

Galindo, Luis Miguel; Hoffmann, Bridget; Vogt-Schilb, Adrien

Working Paper

¿Cuánto costará lograr los objetivos del cambio climático en América Latina y el Caribe?

IDB Working Paper Series, No. IDB-WP-01310

Provided in Cooperation with:

Inter-American Development Bank (IDB), Washington, DC

Suggested Citation: Galindo, Luis Miguel; Hoffmann, Bridget; Vogt-Schilb, Adrien (2022) : ¿Cuánto costará lograr los objetivos del cambio climático en América Latina y el Caribe?, IDB Working Paper Series, No. IDB-WP-01310, Inter-American Development Bank (IDB), Washington, DC, <https://doi.org/10.18235/0004021>

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/290067>

Standard-Nutzungsbedingungen:

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Terms of use:

Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.

You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.

If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.



<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/igo/legalcode>

¿Cuánto costará lograr los objetivos del cambio climático en América Latina y el Caribe?

Luis Miguel Galindo
Bridget Hoffman
Adrien Vogt-Schilb

¿Cuánto costará lograr los objetivos del cambio climático en América Latina y el Caribe?

Luis Miguel Galindo
Bridget Hoffman
Adrien Vogt-Schilb

Catalogación en la fuente proporcionada por la
Biblioteca Felipe Herrera del
Banco Interamericano de Desarrollo
Galindo Paliza, Luis Miguel.

¿Cuánto cuesta lograr los objetivos del cambio climático en América Latina y el
Caribe? / Luis Miguel Galindo Paliza, Bridget Hoffmann, Adrien Vogt-Schilb.

p. cm. — (Documento de trabajo del BID ; 1310)

Incluye referencias bibliográficas.

1. Climate change mitigation-Latin America-Costs. 2. Climate change mitigation-
Caribbean Area-Costs. 3. Climatic changes-Government policy-Latin America. 4.
Climatic changes-Government policy-Caribbean Area. 5. Environmental policy-Latin
America. 6. Environmental policy-Caribbean Area. I. Hoffmann, Bridget. II. Vogt-
Schilb, Adrien. III. Banco Interamericano de Desarrollo. División de Cambio Climático.
IV. Banco Interamericano de Desarrollo. Departamento de Investigación y Economista
Jefe. V. Título. VI. Serie.
IDB-WP-1310

<http://www.iadb.org>

Copyright © 2022 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.

Después de un proceso de revisión por pares, y con el consentimiento previo y por escrito del BID, una versión revisada de esta obra podrá reproducirse en cualquier revista académica, incluyendo aquellas referenciadas por la Asociación Americana de Economía a través de EconLit, siempre y cuando se otorgue el reconocimiento respectivo al BID, y el autor o autores no obtengan ingresos de la publicación. Por lo tanto, la restricción a obtener ingresos de dicha publicación sólo se extenderá al autor o autores de la publicación. Con respecto a dicha restricción, en caso de cualquier inconsistencia entre la licencia Creative Commons IGO 3.0 Reconocimiento-NoComercial-SinObrasDerivadas y estas declaraciones, prevalecerán estas últimas.

Note 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.



Correspondencia a Adrien Vogt-Schilb avogtschilb@iadb.org

¿Cuánto costará lograr los objetivos del cambio climático en América Latina y el Caribe?

Luis Miguel Galindo, Bridget Hoffman, Adrien Vogt-Schilb

Resumen

América Latina y el Caribe deben enfrentar el desafío del cambio climático al mismo tiempo que avanzan otros objetivos de desarrollo sostenible. ¿Cuánto costará hacer frente? Este trabajo revisa la evidencia sobre los recursos necesarios y las fuentes de financiamiento disponibles para cumplir con los objetivos del Acuerdo de París en la región.

Su tesis principal es que la acción climática no consiste única o principalmente en un gasto adicional, sino que requiere de una reorientación masiva de los flujos financieros existentes. No pueden alcanzarse los objetivos climáticos sin atender otros objetivos de desarrollo sostenible intrínsecamente relacionados al clima, como los relacionados a la energía, el transporte, el agua, la agricultura, y la conservación de ecosistemas, entre otros. Además, la acción climática está estrechamente ligada al gasto social, ya que desempeños sociales como la pobreza, la desigualdad y la falta de acceso a servicios de salud básicos exacerban la vulnerabilidad al cambio climático. Finalmente, la transición a una economía descarbonizada y resiliente debe ser justa, es decir debe maximizar beneficios socioeconómicos, minimizar o compensar costos de transición, e involucrar a todas las partes afectadas en los procesos de decisión. La acción climática esta entonces ligada a la competitividad, el nivel de educación, los mercados laborales, y las instituciones sociales.

Encontramos que atender la crisis climática requiere un gasto en la provisión de servicios de infraestructura de entre 2% y 8% del PBI, y un gasto para atender diversos desafíos sociales entre 5% y 11% del PBI. Ello implica alinear en total entre 7% y 19% del PBI anual que representará entre US\$470 mil millones y 1,300 mil millones de gasto en infraestructura y de gasto social en 2030 con objetivos de desarrollo sostenible, resiliente y descarbonizado. La mayoría del esfuerzo consiste en redirigir flujos existentes. El beneficio de esta reorientación tendrá un valor muy superior a su monto, al permitir evitar los peores impactos del cambio climático y generar beneficios económicos, sociales, fiscales, y ambientales.

Fuentes específicas, como impuestos verdes y bonos sostenibles, permiten financiar parte del esfuerzo. Para redirigir el gasto público, privado, y la inversión extranjera hacia soluciones consistentes con los objetivos climáticos, los gobiernos también necesitaran reformar las políticas y regulatorias en todos los sectores. Estrategias climáticas comprensivas pueden ayudar a identificar las transformaciones en todos los sectores necesarias para avanzar hacia una economía resiliente y carbono-neutral en la región en 2050. Los bancos de desarrollo pueden financiar directamente una parte pequeña del gasto necesario y apoyar el diseño y la implementación de reformas que permitan redirigir los flujos financieros existentes.

Códigos JEL: Q54, H51, H52, H53, H54, H55, H23

Palabras clave: cambio climático, costos, gasto

Introducción

América Latina y el Caribe deben atender el desafío del cambio climático mientras atienden las consecuencias económicas y sociales de la pandemia de COVID-19 y avanzan con los otros objetivos del desarrollo sostenible. ¿Cuánto costará atender estos desafíos? Este artículo revisa la literatura existente para contestar esta pregunta. El resultado principal es que para atender este desafío del cambio climático son necesarias transformaciones estructurales en varios ámbitos como en la infraestructura, en los sistemas de salud y de protección social y en las instituciones financieras que reflejen y habiliten una amplia reorientación, más allá de un incremento, de los flujos financieros en la región.

