., Mark, L., Nierop, S., Berg, T., & Leuschner, P. (2019), *State and trends of carbon pricing 2019*. The World Bank.
- Rovira, S., Patiño, A., & Schaper, M. (2017). *Ecoinnovación y producción verde: una revisión sobre las políticas de América Latina y el Caribe*.
- Saviotti, P. P., & Frenken, K. (2006), Trade variety and the economic performance of countries. *The Conference of the International Schumpeter Society, Sophia Antipolis June*, 21–24.
- Schot, J., & Steinmueller, W. E. (2018), Three frames for innovation policy: R&D, systems of innovation and transformative change. *Research Policy*, 47(9), 1554–1567.
- Steward, F. (2012), Transformative innovation policy to meet the challenge of climate change: sociotechnical networks aligned with consumption and end-use as new transition arenas for a low-carbon society or green economy. *Technology Analysis & Strategic Management*, 24(4), 331–343.
- Tosi, M., Mitter, E. K., Gaiero, J., y Dunfield, K. (2020), It takes three to tango: the importance of microbes, host plant, and soil management to elucidate manipulation strategies for the plant microbiome. *Canadian Journal of Microbiology*, 66(7): 413-433.
- UNCTAD (2023), *Technology And Innovation Report 2023*. Naciones Unidas Sobre Comercio y Desarrollo.
- Veugelers, R. (2012). Which policy instruments to induce clean innovating? *Research Policy*, 41(10), 1770–1778.
- Weber, K. M., & Rohracher, H. (2012), Legitimizing research, technology and innovation policies for transformative change: Combining insights from innovation systems and multi-level perspective in a comprehensive “failures” framework. *Research Policy*. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2011.10.015>.
- Winter, S. G. (2000), The satisficing principle in capability learning. *Strategic Management Journal*, 21, 981–996. [https://doi.org/10.1002/1097-0266\(200010/11\)21:10/11<981::AID-SMJ125>3.0.CO;2-4](https://doi.org/10.1002/1097-0266(200010/11)21:10/11<981::AID-SMJ125>3.0.CO;2-4).
- World Bank. (2021), *State and Trends of Carbon Pricing 2021*. © Washington, DC: World Bank. <https://openknowledge.worldbank.org/entities/publication/7d8bfbd4-ee50-51d7-ac80-f3e28623311d> License: CC BY 3.0 IGO.
- Zhang, X., Guo, J., Vogt, R. D., Mulder, J., Wang, Y., Qian, C., Wang, J., Qian, C. y Wang, J. (2020), Soil acidification as an additional driver to organic carbon accumulation in major Chinese croplands. *Geoderma*. 366: 114234.
- Zheng, X., & Cai, Y. (2022), Transforming Innovation Systems into Innovation Ecosystems: The Role of Public Policy. *Sustainability*, 14(12), 7520.

En el contexto del acelerado y preocupante cambio climático y en línea con la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible y el Acuerdo de París, los países de América Latina han incorporado de forma explícita en sus estrategias de desarrollo la búsqueda de soluciones de tecnología ecológica y la innovación como elementos fundamentales para promover el crecimiento económico y el desarrollo sostenible.

En esa línea, y con el objetivo de transitar hacia modelos de desarrollo productivo más sustentables, los países de América Latina han establecido estrategias y políticas de innovación sostenible propias, experiencias que se analizan a lo largo de este documento.

El examen de la bibliografía y los marcos teóricos relevantes para analizar la política de innovación verde y el relevamiento de algunas experiencias internacionales y de siete países latinoamericanos (Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, México y Uruguay), permite echar luz sobre la situación regional en cuanto a las estrategias y políticas implementadas, así como sobre los modos de intervención para potenciar la transición verde y, con ella, el desarrollo sostenible.

