

# ¿Cómo acelerar la innovación verde en América Latina y el Caribe y por dónde empezar?

Preparado para el Banco Interamericano de Desarrollo por:  
**Matteo Grazzi, Vanderleia Radaelli, Pauline Henriquez,  
Nathalia Pufal y Sandra López**

**Enero 2023**



# ¿Cómo acelerar la innovación verde en América Latina y el Caribe y por dónde empezar?

**Enero 2023**

Preparado para el Banco Interamericano de Desarrollo por:  
Matteo Grazzi, Vanderleia Radaelli, Pauline Henriquez,  
Nathalia Pufal y Sandra López

## ¿Cómo acelerar la innovación verde en América Latina y el Caribe y por dónde empezar?

El presente informe fue preparado por la División de Competitividad, Tecnología e Innovación (CTI) del Sector de Instituciones para el Desarrollo (IFD) del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), en la autoría de Matteo Grazzi, Vanderleia Radaelli, Pauline Henriquez, Nathalia Pufal y Sandra López, miembros del clúster de cambio climático de CTI.

**Clasificaciones JEL:** O3, O14, O31, O32, O33, O54, Q55, Q56

**Palabras clave:** innovación verde, tecnología, desarrollo, climate tech, cambio climático

Copyright © 2023 Banco Interamericano de Desarrollo. Esta obra se encuentra sujeta a una licencia Creative Commons IGO 3.0 Reconocimiento-NoComercial-SinObrasDerivadas (CC-IGO 3.0 BY-NC-ND) (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/igo/legalcode>) y puede ser reproducida para cualquier uso no-comercial otorgando el reconocimiento respectivo al BID. No se permiten obras derivadas.

Cualquier disputa relacionada con el uso de las obras del BID que no pueda resolverse amistosamente se someterá a arbitraje de conformidad con las reglas de la CNUDMI (UNCITRAL). El uso del nombre del BID para cualquier fin distinto al reconocimiento respectivo y el uso del logotipo del BID no están autorizados por esta licencia CC-IGO y requieren de un acuerdo de licencia adicional.

Nótese que el enlace URL incluye términos y condiciones adicionales de esta licencia.

Las opiniones expresadas en esta publicación son de los autores y no necesariamente reflejan el punto de vista del Banco Interamericano de Desarrollo, de su Directorio Ejecutivo ni de los países que representa.



Banco Interamericano de Desarrollo  
1300 New York Avenue, N.W.  
Washington, D.C. 20577  
[www.iadb.org](http://www.iadb.org)

**El Sector de Instituciones para el Desarrollo fue responsable de la producción de la publicación.**

**Colaboradores externos:**

**Coordinación de la producción editorial:** Sarah Schineller (A&S Information Specialists, LLC)

**Revisión editorial:** Julia Gomila

**Diagramación:** Miguel Lage (División de Competitividad, Tecnología e Innovación, BID)

# Índice

---

<b>1. INTRODUCCIÓN: CAMBIO CLIMÁTICO Y COVID</b>	<b>1</b>
<b>2. QUÉ ES LA INNOVACIÓN VERDE Y POR QUÉ ES IMPORTANTE</b>	<b>5</b>
<b>3. INNOVACIÓN VERDE EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE</b>	<b>8</b>
<b>4. POLÍTICAS PÚBLICAS E INSTRUMENTOS PARA IMPULSAR LA INNOVACIÓN VERDE EN ALC</b>	<b>14</b>
<b>REFERENCIAS</b>	<b>21</b>

## Gráficos e infografías

---

Gráfico 1. Emisiones de GEI per cápita y población, por región, 2019	2
Infografía 1. Impactos del cambio climático para ALC	4
Infografía 2. Oportunidades para la innovación verde	6
Infografía 3. Factores determinantes de la innovación verde	7
Gráfico 2. Innovación verde como porcentaje de la inversión en I+D, 2016	10
Gráfico 3. Porcentaje de empresas <i>climate tech</i> a nivel mundial por región	13
Gráfico 4. Porcentaje de transacciones <i>climate tech</i> a nivel mundial por región	13
Gráfico 5. Políticas públicas para la innovación verde	15
Gráfico 6. Instrumentos de política	16
Gráfico 7. Diversos instrumentos de política de innovación verde a lo largo del ciclo de vida de la innovación (tecnológica)	18
Gráfico 8. Nivel de maduración de la tecnología (TRL)	19
Gráfico 9. Diversos instrumentos de política de innovación verde a lo largo del ciclo de vida ambiental de los productos	20

## Cuadros

---

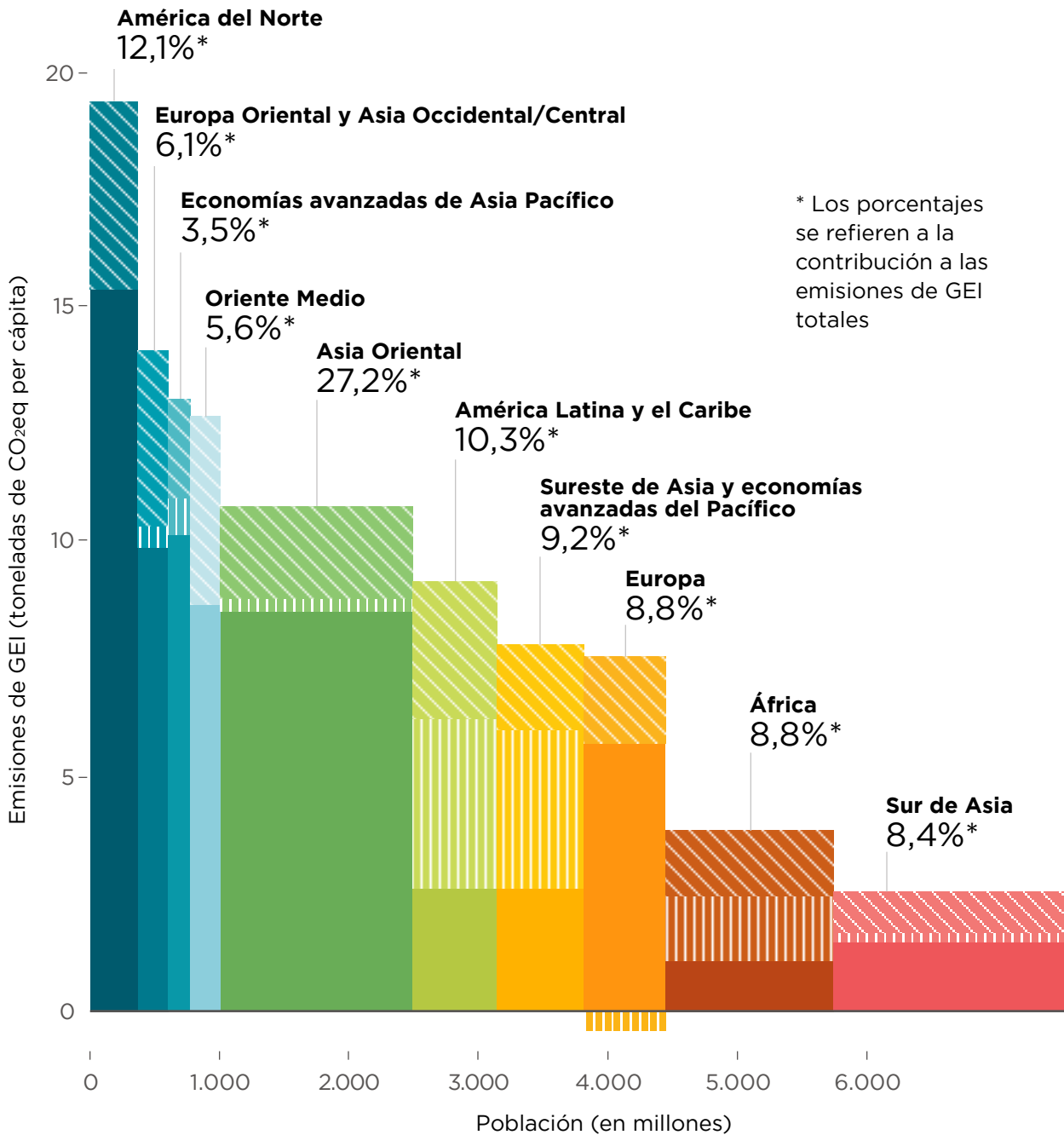
Cuadro 1. Áreas temáticas y dimensiones del marco teórico de medición	9
---	---