El cambio climático tiene efectos significativos en las actividades agropecuarias e industriales, la productividad laboral, la infraestructura, la salud de la población, los conflictos sociales, la migración, los bosques y los ecosistemas, entre otros (Hallegatte et al, 2015). Los impactos del cambio climático se intensificarán y tendrán consecuencias cada vez más importantes a lo largo de este siglo. La variación de la temperatura promedio es solo parte de los impactos del cambio climático, pero se estima que cada grado de aumento de la temperatura está asociado con una reducción de entre 1% y hasta 4% del Producto Bruto Interno (PBI) (Newell, et al., 2021, Acevedo, et al., 2018). Los estudios sobre los costos monetarios totales del cambio climático son escasos, algunos sugieren que la inacción podría tener costos de hasta 16% o más del PBI global o del PBI de países de ingreso bajo o economías emergentes y con climas más cálidos (Acevedo, et al., 2018, Burke, et al., 2015).

Frente a costos de impactos serios, aunque difíciles de cuantificar, los líderes internacionales decidieron en el Acuerdo de París de 2015 adaptarse a estos impactos, y contener el cambio climático limitando el aumento de la temperatura global entre 1.5°C y 2°C, y lo más cercano posible de 1.5°C para evitar los peores impactos. Cumplir con estos objetivos requiere que todos los países transiten a una economía resiliente al clima y descarbonizada alrededor de 2050.

Los planes climáticos que los países comunicaron en sus Contribuciones Nacionalmente Determinadas (NDC, por sus siglas en inglés), que contienen metas específicas de mitigación y adaptación por país, típicamente para 2030, son aún una base inadecuada para planificar el gasto en cambio climático. En general, las NDC no están alineadas con los objetivos de resiliencia y descarbonización profunda y carecen de una estrategia de política pública específica consistente con las metas propuestas. Para resolver esta situación, los países pueden diseñar estrategias climáticas que partan de los objetivos de largo plazo, e identifiquen una hoja de ruta de inversiones, incentivos económicos y reformas regulatorias necesarias en todos los sectores para levantar las barreras y permitir la construcción de una economía resiliente y descarbonizada a mitades del siglo (BID y DDPLAC, 2019, Cavallo et al, 2020). Varios países en el mundo, incluyendo Chile, Colombia, Costa Rica y Uruguay en la región, tienen ya estrategias para alcanzar economías resilientes y con cero emisiones netas al 2050 (UNFCCC, 2021).

Las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) de la región provienen en gran mayoría (94%) del suministro de servicios energéticos (incluyendo transporte y vivienda) y de alimentos (WRI-CAIT, 2021). El uso de combustibles fósiles para la generación de energía y el transporte representan casi la mitad de las emisiones totales y son las dos fuentes de emisiones que

aumentan más rápido. Dentro del sector agrícola, las emisiones provienen principalmente del uso de fertilizantes artificiales y de la digestión del ganado. Además, la agricultura, especialmente la ganadería, usa tierra que compite con bosques y otros sistemas altos en carbono, y es entonces la principal causa de la deforestación, que produce más de un quinto de las emisiones de GEI en la región. En total, las emisiones de GEI en la región alcanzaron 6.2 tCO₂e *per cápita* en 2018, que es similar a la media global de 6.5 tCO₂e para ese mismo año, y están aumentando (WRI-CAIT, 2021).

Una economía con cero emisiones netas es técnicamente posible. Cada país deberá diseñar su propio camino. En promedio en la región, las soluciones técnicas principales incluyen (BID y DDPLAC, 2019; Bataille et al, 2020 IPCC, 2018):

- una transición hacia fuentes de generación eléctrica libres de carbono;
- el uso de electricidad para desplazar fósiles en todos los sectores;
- la electromovilidad y el transporte público y no motorizado para permitir la disminución del uso de transporte privado y de los combustibles fósiles;
- la mejora de las prácticas agrícolas, incluyendo fomento de prácticas de agroforestería, sistemas silvopastoriles, y reducción del uso de fertilizantes
- la protección de ecosistemas altos en carbono, especialmente bosques, y el cambio de las dietas de los consumidores para reducir la presión sobre la deforestación.

También son necesarias medidas para reducir las emisiones provenientes de procesos industriales y del manejo de residuos (BID y DDPLAC, 201). La inversión en infraestructura deberá, además, aprovechar soluciones basadas en la naturaleza. Por ejemplo, los manglares permiten amortiguar los efectos del alza del nivel del mar o de los ciclones, y los bosques permiten el almacenamiento y la captura de carbono. Por el contrario, la destrucción del capital natural y de los servicios de los ecosistemas tiene costos económicos significativos (Cavallo et al, 2020).

La descarbonización representa una oportunidad económica equivalente a 1% del para la región, gracias a ahorros financieros en el sistema energético y de transporte, mejora de salud gracias a reducción de la contaminación del aire, mejoras de productividad gracias a la reducción de la congestión vial, e incremento de los servicios ecosistémicos; y permitirá crear hasta 15 millones de empleos netos adicionales al 2030 (Saget et al, 2020; Vogt-Schilb, 2021). Sin embargo, varios desafíos regulatorios, financieros, sociales y políticos, entre otros, dificultan la transición hacia una economía resiliente y descarbonizada.

La acción climática no consiste principalmente en diseñar e instrumentar un gasto adicional para atender los desafíos del cambio climático, sino que requiere de una reorientación masiva de los flujos financieros existentes. Es necesario que todos los países eviten las inversiones que no son consistentes con las metas climáticas, como, por ejemplo, la exploración y desarrollo de nuevas fuentes de energía fósil o la construcción de infraestructura crítica no protegida en zonas de riesgo climático. Simultáneamente, los países tienen que asegurar que los flujos financieros conlleven a la construcción de una nueva economía resiliente y de cero emisiones netas.

El costo de la acción climática no puede considerarse independientemente del costo de cumplir con otros objetivos de desarrollo sostenible, por tres razones. Primero, la región necesita expandir su provisión de servicios de infraestructura, incluyendo por ejemplo movilidad, servicios energéticos y acceso a agua y saneamiento, y su producción de alimentos; y aspira a conservar sus

ecosistemas y biodiversidad (Cavallo et al 2020, Searchinger et al, 2019). Estos objetivos de desarrollo están directamente ligados al cumplimiento de los objetivos climáticos.

Además, América Latina y el Caribe constituyen la región con más desigualdad del mundo, y sufren de tasas de pobreza altas, y de brechas en el acceso a salud, educación, o protección social. Estas brechas y la desigualdad tienen un papel determinante en la vulnerabilidad de los países a los impactos de cambio climático ante el cambio climático; por eso, alcanzar el objetivo de resiliencia climática requiere mejorar el desempeño social de la región (Hallegate et al, 2015, 2017).

Finalmente, la acción climática tiene que inscribirse en el contexto de una *transición justa*, es decir en un proceso que (Saget et al, 2020):

- (1) maximice los beneficios socioeconómicos de la acción climática. Por ejemplo, asegurando que los empleos creados en la industria de energía renovable gocen de condiciones de trabajo decentes y correspondan a habilidades disponibles en el país
- (2) limite o compense los costos de transición. Por ejemplo, ofreciendo nuevos trabajos o paquetes de compensación financiera a empleados de plantas eléctricas a base de energía fósil que se cierran, o ajustando el timing del cierre para que coincida con el de la jubilación de sus empleados
- (3) integre en los procesos decisivos a las personas y comunidades afectadas por la transición. Esto incluye por ejemplo gremios y empleados de industrias afectadas, agencias de gobiernos sectoriales y subnacionales, jóvenes, o comunidades indígenas.

En este sentido, el costo de la acción climática se superpone en parte con el costo de la educación y provisión de habilidades, de la protección laboral, y de la institución de procesos democráticos participativos e incluyentes.

Construir la infraestructura necesaria para proveer servicios básicos y cumplir con los objetivos climáticos requiere inversiones anuales de alrededor de 5% del PBI, con un rango entre 2% y 8% del PBI, hasta el 2030, lo que representa alrededor de US \$280 mil millones en 2019 (Serebrisky et al., 2015, Rozenberg y Fay, 2019). En contraste, actualmente la inversión anual en infraestructura es ligeramente inferior al 3% del PBI (alrededor de US\$ 170 mil millones en 2019). Hacer esta infraestructura resiliente representa un costo adicional modesto, de 3% a 10% del costo de la misma (es decir entre 0.15% y 0.5% del PBI, o entre US \$8 mil y US \$28 mil millones de dólares en 2019). Los beneficios de la resiliencia en términos de costos evitados de desastres naturales e incentivo para atraer inversiones son cuatro veces superiores a su costo (Delgado, et al., 2021). La descarbonización no agrega un costo significativo al gasto en infraestructura, ya que, por ejemplo, la energía renovable y la electromovilidad son ya competitivas o más baratas que su contraparte basada en energías fósiles durante su ciclo (IEA, 2021).

La inversión social requerida para construir la resiliencia de la población y promover una transición justa implica un gasto de entre 5% y 11% del PBI (entre US \$337 mil y 741 millones en 2030). Por ejemplo, ofrecer un ingreso monetario universal a adultos mayores de 65 años e hijos menores de 18 costaría, alrededor, de 5% del PBI (Filgueira y Espíndola, 2015). Atender el desafío de la pobreza extrema requiere alrededor de 6% del PBI y, atender, simultáneamente el desafío de la pobreza

extrema, de la mortalidad infantil y la finalización de la secundaria requiere inversiones de alrededor de 11% del PBI al 2030.¹

En total, el gasto en infraestructura y el gasto social necesarios para cumplir con los objetivos de cambio climático en la región están entre 7% y 19% del PBI al 2030 (entre US \$470 mil y 1,300 mil millones en 2030) dependiendo de las condiciones iniciales y de las metas económicas y sociales propuestas.

Para alcanzar estos montos, los gobiernos deberán asegurar que el gasto y la inversión públicos y privados, domésticos como internacionales, sean consistente con el cumplimiento de los objetivos climáticos. Para alinear el gasto público, es esencial incorporar los objetivos de cambio climático, la reducción de riesgo de desastres, y la minimización del riesgo de transición asociada a la inversión en activos varados, como prioridades en los planes de todos los sectores relevantes, y los procesos de ministerios de hacienda o planeación a cargo de coordinar el gasto público (Delgado et al, 2021).

Las reformas fiscales verdes y la eliminación de los subsidios a los combustibles fósiles podrían aportar hasta US\$200 mil millones por año, o aproximadamente 3.6% del PBI en 2019 a los gobiernos de la región para apoyar el proceso de transición (Delgado et al, 2021). Asimismo, los gobiernos deben anticipar que la transición energética mundial va a erosionar la base fiscal de las regalías e impuestos sobre el consumo de gasolina y diésel. Esto pone en peligro billones de ingresos tributarios de aquí a 2035 (Solano-Rodriguez et al, 2019; Welsby et al, 2021). Una estrategia fiscal de largo plazo permite identificar maneras de substituir esos ingresos.

Para alinear la inversión privada, los gobiernos pueden usar regulaciones e incentivos económicos, incluyendo una política fiscal ambiental y de financiamiento adecuada. Instrumentos como bonos verdes y los bonos ligados a la sustentabilidad pueden además apoyar el financiamiento de la acción climática e incrementar el financiamiento extranjero (Delgado et al, 2021, Conde y Sanz, 2021).

Los bancos de desarrollo pueden contribuir al financiamiento necesario, aunque su tamaño actual es pequeño en frente a las necesidades. El Banco Mundial, Banco Interamericano de Desarrollo y la Corporación Andina de Fomento otorgan créditos de entre US \$40 y US \$45 mil millones (Banco Mundial, 2019, BID, 2019, CAF, 2019) por año en la región, que contrasta con requerimientos para construir una infraestructura económica y social que pueden llegar a representar entre US\$340 mil y US \$1,100 mil millones en 2030. Los bancos de desarrollo pueden tener un impacto significativo al proveer apoyo técnico y financiero para el diseño de estrategias climáticas, estrategias financieras, y planes de reformas regulatorias e institucionales que ayuden a redirigir los flujos domésticos e internacionales, tanto públicos como privados, para alinearlos con el cumplimiento de los objetivos de cambio climático y de sostenibilidad (Delgado et al, 2021; BID y DDPLAC, 2019).

¹ Castellani, et al., (2019) estiman el gasto necesario para atender simultáneamente el desafío de la infraestructura y de la pobreza extrema, el cual estiman en 10.6% del PBI, que sube a 16% si se incorporan los desafíos de la mortalidad infantil y finalización de secundaria. Restamos 5% que corresponden a nuestra estimación de gasto necesario en infraestructura para obtener los 6% y 11% en el texto.

El resto del documento está estructurado de la manera siguiente. La sección 1 destaca la urgencia y magnitud del reto del cambio climático. La sección 2 compila evidencia sobre costos de alinear el gasto en infraestructura con los objetivos climáticos. Un apéndice describe cambios necesarios en sectores específicos e incluye una síntesis de la revisión de literatura sobre los requerimientos de inversión. La sección 3 revisa rezagos y gasto sociales requerido para asegurar una transición justa. La sección 4 cubre reformas institucionales y regulatorias necesarias para alinear el gasto público, privado e internacional con los objetivos climáticos.