# 1. INTRODUCCIÓN: CAMBIO CLIMÁTICO Y COVID

---

- Para evitar los efectos devastadores del cambio climático a nivel global, el Acuerdo de París urge limitar el aumento de la temperatura del planeta entre 1,5 °C y 2 °C sobre los niveles preindustriales hacia el año 2100. La evidencia científica alerta que, **para estabilizar la temperatura a 1,5 °C, se requiere alcanzar cero emisiones netas de CO<sub>2</sub> hacia el año 2050 y reducirlas a la mitad de aquí a 2030** (IPCC, 2018).
- Si el calentamiento global no se mantiene por debajo de los 2 °C, la región de América Latina y el Caribe (ALC), **una de las regiones más vulnerables a los impactos del cambio climático, podría perder, en promedio, 5% de su PIB debido a los efectos adversos del cambio climático de cara a 2030** (CEPAL, 2020).
- En cuanto a las emisiones globales de gases de efecto invernadero (GEI), **el desarrollo de ALC ha potenciado el aumento de las emisiones en los países de la región**. En 2016, ALC tan solo contribuía el 5% de las emisiones de GEI a nivel global (PNUMA, 2016) y, de acuerdo con el último informe del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés), la cifra había aumentado a 10,3% para finales de 2019. **La región de ALC continúa siendo una de las regiones del mundo más vulnerables al cambio climático.**

**Gráfico 1. Emisiones de GEI per cápita y población, por región, 2019**



- Combustible fósil e industria (CO<sub>2</sub>FFI)
- Otras emisiones de GEI
- Uso de la tierra, cambio de uso de la tierra, silvicultura (CO<sub>2</sub>LULUCF)

Fuente: [Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change](#) (IPCC, 2022).

• El IPCC también proyecta un aumento de la temperatura en toda la región, que impactará la **productividad agrícola y ganadera —en particular, a los pequeños productores—** y amenaza la seguridad alimentaria de la población. La salud también se ve amenazada, ya que el aumento de las temperaturas, los cambios en la humedad relativa y el incremento de las precipitaciones están asociados con un aumento de enfermedades transmitidas por vectores, como son dengue, chikunguña y zika. Por otra parte, las olas de calor aumentarán en frecuencia, intensidad y duración, y ocasionarán **incendios forestales** que conllevan un incremento en los procesos de **desertificación, los cuales generan un costo de entre 8% y 14% del producto agrícola bruto de la región**. Se estima que entre 6% y 8% de la población de ALC se encuentra en alto riesgo frente al **aumento del nivel del mar**, que sumado a las altas temperaturas y sequías continuará generando desplazamientos forzados, obligando a la población más vulnerable a ubicarse en asentamientos informales y propiciando conflictos sociales. Además, el **abastecimiento hídrico** se ve afectando por la pérdida masiva de los Glaciares Andinos durante la última década (IPCC, 2022). **En consecuencia, es clave avanzar hacia la generación de soluciones de adaptación al cambio climático basadas en innovación, con el objetivo de aumentar la resiliencia de la región.**

### Infografía 1. Impactos del cambio climático para ALC



Fuente: [https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/outreach/IPCC\\_AR6\\_WGI\\_Press\\_Conference\\_Slides.pdf](https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/outreach/IPCC_AR6_WGI_Press_Conference_Slides.pdf).

• A corto y mediano plazo, las consecuencias de la pandemia de COVID-19 seguirán afectando a la economía mundial, en particular a la región de ALC, con impactos duraderos. Sin embargo, estas consecuencias también pueden interpretarse como **una oportunidad para reactivar la economía con una orientación más sostenible gracias a la innovación verde**. Es posible aprovechar esta oportunidad para plantear soluciones alternativas a viejos problemas y necesidades, rediseñando un modelo de creación de valor económico **que permita compatibilizar la sostenibilidad del crecimiento socioeconómico con la del sistema natural**, a través de la transición hacia una economía de cero emisiones netas, circular (EC) y resiliente al cambio climático.

- En cuanto a las políticas para la recuperación económica, existe un consenso sobre la necesidad de alineación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible, así como una urgencia por diseñar políticas sostenibles como pilar de las estrategias de desarrollo. En este sentido, la **innovación verde tendrá un papel central en el fomento de un nuevo modelo de crecimiento económico, donde los activos naturales puedan continuar proporcionando los recursos y servicios ambientales necesarios para el bienestar de las generaciones presentes y futuras.**

## 2. QUÉ ES LA INNOVACIÓN VERDE Y POR QUÉ ES IMPORTANTE

---

- La innovación verde (también conocida como eco-innovación, innovación medioambiental o innovación sostenible) se define como los **bienes y servicios, procesos, métodos de marketing, estructuras organizativas y arreglos institucionales nuevos o significativamente mejorados que, con o sin intención, conducen a mejoras ambientales en comparación con las alternativas relevantes** (Grazzi, Sasso y Kemp, 2019).
- En otras palabras, la innovación verde incluye la **creación y comercialización de nuevas tecnologías que son más benignas para el medio ambiente, así como la difusión y adopción de tecnologías más ecológicas** por parte de las empresas. Dichas acciones cumplirán un rol crucial en el logro de las metas climáticas de los países de nuestra región y también crearán **sendas de crecimiento y generación de nuevos empleos** significativos.
- El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) -el brazo científico de Naciones Unidas en materia de cambio climático- destaca la necesidad de **promover políticas, incentivos y financiamiento para la investigación y el desarrollo de tecnologías climáticas** (IPCC, 2018).<sup>1</sup> El bajo desempeño de la región de América Latina y el Caribe (ALC) en innovación verde requiere del despliegue de una serie de acciones de política pública. Estas acciones son aún más importantes en el contexto de recuperación económica que ha generado la pandemia de COVID-19. En efecto, un estudio del Nobel de Economía Joseph Stiglitz y otros economistas de renombre internacional, a través del análisis de más de 700 posibles políticas de estímulo pos-Covid-19, ha revelado que **los paquetes de recuperación económica destinados a promover la innovación verde y la economía circular pueden generar más empleos y mayores retornos a corto plazo, a la vez que permiten mayores ahorros de costos a largo plazo, en comparación con los paquetes tradicionales de estímulo fiscal** (Hepburn, O'Callaghan, Stern, Stiglitz *et al.*, 2020).

---

<sup>1</sup> Special Report: Global Warming of 1,5° C.

## Infografía 2. Oportunidades para la innovación verde

### ¿Cuál es el impacto?



Fuente: elaboración propia.

- Según estimaciones recientes, se proyecta a nivel mundial un crecimiento promedio anual de 9,8% de las ventas de innovación verde, con un aumento esperado de la fuerza laboral empleada de hasta 6,7% anual (BMU, 2018). Por otra parte, algunos estudios demuestran que los modelos de economía circular global pueden brindar un valor de USD 4.500 millones de aquí a 2030, al evitar el desperdicio, hacer que las empresas sean más eficientes y crear nuevas oportunidades de empleo (WEF, 2022).

- En Europa, el valor agregado de la innovación verde (energías renovables, tecnologías medioambientales y bioeconomía) es de aproximadamente 2,2% del PIB, con una facturación de EUR 227.000 millones, lo que conforma un estímulo a la creación de 4.200 nuevas empresas comerciales (Comisión Europea, 2019).

- A pesar de las grandes oportunidades que la innovación verde ofrece tanto para lograr las metas climáticas como para desarrollar nuevas vías de crecimiento económico, su difusión es aún incipiente en el tejido empresarial. Gran parte de este pobre desempeño se relaciona con un marco de incentivos insuficiente o poco adecuado. Existen importantes barreras y factores, internos o externos a las empresas, en cuanto a la difusión que es necesario activar o mitigar. Los factores internos incluyen aspectos como costos y beneficios de la adopción de innovaciones verdes, así como los recursos y capacidades de los que dispone la empresa y que facilitan u obstaculizan la adopción (por ejemplo, conocimiento sobre ciertas temáticas especializadas, competencias tecnológicas y organizacionales, etc.). Por su parte, los factores externos abarcan distintos aspectos de las políticas públicas (por ejemplo, el efecto de estándares ambientales), así como la influencia de los consumidores y otros actores, como son las instituciones financieras, y las dificultades que tienen que ver con el acceso adecuado al financiamiento y la inversión.

### Infografía 3. Factores determinantes de la innovación verde



Fuente: Konnola, del Rio, Carrillo-Hermosilla *et al.* (de próxima publicación).

### 3. INNOVACIÓN VERDE EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE

---

A pesar de un esfuerzo creciente en toda la región de América Latina y el Caribe (ALC) para fortalecer la medición de la ciencia, la tecnología y la innovación, las iniciativas orientadas a una medición detallada de la innovación verde y de sus dinámicas son aún esporádicas y no están armonizadas entre los países de la región. En este contexto, el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) ha desarrollado un marco conceptual para la medición de la innovación verde, con el propósito de orientar a las oficinas de estadística y a otros productores de datos en sus iniciativas de relevamiento de datos pertinentes (Grazzi, Sasso y Kemp, 2019). Este trabajo generó un marco teórico de medición que distingue cuatro áreas temáticas principales, a saber:

1. Factores habilitantes: regulación ambiental, disponibilidad de tecnologías complementarias, oportunidades de mercado y clima innovador, entre otros.
2. Insumos: capital humano, ciencia e investigación e inversión y financiación, entre otros.
3. Productos y actividades: innovación empresarial y emprendimiento.
4. Impactos socioeconómicos: impacto económico e impacto ambiental.

**Cuadro 1. Áreas temáticas y dimensiones del marco teórico de medición**

<b>FACTORES HABILITADORES</b>	Regulación ambiental	Índice de eficiencia energética
		Impuestos ambientales (% del PIB)
		Apertura comercial (bienes ambientales)
	Disponibilidad de tecnologías complementarias y oportunidades de mercado	Índice de Derechos de Propiedad Intelectual (DPI)
		Economía verde: mercados e inversión
<b>INSUMOS</b>	Clima innovador	Facilidad del proceso de creación de empresas
	Capital humano	Graduados STEM (% del total de graduados de educación superior)
	Ciencia e investigación	I+D ambiental (% sobre el total de I+D)
		Publicaciones en ciencias del mar (cada millón de habitantes)
	Inversión y financiación	Inversión transfronteriza en el sector de las energías renovables (como % de todos los proyectos de inversión extranjera directa [IED])
<b>PRODUCTOS Y ACTIVIDADES</b>	Innovación empresarial y emprendimiento	Patentes ambientales (cada 10 millones de habitantes)
		Certificaciones ISO 14001 (cada millón de habitantes)
<b>IMPACTO SOCIOECONÓMICO</b>	Impacto económico	Comercio de bienes relacionados con el medio ambiente (% del PIB)
	Impacto ambiental	Energía renovable (como % de STEP)
		Emisiones de GEI (tCO <sub>2</sub> e per cápita)
		Productividad energética (PIB por unidad de TEP o USD por TEP)
		Desempeño ambiental
		Tasas de generación de residuos (gramos por USD de PIB)

Fuente: elaboración propia con base en Grazzi, Sasso y Kemp (2019) y Grazzi, López-Bassols y Sasso (de pronta publicación).