1. La urgencia y magnitud del reto del cambio climático

El cambio climático es una barrera al desarrollo

El cambio climático tiene impactos económicos, sociales y ambientales significativos, con múltiples consecuencias en todos los sectores. Los efectos negativos del cambio climático impactan a las actividades agrícolas e industriales, a la infraestructura productiva, la salud de la población, la productividad laboral, la pobreza, la desigualdad, la migración, los conflictos sociales y la biodiversidad y los ecosistemas (IPCC, 2014; Hallegatte et al, 2015).

Los impactos del cambio climático sobre la producción son sustanciales, aunque difíciles de cuantificar. Estudios recientes indican que temperaturas por arriba de la norma histórica afectan la producción económica entre 1% a 4% del PBI por grado centígrado de temperatura adicional, con efectos más pronunciados en países y regiones cálidas y en países pobres y en desarrollo (Acevedo et al., 2018; Kahn, et. al., 2019, Newell et al., 2021; Kalkuhl y Wenz, 2020).

Estas estimaciones no reflejan el costo total y los riesgos del cambio climático. Muchos de los impactos del cambio climático no se asocian directamente con las variaciones anuales promedio de temperatura. Por ejemplo, un aumento promedio de la temperatura global puede traducirse en un incremento mucho más pronunciado de la temperatura a nivel regional o local, conllevando a costos regionales más elevados. Además, deben considerarse los efectos de la temperatura fuera de la variación histórica sobre las actividades económicas, los puntos de inflexión y de no retorno del sistema climático, y la presencia de efectos de reforzamiento y que se acumulan en el tiempo. También, los impactos económicos de diversas manifestaciones del cambio climático, como el alza del nivel del mar o el cambio en los patrones de precipitación inducen daños que no han sido valorados monetariamente como es el caso en bosques y ecosistemas, o el deterioro y la desaparición de un ecosistema. Estos daños no necesariamente afectan directamente a la economía de manera que no están capturados en estas estimaciones econométricas, pero pueden representar impactos significativos en el futuro.

El costo total del cambio climático no se puede predecir con precisión. Sin embargo, existen algunas estimaciones del costo total del cambio climático basadas en la agregación de estudios científicos y opinión de expertos que sugieren que los costos pueden ser muy altos, por ejemplo, 16% del PBI a 3°C o hasta 99% a 12°C para algunas regiones o para la economía global (Howard y Sterner, 2017, Kahn et al., 2019, Acevedo, et al., 2018).

Algunos estudios cuantifican los costos de impactos específicos del cambio climático. Por ejemplo, se proyecta que las inundaciones costeras podrían generar pérdidas anuales aproximadas por US \$1 mil millones en las 136 ciudades costeras más grandes del mundo con un aumento del nivel del mar de entre 20 cm y 40 cm al 2050 (Hallegatte, 2013) y se estima que los daños por desastres

naturales, incluyendo eventos climáticos extremos en América Latina y el Caribe, fueron de 102,700 millones entre 2010-2019 (Cavallo, et al., 2020, pp. 160).

El cambio climático tiene, además, impactos sociales que no se ven reflejados en las estimaciones de su costo macroeconómico. Los hogares y países más pobres tienden a estar más expuestos, ser más vulnerables, y tener una menor capacidad a hacer frente a las consecuencias del cambio climático como desastres naturales, enfermedades transmitidas por el agua o los mosquitos, olas de calor, y precios más altos de los alimentos (Hallegatte et al., 2018, 2019a). Por ejemplo, las olas de calor destruirán el equivalente de 2.5 millones de empleos en 2030 en la región, al reducir la productividad laboral (ILO, 2018). Los trabajadores del sector informal, como vendedores ambulantes y agricultores, serán los más afectados. Asimismo, el cambio climático aumenta la desigualdad y la pobreza (Saget et al, 2020). Se estima, por ejemplo, que los impactos del cambio climático sobre los desastres naturales, la salud y los precios de los alimentos empujará a entre 30 y 130 millones de personas a la pobreza extrema a nivel mundial en 2030, un efecto de magnitud similar al de la pandemia de COVID-19 (Jafino et al., 2020).

El cambio climático también puede impactar las migraciones. La caída de los rendimientos agrícolas y la disponibilidad de agua y la presencia de eventos climáticos extremos inducirán negativamente en la seguridad alimentaria e intensificarán los procesos de migración masiva que se estiman que incluya en la región alrededor de 17 millones de personas, que representa el 2.6% de la población en la región (Rigoud et al., 2018).

Finalmente, el cambio climático aumentará los riesgos en el sector financiero. Por ejemplo, incidirá en las clasificaciones de crédito de los países con un consecuente aumento de las tasas de interés en la deuda soberana (Klusak, et al., 2021).

Los países necesitan transitar a economías resilientes al clima y descarbonizadas para el 2050

Los impactos del cambio climático seguirán ocurriendo por décadas no obstante que se instrumenten los procesos de mitigación, por lo que los países necesitan adaptarse y construir una resiliencia de todos sus sistemas productivos, en su infraestructura, en sus sistemas de protección social, del sistema financiero y para preservar sus activos naturales. La buena noticia es que cada dólar invertido en hacer la infraestructura más resiliente representa cuatro dólares en impactos evitados (Delgado, et al., 2021), que aumentar la resiliencia de la economía y mejorar los sistemas de protección social y de salud tiene, además, beneficios de desarrollo muy superiores a sus costos (Hallegatte et al., 2018, 2019).

Para contener el aumento de la temperatura global cerca de 1.5C, todos los países del mundo deben reducir sus emisiones netas de gases de efecto invernadero (GEI) a cerca de cero alrededor de 2050 (Fay et al, 2015; IPCC, 2018). Alcanzar cero emisiones netas, o descarbonizar la economía, significa reducir las emisiones de carbono producidas por la actividad humana y compensar las emisiones restantes, por ejemplo, aumentando la cobertura forestal.

Las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) de la región provienen en gran mayoría (94%) del suministro de servicios energéticos (incluyendo transporte y vivienda) y de alimentos (WRI-CAIT, 2021). El uso de combustibles fósiles para la generación de energía y el transporte representan casi la mitad de las emisiones totales (44%), en forma de dióxido de carbono (CO₂), y

cubren las dos fuentes de emisiones que aumentan más rápido: el transporte en auto privado y la generación eléctrica a base de gas natural. Dentro del sector agrícola, las emisiones provienen principalmente, en forma de óxido nitroso (N₂O) del uso de fertilizantes artificiales, y en forma de metano (CH₄) de la digestión del ganado. Además, la agricultura y ganadería usan tierra que compite con bosques y otros sistemas altos en carbono, y es entonces la principal causa de la deforestación, que produce más de un quinto (21%) de las emisiones de GEI en la región (véase párrafo siguiente). El resto de las emisiones provienen por 6% de los residuos y 4% de los procesos industriales (WRI-CAIT, 2021).

En un mundo con tierras arables finitas y una demanda de alimentos creciente en el tiempo, la deforestación proviene de la competencia entre el uso de tierras para producir alimentos biocombustibles, y otros insumos; y su uso para mantener y recuperar ecosistemas y hábitats para la biodiversidad y la captura de carbono (Searchinger et al., 2019, Svenson et al, 2021). En este marco, la agricultura es la principal causa de deforestación en el mundo (Searchinger et al, 2019). Dentro de ella, la producción de carne de res ocupa cerca del 80% de las tierras arables, directamente en pastos, o indirectamente, por ejemplo, en cultivo de soja para alimentar el ganado (ibid.). América Latina y el Caribe es parte de esta dinámica, con el consumo de carne de res por cápita más alto del mundo (Searchinger et al, 2019).² Por la misma razón, la producción de biocombustibles a partir de cultivos no es en general una solución para reducir emisiones de gases de efecto de invernadero al considerarse su impacto sobre la competencia del uso de tierras (Searchinger et al, 2019).

Casi todos los países en la región se han adherido al objetivo de alcanzar la neutralidad de carbono al 2050, o han declarado que están trabajando en ello (Calero et al., 2020). América Latina y el Caribe puede alcanzar una economía con cero emisiones netas al 2050. Para ello cinco tipo de acciones inmediatas son esenciales (Fay et al, 2015; BID y DDPLAC, 2019; Bataille et al, 2020): (i) eliminar la generación de electricidad basada en combustibles fósiles, cambiando a fuentes libres de carbono, como la energía eólica, solar, hidráulica y geotermal; (ii) utilizar electricidad en lugar de combustibles fósiles en el transporte, la industria, la cocina y la calefacción; (iii) reducir el uso de transporte privado, aumentar el uso transporte público, el caminar, el uso de la bicicleta y el teletrabajo; (iv) mejorar las prácticas agrícolas, incluyendo fomento de prácticas de agroforestería, sistemas silvopastoriles, y reducción del uso de fertilizantes, y (v) detener y revertir la reducción de la cobertura forestal y el deterioro de los ecosistemas. En este contexto, toda la inversión y planeación en infraestructura debe tomar en cuenta los objetivos de la sostenibilidad (Bhattacharya et al, 2019).

Lejos de ser un sacrificio, estas transformaciones pueden crear 15 millones de empleos netos nuevos, y agregar 1% de crecimiento económico en la región al 2030 (Saget et al, 2020; Cavallo y Powell 2021). Estudios del BID en Perú y Costa Rica muestran que llegar a cero emisiones netas tiene un beneficio económico neto de 140 y 41 mil millones de USD, respectivamente, al 2050 (Quirós-

² La región es un importante exportador de alimentos. Saget et al (2020) estiman que el 15 por ciento de las emisiones de GEI del sistema alimentario en América Latina y el Caribe corresponde a sus exportaciones hacia el resto del mundo. Además, el 21 por ciento de las tierras destinadas a la agricultura y la ganadería en la región y el 19 por ciento de las emisiones por deforestación corresponden a exportaciones.

Tortós et al., 2021, Groves et al., 2020). En Chile, un estudio similar encuentra un beneficio de 5% del PBI en 2050 (Benavides et al, 2021). En el sector de uso del suelo, la adopción de prácticas sostenibles y de agricultura regenerativa, puede dar lugar a un aumento de la productividad agrícola y ganadera, mientras una mayor captura de carbono por los bosques genera mayores servicios ecosistémicos, tales como el suministro de productos forestales no maderables, los beneficios para el agua y el suelo, almacenamiento y secuestro de carbono y apoyo al turismo y al patrimonio cultural (Groves et al, 2020; Quiros-Tortos et al, 2021).

En el sector energía, el menor costo de las fuentes de energía renovable es el beneficio más importante. En el sector transporte, los beneficios económicos derivados del ahorro de energía, el menor número de accidentes, el tiempo ahorrado gracias a la reducción de la congestión vehicular y la disminución de los efectos negativos de la contaminación atmosférica en la salud pueden compensar con creces los costos iniciales del cambio a vehículos eléctricos y de la construcción de infraestructura para un transporte público con cero emisiones netas. El ahorro de energía en edificios, el aumento de la eficiencia en la industria y el valor económico de los materiales reciclados y del agua tratada también generan beneficios (Groves et al, 2020; Quiros-Tortos et al, 2021).

Las Contribuciones Nacionalmente Determinadas (NDCs) no son suficientes y requieren reforzarse

Como parte del Acuerdo de París, los gobiernos han diseñado varias versiones de planes para reducir las emisiones para 2030, conocido como Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (NDC, por sus siglas en inglés). El primer conjunto de NDC no estaba alineado con los objetivos de descarbonización al 2050. Por ejemplo, globalmente, las NDC tales como existían en 2018 permitían emisiones de 52 a 58 GtCO₂eq en 2030, en lugar de las 15 GtCO₂eq a 30 GtCO₂eq necesarias para cumplir con la meta de 1,5°C (UNEP, 2018). Esto era cierto también en la región, por ejemplo, cumplir con esas NDCs no aumentaría el porcentaje de fuentes de electricidad libres de carbono, sino que ampliaría el rol del gas natural. Esto no es consistente con los objetivos del acuerdo de París y la descarbonización de largo plazo, y crea un riesgo al permitir la inversión en tecnologías que podrían transformarse en activos varados durante la transición (González-Mahecha, et al., 2019, Binsted, et al., 2019).

Las metas al 2030 de las nuevas NDCs tampoco están alineadas (UNEP, 2021). Mas de 120 partes del acuerdo de París, incluyendo grandes emisores como China, Estados Unidos, India, y la Unión Europea han actualizado sus NDCs desde el Acuerdo. Doce países de la región también lo hicieron. Sin embargo, estas tienen un impacto muy limitado en 2030, reducen las emisiones proyectadas en solo un 7,5%, en comparación con las NDC anteriores, en vez del 30-55% necesario para limitar el calentamiento entre 1.5 y 2 °C (UNEP, 2021).

Los objetivos de largo plazo anunciados por los países, si son todos implementados, podrían limitar el aumento de la temperatura a 1.9 °C (Meinshausen et al, 2022). Varios países anunciaron objetivos de reducción de emisiones de largo plazo, típicamente cero emisiones netas al 2050,³ en sus NDCs o sus estrategias climáticas de largo plazo (LTS). Si estos se implementan, el aumento de temperatura podría limitarse debajo de 2C. Sin embargo, no existen, en la mayoría de los casos,

³ China son dos importantes excepciones, ya que sus metas son para 2060 y 2070 respectivamente.

estrategias concretas para implementar las metas de largo plazo anunciadas – Costa Rica y Chile en la región son dos excepciones notables (CAT, 2021).