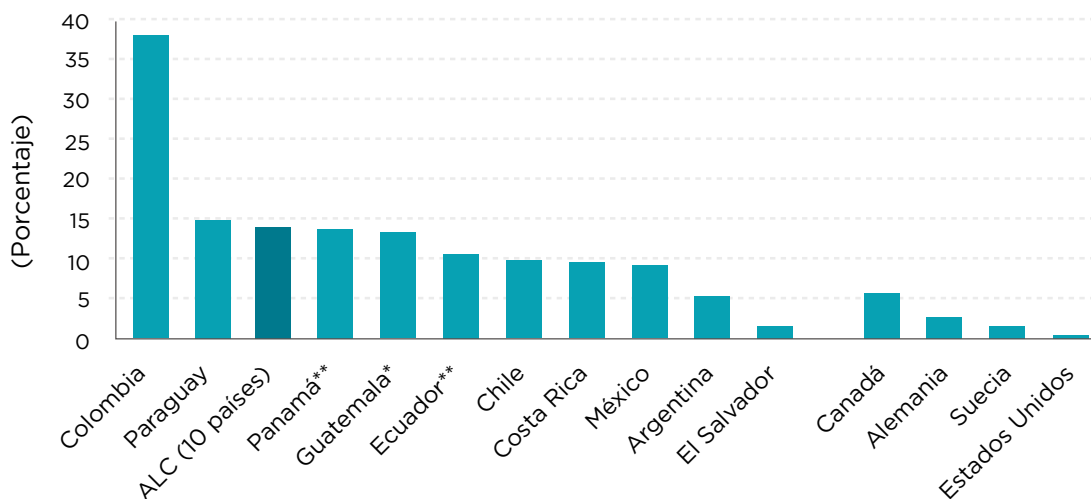
Notas: STEM = science, technology, engineering and mathematics; STEP = suministro total de energía primaria; GEI= gases de efecto invernadero; TEP= tonelada equivalente de petróleo.

Los resultados de la aplicación del marco teórico de medición de innovación verde a 20 países de ALC indican que, aunque las actividades de innovación verde están aumentando en los países de ALC, aún se observan grandes brechas respecto de los países de economías avanzadas y una alta heterogeneidad entre los países de la región. Algunos países (Chile, Costa Rica y Uruguay) han logrado avanzar con éxito en una amplia gama de indicadores. Otros países (Brasil, Colombia, Jamaica, México, Panamá y Perú) tienen fortalezas relativas en algunas dimensiones, pero

siguen presentando brechas en otras. Un grupo de países se desempeñan por debajo del promedio de la región; Venezuela y Haití aparecen sistemáticamente en los rankings más bajos en la mayoría de los indicadores.

Si bien la región sufre atrasos sistémicos con relación a los factores vinculados con la innovación en general, también presenta un peso relativo considerable y creciente de la innovación verde en cuanto a actividades de investigación, desarrollo e innovación (I+D+i), y dispone de ventajas competitivas para mejorar su desempeño. Por un lado, se evidencian niveles promedio de inversión en I+D en la región muy por debajo de los países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE): 0,56% del PIB en ALC frente a 2,5% en la OCDE (RICYT, 2019). Por otro lado, el peso relativo de la I+D medioambiental como porcentaje de la I+D alcanza un 13,8% en ALC, frente a 0,4% en Estados Unidos o 5,5% en Canadá (gráfico 2).

**Gráfico 2. Innovación verde como porcentaje de la inversión en I+D, 2016**



Fuente: RICYT (2019).

Notas: en el caso de El Salvador, solo se contemplan los sectores de educación superior y gobierno. En el caso de Estados Unidos y Canadá, los datos se refieren a asignaciones presupuestarias gubernamentales para I+D.

\*Datos correspondientes a 2015.

\*\*Datos correspondientes a 2014.

Existe un conjunto de indicadores medioambientales donde la región presenta un alto desempeño, como son los impuestos ambientales, las inversiones extranjeras directas en energías renovables y el suministro de energías renovables:

- Los **impuestos ambientales** aumentan el costo de los productos o procesos contaminantes, lo que desincentiva su consumo y producción. En 2017, los impuestos ambientales representaban alrededor de 0,86% del PIB en la

región de ALC, y más de 1,5% en países como Costa Rica, Honduras, República Dominicana y Uruguay, en comparación con 1,11% (2014) en Canadá, y 0,71% en Estados Unidos.

- Las **inversiones extranjeras directas** (FDI, por sus siglas en inglés) **en energías renovables** representan una parte significativa de los esfuerzos de financiamiento relacionados con la innovación verde. En la región de ALC, durante el período 2015-19, la proporción de FDI relacionada a energías renovables alcanzó alrededor del 5%, y hasta un 17% en Chile, valores considerablemente más altos que en países desarrollados como Alemania (0,6%), Canadá y Estados Unidos (más de 2%) y Suecia (3,5%).

- Las **energías renovables** tienen un papel clave en la descarbonización. En ALC, las energías renovables representaban alrededor de 30% del suministro total de energía primaria en 2017, y cuatro países (Guatemala, Haití, Paraguay y Uruguay) tenían valores superiores al 60%. El promedio regional sigue siendo significativamente más alto que el de los países de la OCDE (10,2% en 2017).

También destacan algunos indicadores donde la región presenta un desempeño similar al de las economías avanzadas, tales como certificaciones ambientales y comercio de bienes relacionados con el medio ambiente:

- Las **certificaciones ambientales** pueden considerarse como proxy de la adopción de prácticas respetuosas con el medio ambiente en las empresas. La certificación ambiental ISO 14001 es una norma internacional destinada a ser utilizada por una organización que busca gestionar sus responsabilidades ambientales. En la región de ALC, en 2017, el promedio de certificaciones ambientales (ISO 14001) por millón de habitantes fue de 19, lo que representa un leve aumento frente a 14 en 2010. En países como Chile, Colombia y Uruguay, esta cifra es mayor a 50, lo cual supera a Estados Unidos y Canadá (16 y 32, respectivamente), pero aún está muy por debajo de Suecia y Alemania (480 y 123, respectivamente).

- Los datos de **comercio de bienes relacionados con el medio ambiente** ayudan a medir tanto el desarrollo y el potencial exportador de una industria ambiental local, como la difusión y la adopción de tecnologías relacionadas con el medio ambiente. En la mayoría de los países de ALC, el comercio de bienes relacionados con el medio ambiente representó entre 0,5% y 1,5% del PIB en 2016, participación que se ha mantenido relativamente estable desde 2010. Una excepción notable es México, donde este valor alcanzó 4 %. También existen marcadas diferencias entre los países desarrollados: en 2016, estas cifras registraron 0,8% del PIB en Estados Unidos; 1,9% en Canadá; 2,5% en Suecia y 3,6% en Alemania.