Más allá de implementar sus NDCs tal como existen, los gobiernos de la región deben diseñar e implementar estrategias climáticas que permitan llegar a cero emisiones netas y a una economía resiliente al clima alrededor del 2050 (BID y DDPLAC, 2019). Estas estrategias deben construirse involucrando a todos los sectores de la economía y haciendo consistente los objetivos de desarrollo del país con los objetivos climáticos. Para ser útiles, deben identificar las transformaciones que son necesarias en cada sector a lo largo del tiempo empezando inmediatamente, evitando inversiones en sectores de alto contenido de carbono que implican emisiones difíciles de evitar en el futuro. Esta información es esencial para actualizar las NDCs y alinearlas con los objetivos de resiliencia y descarbonización profunda de largo plazo. Las estrategias de largo plazo también son útiles para identificar las barreras regulatorias, económicas, fiscales o sociales a la descarbonización, anticipar ganadores y perdedores, y diseñar estrategias de políticas públicas que permitan remover esas barreras y asegurar una transición justa e inclusiva (Gobierno de Costa Rica, 2019; Saget et al., 2020, BID y DDPLAC 2019).

2. Infraestructura para cumplir con las metas de cambio climático

Las metas climáticas suman al déficit de inversión en infraestructura en la región

La inversión en infraestructura en América Latina y el Caribe es inadecuada para proveer de servicios básicos de calidad a la población (Cavallo, *et al.*, 2020). La inversión en infraestructura representó el 2.8% del PIB anual en promedio entre 2008-2018, aproximadamente US\$125 mil millones por año (Serebrisky, *et al.*, 2020, pp. 40) y donde el 2.3% corresponde a inversión pública y 0.5% a inversión privada (Infralatam, 2021). Esto es un nivel inferior a otras regiones del mundo (Fay, *et al.*, 2017). Este nivel de inversión se traduce en déficits de acceso y calidad de servicios, como provisión intermitente y apagones en electricidad, una provisión de agua insuficiente y de baja calidad con pérdidas significativas y la carencia o mala calidad de los servicios de transporte en referencia al promedio internacional (Cavallo, *et al.*, 2020, Fay, *et al.*, 2017, Serebrisky, *et al.*, 2018).

La inversión anual en infraestructura necesaria para el cumplimiento en América Latina y el Caribe de los objetivos de desarrollo sostenible, incluyendo objetivos de resiliencia y descarbonización, se ubica en alrededor de 5% del PIB que representa aproximadamente US \$279 mil millones en 2019, con un rango probable entre 2% y 8% del PIB (Serebrisky y Suárez-Alemán, 2019; Rozenberg y Fay, 2019).⁴ Esto representa entre US \$111 mil y US \$447 mil millones anuales en 2019.⁵ Los rangos en la estimación de la inversión en infraestructura requerida son amplios ya que existen varias soluciones que permiten llegar a cero emisiones netas, las estimaciones dependen de las trayectorias de crecimiento y demográficas, de las tecnologías, de la calidad y de la inclusión de

⁴ Los siguientes estudios llegan a conclusiones y con rangos de estimación similares: Perrotti y Sánchez, 2011, Kohil y Basil, 2010, Ruiz-Nuñez *et al.*, 2015, Fay y Yepes, 2003, Fay y Morrison, 2007, CAF, 2011, Serebrisky, 2014, Serebrisky *et al.*, 2015, Serebrisky y Suárez-Alemán, 2019, Serebrisky, *et al.*, 2018, Gaspar, *et al.*, 2019, Schmidt-Traub, 2015, Fay *et al.*, 2017. Cavallo *et al.*, (2020) estiman un rango de inversión en infraestructura de entre 4% y 7% del PBI para América Latina y el Caribe.

⁵ Las estimaciones utilizan dólares constantes a precios de 2010 y un escenario con recuperación del PIB de América Latina y el Caribe en 2021 y una tasa de crecimiento promedio anual de 2% entre 2022-2030.

costos de mantenimiento y operación, de las políticas públicas y de la incorporación de las opciones basadas en la naturaleza (Rozenberg y Fay, 2019).

La inversión en infraestructura tiene que alinearse con los objetivos climáticos

Incorporar la necesidad de resiliencia en la construcción de infraestructura tiene un costo adicional modesto, de entre 3% y 10% del costo de la infraestructura (entre US \$8 mil y US \$28 mil millones en 2019), y que puede inducir beneficios 4 veces más altos (Cavallo, et. al., 2020).

Cumplir con el objetivo de descarbonización del sistema energético tiene un costo marginal nulo, o negativo, especialmente al tomar en cuenta los costos en mantenimiento y operación y la continua reducción de los costos para la generación de energías renovables (Rozenberg y Fay, 2019). La energía renovable actualmente ya es la más barata del mundo (IEA, 2021). En muchos mercados, los vehículos eléctricos ya son más baratos que los vehículos de diésel y gasolina a lo largo de su vida, gracias a gastos operativos y de mantenimiento menores, y a que el costo de las baterías continúa bajando (BNEF, 2018; IEA 2020).

De este modo, la brecha media de inversión en infraestructura se ubica en alrededor de 2.2% del PBI (US \$123 mil millones anuales en 2019) y se concentra en los sectores de energía y transporte, y en menor medida en agua y saneamiento y telecomunicaciones (Infralatam, 2021, Serebrisky et al., 2018). Estos sectores son centrales para alcanzar una economía descarbonizada y resiliente.

Cumplir con los objetivos climáticos requiere entonces reorientar el conjunto de las inversiones en infraestructura, tomando en cuenta objetivos de descarbonización y resiliencia desde su planeación y diseño, pero no necesariamente requiere una inversión adicional. Estas inversiones deben realizarse tomando en cuenta las metas de descarbonización y resiliencia desde su diseño. Por ejemplo, reducir las emisiones no consiste en construir una central de gas natural, y luego gastar más para agregar un filtro, sino que requiere acordar desde un principio que la nueva inversión tiene que ser en fuentes descarbonizadas como renovables. Otro ejemplo: construir una nueva carretera lejos de la costa, para evitar inundaciones debido al aumento del nivel del mar, puede ser mucho más barato que construir la misma carretera en zona inundable, y luego gastar más en construir protecciones. Por ello son importantes las estrategias climáticas que permitan anticipar los objetivos de largo plazo en la planeación del gobierno y administrar los riesgos apropiadamente, el apéndice incluye ejemplos de cambios necesarios en cada sector.

3. Gasto social para asegurar una transición justa

La transición hacia cero emisiones netas creará ganadores y perdedores, con posibles impactos sociales negativos en caso de que no sean abordados cuidadosamente. Las estrategias climáticas de largo plazo bien diseñadas permiten asegurar una *transición justa*. La transición justa se define con tres componentes (Saget et al., 2020, EIB, 2021). Primero, maximizar los beneficios económicos y sociales de la transición. Segundo, anticipar, minimizar y compensar impactos negativos a través de políticas específicas y medidas complementarias. Tercero, considerar e incluir a todas las partes interesadas de las políticas climáticas, a través de consultas y campañas de comunicación antes de implementar las reformas.

Las políticas climáticas deben ir acompañadas de otras políticas que faciliten la reubicación de los trabajadores y su capacitación,⁶ fomenten el trabajo decente en las zonas rurales, ofrezcan nuevos modelos empresariales y apoyen a los trabajadores desplazados (Saget et al., 2020). Durante la transición hacia una economía de cero emisiones netas se podrían destruir en la región 7,5 millones de puestos de trabajo en los sectores de generación de electricidad a partir de combustibles fósiles, extracción de combustibles fósiles y la producción de alimentos de origen ganadero consecuencia del control de la expansión de la frontera agropecuaria en 2030 (Saget et al., 2020). Sin embargo, nuevas oportunidades de empleo compensarán con creces dichas pérdidas, ello mediante la creación de 22,5 millones de puestos de trabajo en el sector agrícola, en la producción de alimentos de origen vegetal, en las energías renovables, en el manejo forestal y en la construcción y la manufactura (Saget et. al., 2020).

Apoyar a las comunidades afectadas también es importante para la transición justa (Saget *et. al.*, 2020). Por ejemplo, se estima que cerrar las centrales a carbón en Chile destruirá 4,000 puestos de trabajos concentrados en 6 municipalidades (Viteri, 2019). En las comunidades más afectadas, cerca de un 7% de la población trabaja en una central a carbón. Inversiones públicas, por ejemplo, aquellas para apoyar la educación y la capacitación laboral o transferencias al desempleo, pueden entonces ayudar a las comunidades a crear nuevas oportunidades de empleo.

En este sentido, la protección social y las estrategias de compensación son esenciales para amortiguar los costos sociales de la descarbonización. Por ejemplo, el 30% de los ingresos asociados a un precio al carbono en la región serían en principio suficientes para financiar transferencias monetarias que compensen a los hogares pobres y vulnerables por su impacto sobre precios de la comida, transporte, y electricidad (Vogt-Schilb *et. al.*, 2019).⁷

Además, la protección social es una medida eficiente para reducir el impacto de desastres naturales en los hogares y en fomentar la resiliencia ante los impactos del cambio climático (Solórzano y Cárdenas, 2019). Por ejemplo, las transferencias monetarias pueden usarse como un mecanismo de seguro implícito contra el impacto de los desastres naturales, particularmente si los gobiernos se preparan financiera e institucionalmente en procesar pagos rápidamente después de los desastres naturales (Hallegatte *et. al.*, 2019). La respuesta de los gobiernos a la pandemia de COVID-19 demuestra la efectividad de este enfoque (Lowe et al 2021).

Mas generalmente, la pobreza, la desigualdad, y la falta de acceso a servicios de salud son determinantes de la vulnerabilidad de los países antes los impactos del cambio climático (Hallegatte et al, 2015, 2016). Por ejemplo, uno de los impactos del cambio climático es aumentar la extensión geográfica de enfermedades transmitidas por mosquitos (como zika, fiebre amarilla, o dengue). El acceso a servicios de salud básicos es clave para proteger a la población contra estos impactos. De este modo, una transición justa hacia una economía resiliente y descarbonizada implica avanzar simultáneamente en la implementación de políticas puramente climáticas y en la

⁶ Para que los trabajadores puedan contribuir a una economía descarbonizado, bien sea en su sector de actividad actual, si las ocupaciones cambian, o en otro sector, si el sector tiene que reducir su tamaño durante la transición.

⁷ El estudio asume impactos lineales del impuesto al carbono sobre precios – la cifra de 30% entonces es válida por cualquier monto del impuesto al carbono.

provisión de servicios de calidad, la eliminación de la pobreza, la mejora de la salud y la generación de empleos de calidad basado en el aumento de la productividad y los niveles educativos.

El gasto social requerido en la región está entre 5 y 11%. Por ejemplo, Filgueira y Espíndola (2015) estiman que se requiere alrededor de 5.2% del PBI para configurar un sistema universal de transferencias monetarias para adultos mayores de 65 años y hogares con hijos menores de 18 años. Este costo se puede disminuir a 2.8% del PBI de entregarse una sola prestación a cada hogar que cubra la línea de pobreza. Castellani et al. (2019) estiman el gasto necesario en la región para cerrar la brecha de infraestructura (véase sección presente) y eliminar la pobreza extrema, y encuentran que es necesario gastar 10.6% del PBI al 2030 (aproximadamente US \$715 mil millones en 2030). Su estimación aumenta al 16% del PBI en 2030 (US \$1,079 mil millones en 2030), si incluyen, además, la reducción de la mortalidad infantil de menores de 5 años y la finalización de la secundaria. Estas estimaciones dan una idea de la orden de magnitud del gasto necesario para garantizar buenos desempeños de salud, educación, e eliminación de la pobreza, que son necesarios para construir la resiliencia de la región ante los impactos del cambio climático y facilitar una transición justa.

4. Financiamiento, política fiscal y regulaciones verdes

Los flujos financieros en la región para cumplir con los objetivos climáticos actualmente resultan insuficientes. Los flujos financieros públicos y privados deberán aumentar y reorientarse de forma consistente con una economía resiliente y con cero emisiones netas.

Enverdecer el gasto público

Para asegurar que la inversión pública sea consistente con los objetivos climáticos son necesarias varias reformas regulatorias e institucionales (Delgado *et. al.*, 2021). Los gobiernos pueden desarrollar estrategias climáticas multisectoriales de largo plazo que busquen alcanzar la carbono-neutralidad y la resiliencia climática al 2050, alinear todas las estrategias y planeaciones sectoriales con la estrategia climática, e incorporar criterios de descarbonización y resiliencia en los sistemas de inversión y presupuestos públicos. Ello favorece una mayor eficiencia económica, reduce el riesgo de invertir en activos varados y envía una señal de mercado al sector privado sobre la importancia de las metas climáticas.