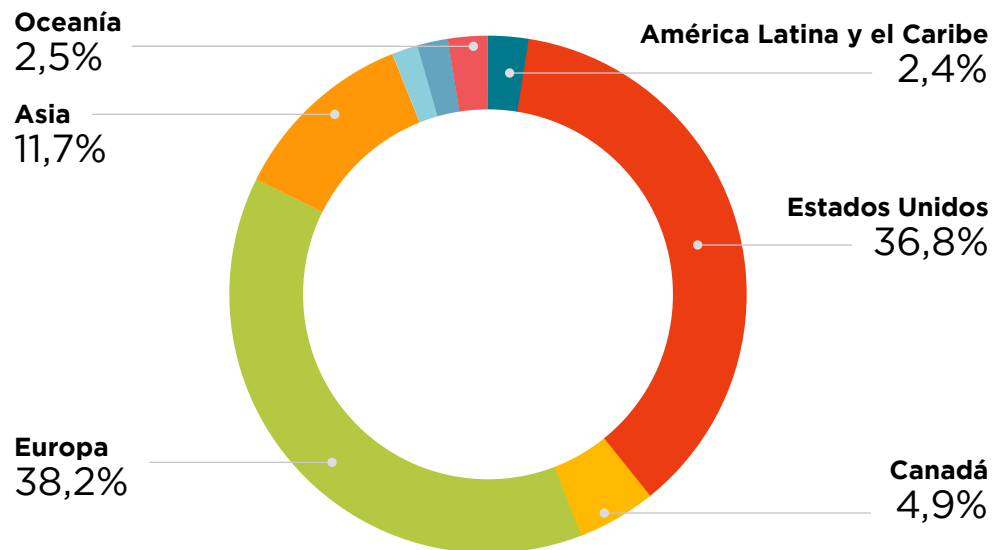
Al observar el panorama general de las ***climate tech*** —entendidas como empresas que emplean tecnologías que contribuyen directamente a enfrentar los efectos adversos del cambio climático, ya sea atacando directamente sus causas, reduciendo o removiendo las emisiones de gases de efecto invernadero (mitigación), o abordando sus consecuencias por medio de la reducción de riesgos, las vulnerabilidades o el fortalecimiento de la resiliencia frente a dichos efectos (adaptación)— en la región puede observarse un rubro incipiente pero robusto, que rinde favorablemente en términos comparativos y está dando fuertes señales del potencial que tiene la región. Asimismo, según el estudio “El panorama de las *climate tech* en la región de América Latina y el Caribe”<sup>2</sup> (BID, 2023), aunque ALC concentra solo el 2,4% de las *climate tech* del mundo, frente a 38,2% en Europa y 36,8% en Estados Unidos, se observó un crecimiento promedio anual de 6% en el número de inversiones efectuadas por año en el periodo 2013-21.

Por otra parte, a pesar de representar solo 3,7% del capital recaudado en inversiones en *climate tech* a nivel mundial, el promedio de capital recaudado por transacción (*deal*) durante los últimos años en la región lidera el ranking mundial, lo cual pone de relieve la eficacia de las empresas de la región a la hora de recaudar capital. Sin embargo, la industria de *climate tech* aún está altamente concentrada en unos pocos países de la región, donde casi 3 de cada 4 empresas se encuentran en Brasil, Chile y México (73%), con una fuerte concentración en el sector energético (25%) y las tecnologías de la información y las comunicaciones (20%).

---

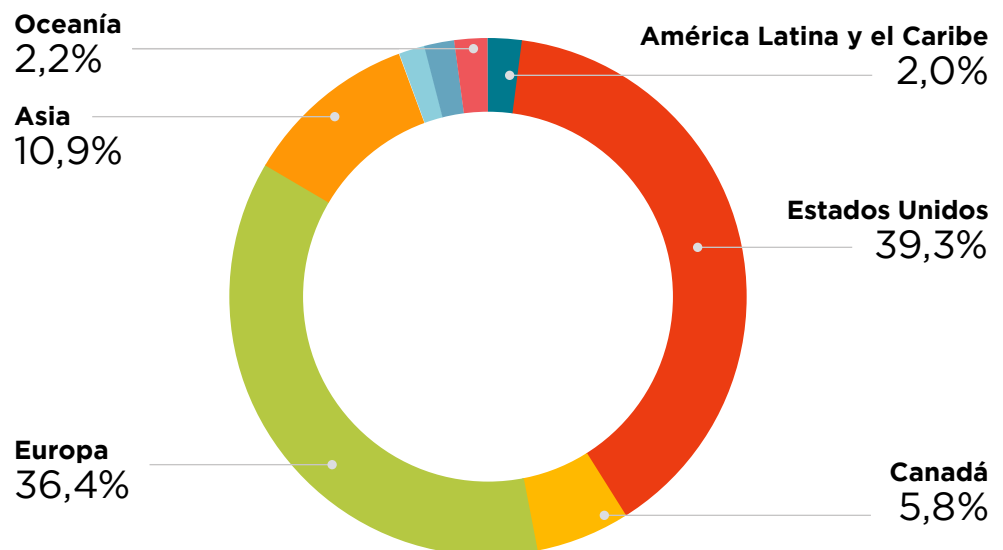
<sup>2</sup> Estudio elaborado por el BID, de próxima publicación, sobre la base de los datos proporcionados por Pitchbook a junio de 2022.

**Gráfico 3. Porcentaje de empresas *climate tech* a nivel mundial por región**



Fuente: elaboración propia.

**Gráfico 4. Porcentaje de transacciones *climate tech* a nivel mundial por región**



Fuente: elaboración propia.

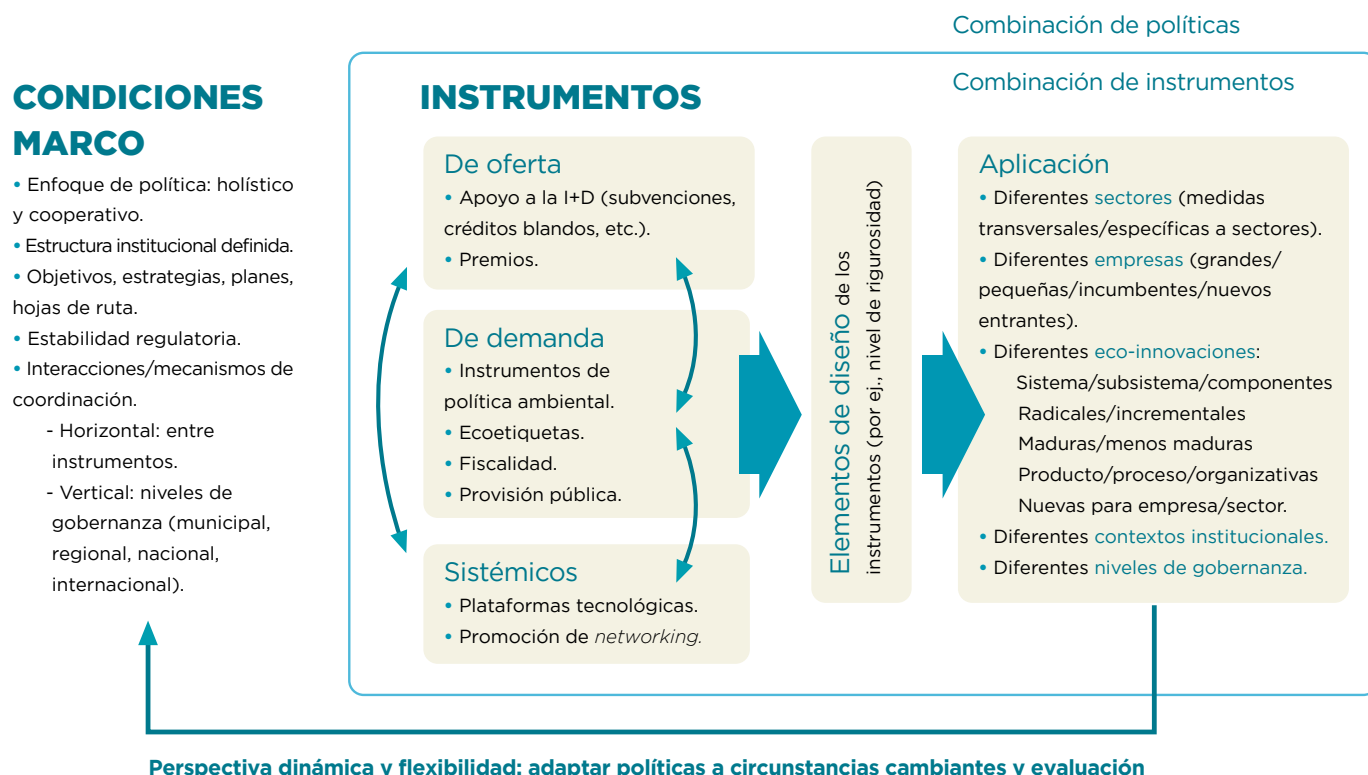
## 4. POLÍTICAS PÚBLICAS E INSTRUMENTOS PARA IMPULSAR LA INNOVACIÓN VERDE EN ALC

---

Para el fomento de la innovación en ALC es necesario impulsar políticas públicas apropiadas. El marco integral de política pública para el fomento de la innovación verde incluye diferentes bloques de decisiones o componentes de políticas: **condiciones marco, instrumentos concretos y la forma en la que estos se diseñan**, que combinados pueden influir dinámicamente en la activación de los factores determinantes o en la eliminación o mitigación de las barreras a los diferentes tipos de innovación verde, impulsando su desarrollo o adopción en diferentes empresas y sectores.

Es necesario que estos bloques sean consistentes y coherentes y estén alineados con los objetivos y las circunstancias en las que se aplican. Todo ello debe darse en un contexto dinámico y flexible; es decir, que permita adaptar las políticas a situaciones cambiantes, y también evaluarlas.

## Gráfico 5. Políticas públicas para la innovación verde



Fuente: Konnola, del Rio, Carrillo-Hermosilla *et al.* (de próxima publicación).

En este marco de políticas públicas, vale la pena observar los instrumentos dedicados a la innovación verde. Tradicionalmente, los instrumentos de promoción de la innovación se han clasificado en instrumentos de oferta (*supply-push*) y demanda (*demand-pull*). Los primeros buscan incrementar la oferta de innovaciones, mientras que los segundos buscan crear un mercado para ellas.

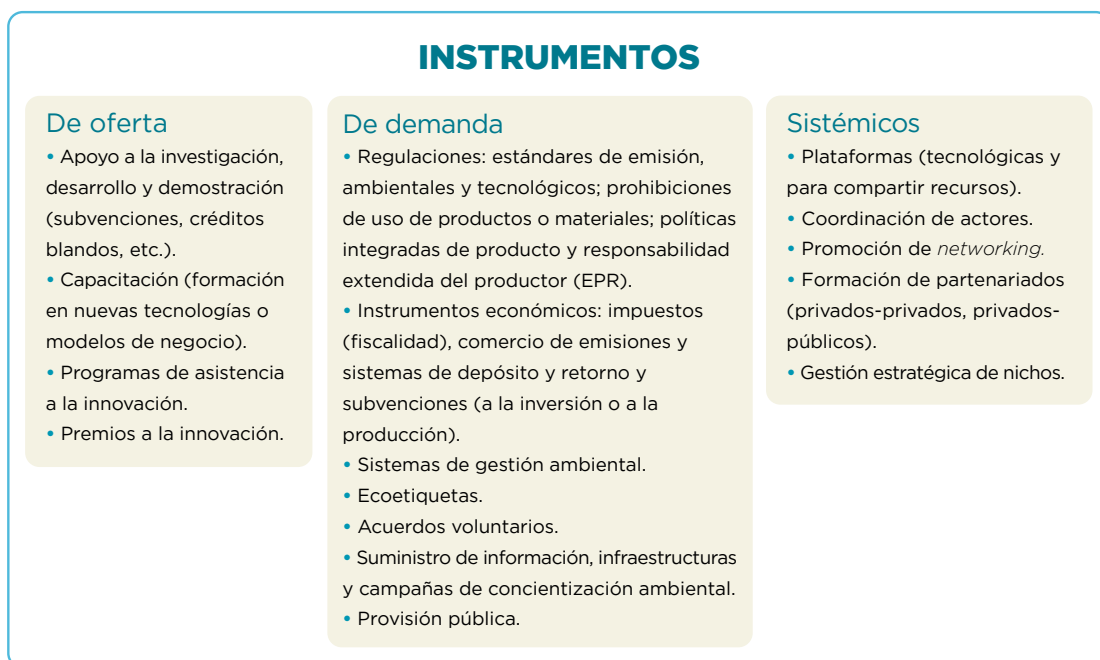
Tan importante como la elección de un determinado instrumento o combinación de instrumentos (*policy mix*) es la elección de los elementos de diseño de esos instrumentos. En otras palabras, aunque un instrumento puede diseñarse de diversas maneras, es preciso evaluar cuáles son las opciones más apropiadas para lograr fomentar la innovación verde de manera eficaz y eficiente.

Los elementos de diseño varían en función del sector al que se apliquen, lo que puede justificar -además de medidas transversales (intersectoriales)- políticas de innovación verde específicas por sector. Asimismo, teniendo en cuenta que los factores determinantes y las barreras a la innovación verde pueden variar según el tipo de empresa (grandes/pequeñas), puede ser justificable brindarle a las empresas un respaldo

adicional. Es decir, cuando un instrumento determinado no sea eficaz para una determinada categoría de innovación verde, podría aplicarse un instrumento adicional.

Por último, resulta clave tener en cuenta que existen innovaciones verdes muy diferentes, y que probablemente cada una tenga una función definida en las transiciones sostenibles (sistema/subsistema/componentes; radicales/incrementales; maduras/menos maduras; producto/proceso/organizativas).

## Gráfico 6. Instrumentos de política



Fuente: Konnola, del Rio, Carrillo-Hermosilla *et al.* (de próxima publicación).

Como ya se señaló, existen diferentes barreras a las innovaciones verdes, lo que resulta en una necesidad de diversos instrumentos y una combinación de políticas (*policy mix*) para su implementación. No obstante, la combinación o coexistencia de diferentes políticas puede dar lugar a interacciones como son sinergias, conflictos o complementariedades. Las combinaciones de políticas deben diseñarse cuidadosamente de forma tal que cada instrumento sea complementario o incluso sinérgico con respecto a otros, aunque puede ocurrir también que inevitablemente haya que renunciar a algo (lo que en inglés se conoce como *trade-offs*).

Los conflictos relacionados con la combinación de políticas pueden ser horizontales (entre diferentes instrumentos o áreas de política para el mismo nivel de gobernanza) o bien verticales (relacionados con diferentes niveles administrativos o de gobernanza;

por ejemplo, países, regiones o municipios). El éxito de la combinación puede evaluarse en función de diferentes criterios: eficacia, eficiencia e impactos distributivos, entre otros. De cualquier forma, una combinación deseada de políticas para promover la innovación verde debería tener cinco características: i) consistencia; ii) coherencia; iii) credibilidad; iv) estabilidad, y v) amplitud.

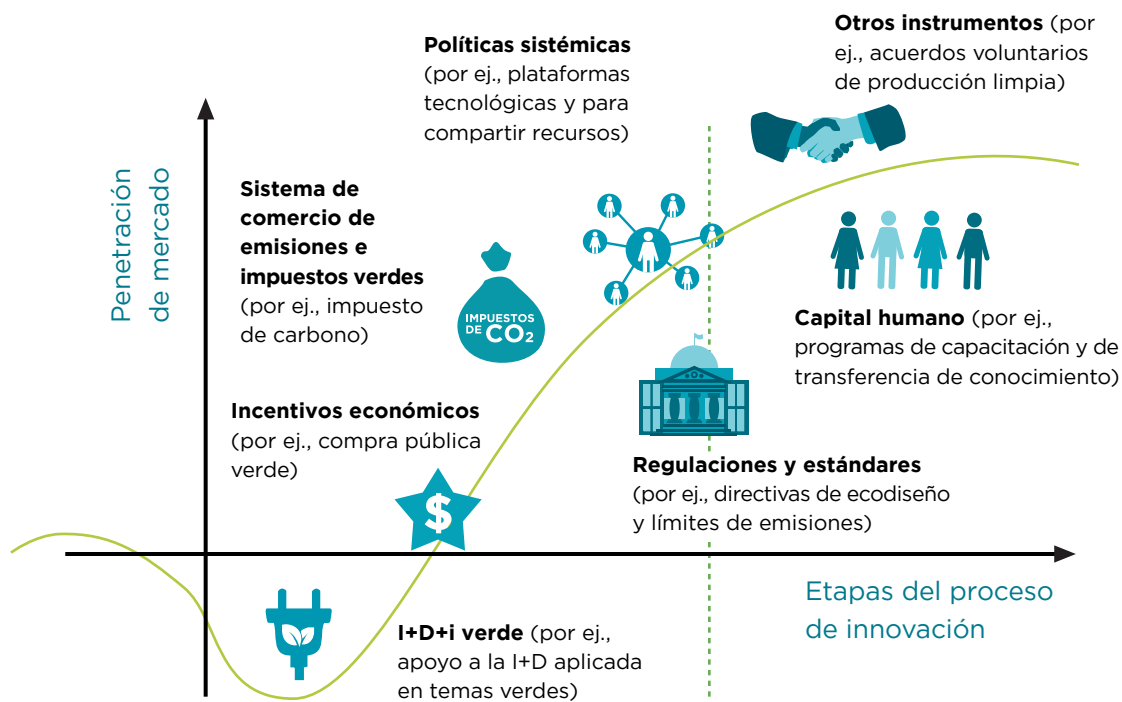
## El ciclo de vida de la innovación verde

Las políticas de innovación verde se apoyan en diversas perspectivas que tienen al ciclo de vida como principal referente para la aplicación de políticas, programas y/o instrumentos. Entre las diversas variantes del ciclo de vida existente destacan:

- Nivel de penetración de mercado.
- Grado de madurez tecnológica.
- Ciclo de vida de la innovación verde desde su concepción hasta el momento en que deja de ser de utilidad y es desechada.

En el nivel de **penetración de mercado**, el ciclo de vida es considerado según el uso de instrumentos específicos en las diversas etapas. Las etapas cubren la generación de ideas, la investigación y el desarrollo, así como la etapa precompetitiva y de entrada incipiente al mercado de consumo, donde los productos y/o tecnologías pueden sufrir una difusión acelerada, y ser diversificados hasta llegar a un estado de madurez que permite que finalmente salgan al mercado no sin antes sufrir diversos procesos de innovación incremental para alargar su vida útil y participación en otros mercados.

**Gráfico 7. Diversos instrumentos de política de innovación verde a lo largo del ciclo de vida de la innovación (tecnológica)**

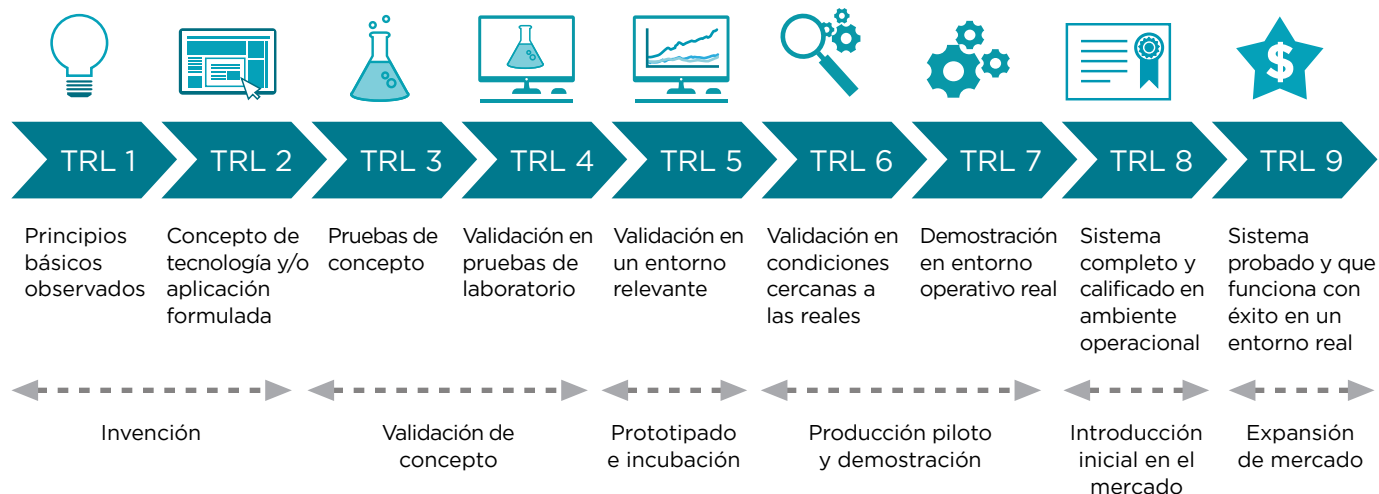


Fuente: Díaz López, Grazzi y Sasso (de próxima publicación).

En el **ciclo del grado de madurez tecnológica o TRL** (por sus siglas en inglés, *Technology Readiness Level*), se considera la siguiente escala:

- Observación de principios básicos.
- Formulación de concepto.
- Función crítica analítica y/o pruebas de concepto.
- Validación de los componentes a nivel laboratorio.
- Validación de los componentes a nivel de un ambiente de prueba adecuado.
- Demostración de los modelos y/o prototipos a nivel sistemas/subsistemas en un ambiente de prueba adecuado.
- Demostración del sistema o prototipo en un entorno real.
- Sistemas completos y/o certificados.
- Sistemas comercializados con éxito.

Gráfico 8. Nivel de maduración de la tecnología (TRL)



Fuente: [https://investigacionesyposgrados.ucaldas.edu.co/wp-content/uploads/Anexo-1\\_TRL.pdf](https://investigacionesyposgrados.ucaldas.edu.co/wp-content/uploads/Anexo-1_TRL.pdf)

Por último, **el ciclo de vida de la innovación verde, desde su concepción hasta el momento en que deja de ser de utilidad y es desechada**, considera que las diversas intervenciones de política pública se realizan en etapas específicas: i) diseño e investigación y desarrollo; ii) extracción, aprovechamiento y distribución/uso de materias primas (recursos naturales renovables y no-renovables, materiales procesados); iii) producción y manufactura; iv) distribución y venta de productos en mercados intermedios y/o de consumo; v) etapa de consumo y uso, y vi) etapa donde el producto/tecnología/servicio ya no tiene utilidad y llega a su disposición final en rellenos sanitarios, incineración o procesos de extensión de vida mediante reutilización, reciclaje, valorización secundaria, etc.

**Gráfico 9. Diversos instrumentos de política de innovación verde a lo largo del ciclo de vida ambiental de los productos**



Fuente: elaboración propia sobre la base de Ryder (2008).

# Referencias

---

**Bárcena Ibarra, A., J. Samaniego, W. Peres et al.** 2020. La emergencia del cambio climático en América Latina y el Caribe: ¿seguimos esperando la catástrofe o pasamos a la acción? Libros de la CEPAL. Nro. 160 (LC/PUB.2019/23-P). Santiago: Comisión Económica para América Latina y el Caribe.

**BID (Banco Interamericano de Desarrollo).** s/f. El panorama de las *climate tech* en la región de América Latina y el Caribe. De próxima publicación.

**BMU.** 2018. Greentech Made in Germany 2018. Environmental Technologies Atlas for Germany. Berlin, Federal Ministry for the Environment. Nature Conservation and Nuclear Safety (BMU).

**Comisión Europea.** 2019. Eco-innovation. Disponible en:  
[https://ec.europa.eu/environment/green-growth/eco-innovation/index\\_en.htm](https://ec.europa.eu/environment/green-growth/eco-innovation/index_en.htm).

**Díaz López, F., M. Grazzi y S. Sasso.** Green Innovation Policies for Latin America and the Caribbean. De próxima publicación.

**Grazzi, M., S. Sasso y R. Kemp.** 2019. A Conceptual Framework to Measure Green Innovation in Latin America and the Caribbean. Disponible en:  
<http://dx.doi.org/10.18235/0002082>.

**Grazzi, M., V. López-Bassols y S. Sasso.** Indicadores de innovación verde en América Latina y el Caribe. De próxima publicación.

**Hepburn, C., B. O'Callaghan, N. Stern, J. Stiglitz et al.** 2020. Will COVID-19 fiscal recovery packages accelerate or retard progress on climate change? *Oxford Review of Economic Policy*. 36(1): S359-S381. Disponible en:  
<https://doi.org/10.1093/oxrep/graa015>.

**IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático).** 2018. Informe especial del IPCC sobre los impactos del calentamiento global de 1,5 °C con respecto a los niveles preindustriales y las trayectorias correspondientes que deberían seguir las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero, en el contexto del reforzamiento de la respuesta mundial a la amenaza del cambio climático, el desarrollo sostenible y los esfuerzos por erradicar la pobreza.

———. 2022. [Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change](#). Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.

**Konnola, T., P. del Rio, J. Carrillo-Hermosilla et al.** Innovación verde en América Latina y el Caribe: un marco conceptual. De próxima publicación.

**PNUMA (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente).** 2016.

Resumen de las evaluaciones regionales del sexto informe sobre las Perspectivas del Medio Ambiente Mundial (GEO-6). Disponible en:

[https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/7688/-Resumen\\_de\\_las\\_evaluaciones\\_regionales\\_del\\_sexto\\_informe\\_sobre\\_las\\_perspectivas\\_del\\_medio\\_ambiente\\_mundial\\_GEO-6\\_Resultados\\_principales\\_y\\_mensajes\\_.pdf?sequence=3&isAllowed=](https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/7688/-Resumen_de_las_evaluaciones_regionales_del_sexto_informe_sobre_las_perspectivas_del_medio_ambiente_mundial_GEO-6_Resultados_principales_y_mensajes_.pdf?sequence=3&isAllowed=).

**RICYT (Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología).** 2019.

Expenditure on R&D as a percentage of GDP 2010-2019. Disponible en:

[http://app.ricyt.org/ui/v3/comparative.html?indicator=GASTOxPBI&start\\_year=2010&end\\_year=2019](http://app.ricyt.org/ui/v3/comparative.html?indicator=GASTOxPBI&start_year=2010&end_year=2019).

**Ryder, B.** 2008. Developing a National SCP Programme. *Ökologisches Wirtschaften - Fachzeitschrift*. 23(3). Disponible en:

<https://doi.org/10.14512/oew.v23i3.582>.

**WEF (Foro Económico Mundial).** 2022. Circular Economy and Material Value Chains.

Disponible en:

<https://www.weforum.org/communities/circular-economy-and-value-chains>.