El manejo del impacto de los desastres naturales es parte esencial de una política de adaptación (OECD, 2021c; Hallegatte et al, 2017). Estos triplicaron su frecuencia y sus costos para la región pasaron de US\$7,400 a US \$103 mil millones entre los 1970s y los 2010s (Cavallo, et al., 2020). La frecuencia anual promedio por país en la región se incrementó en más del 50% en las últimas décadas, pasando de 0,20 durante el período 1980-2000 a 0,30 entre 2001 y 2019 (Delgado, et al., 2021). Los desastres naturales ocasionan daños en la infraestructura como en agua y saneamiento, en carreteras y puentes, deserción escolar, disrumpen los circuitos económicos e inciden en las finanzas públicas. La ocurrencia de un evento climático extremo se asocia a un incremento del déficit fiscal del 0.8—1.1% del PBI. Ello sugiere un impacto fiscal anual en América Latina y el Caribe para el período 2001-19 de los eventos climáticos extremos de entre el 0,2% y el 0,3% del PIB (Delgado, et al., 2021).

Una gestión de riesgo eficiente requiere de un enfoque integral, que incluya, entre otros, identificación del riesgo, mejores códigos de construcción, mejor planificación territorial y de

cuenca, análisis del impacto presupuestario del riesgo, y preparación financiera, incluyendo el uso de instrumentos financieros de seguro y reaseguro (Delgado, et al., 2021; OECD, 2021c). El Índice de Gobernabilidad y Políticas Públicas en Gestión de Riesgos de Desastres (iGOPP) desarrollado en el BID provee una estimación cuantitativa de la preparación de los gobiernos antes el riesgo de desastres naturales a lo largo de diferentes dimensiones. Se estima que un aumento de 1% del iGOPP conlleva a una reducción promedio del 3% de las víctimas mortales y de hasta un 6% de las pérdidas económicas por desastres (Delgado, et al., 2021). El desarrollo de un sistema de administración de riesgos permitirá reducir los impactos de los desastres naturales en las finanzas públicas y contribuir a configurar un mercado de capitales consistente con los Acuerdos de París de cambio climático.

Enverdecer la política fiscal

Los gobiernos también deben alinear sus estrategias fiscales con los objetivos climáticos (Delgado, et al., 2021; Cárdenas et al, 2021).

La dependencia a recursos fiscales derivados de la producción de hidrocarburos es un riesgo al mediano plazo. Entre 2013 y 2018, las ventas de combustibles fósiles representaron más del 5% de los ingresos públicos en Bolivia, Trinidad y Tobago, Ecuador y México (OECD, 2021a). Sin embargo, a medida que avance la transición energética mundial, la demanda de petróleo de la región se reducirá y la recaudación disminuirá. Se estima que en escenarios que cumplen con los objetivos del acuerdo de París, la producción de petróleo regional se reducirá un 60% en 2035 en comparación con los niveles previos a la COVID-19, y se perderán cerca de US \$3 billones (\$3,000,000,000,000, tres millones de millones, o *three trillions* en inglés) en recaudación fiscal en la región (Solano-Rodríguez et al., 2019). Similarmente, el papel que el gas natural juega en la economía de la región se reducirá progresivamente, dejando la mitad de las reservas sin explotar, y reduciendo los ingresos fiscales asociados hasta un 80% (Welsby et al, 2021).

Los productores de hidrocarburos deben entonces identificar los riesgos fiscales asociados a la transición energética y desarrollar una estrategia que busque reducirlos y gestionarlos (Delgado et. al., 2021). Esto implica reducir o cancelar las inversiones que aumentan la dependencia de los combustibles fósiles, como las centrales eléctricas de gas natural, y sustituir los ingresos procedentes de los impuestos sobre los combustibles fósiles (e.g., Huxman et al, 2019, 2020).

En otros países, como Uruguay y Costa Rica, los impuestos sobre el consumo de gasolina y diésel constituyen una parte importante de su base impositiva – 6 y 11% de sus recursos, respectivamente (DGI, 2020, MHDA, 2020). Algunos ejemplos de soluciones son impuestos nuevos o reformados sobre la electricidad, la propiedad de vehículos, al valor agregado o eliminar algunas excepciones fiscales (IEA, 2019; Rodríguez-Zúñiga, 2021).

Al mismo tiempo, persisten subsidios al consumo de combustibles fósiles que resultan contraproducentes para un proceso de descarbonización. Estos subsidios representaban US\$44 mil millones en el 2017, alrededor de 1% del PBI en el país promedio de la región (Coady et al., 2019, Delgado et al., 2021). La mayor parte de estos subsidios corresponden a combustibles derivados del petróleo. Estos subsidios energéticos proveen incentivos perversos, son costosos para las finanzas públicas y resultan muy ineficaces e ineficientes económicamente. Por ejemplo, cuesta en promedio US \$12 transferir \$1 a hogares pobres en la región usando subsidios a la energía, mientras que solo cuesta US \$2 llegar al mismo resultado usando transferencias

monetarias (Feng et. al., 2018). Sin embargo, reformar los subsidios es difícil, pues reformas pueden afectar a hogares pobres y ser políticamente difícil. Para facilitar las reformas, gobiernos pueden redirigir parte del gasto en subsidios en programas sociales (e.g., Fent et al, 2018; Schaffitzel et al, 2019), y, más generalmente, diseñar políticas de compensación en un proceso de consulta públicas con los actores afectados (Rentschler and Bazilian, 2017).

El uso de impuestos ambientales en la región es incipiente. Los ingresos fiscales ambientales en la región representan alrededor del 1.2% del PIB en 2019, por abajo del promedio de la OCDE (OCDE, 2021a). Por ejemplo, el precio al carbono se aplica actualmente sólo en Argentina, Chile, Colombia y México en un rango inferior al US \$6ton/CO₂ (WB, 2021). Ello provee de un incentivo correspondiente a tan solo US\$0,01 por litro de gasolina (despreciable comparado con las variaciones diarias del precio del petróleo), y genera una recaudación fiscal inferior al 0.1% del PIB en estos países en 2020. Esto contrasta con recomendaciones internacionales de aplicar precios al carbono de alrededor de \$40 y \$80 por tonelada de CO₂ para 2030, o incluso precios más elevados para facilitar el cumplimiento de los objetivos del Acuerdo de París (Stiglitz et al, 2017, Stern y Stiglitz, 2021).

Las reformas tributarias verdes podrían contribuir a proveer fondos que cubran parte del gasto necesario para alcanzar las metas climáticas, y generar las señales de precios y los incentivos económicos que contribuyen al proceso de descarbonización de la economía, a condición de que tomen en cuenta y compensen impactos negativos sobre hogares y empresas vulnerables (Delgado et al, 2021.). Sumando los ahorros asociados a la eliminación de subsidios energéticos, la recaudación asociada a un impuesto al carbono (de \$40/tCO₂), y la recaudación asociada a otros impuestos verdes como aquellos destinados a internalizar el costo de la contaminación del aire y de la congestión vehicular, y la región podría recaudar US \$224 mil millones por año (Coady et. Al. 2019). El 30% de estos ingresos serian en principio suficientes para financiar transferencias que compensen a los hogares pobres y vulnerables por su impacto sobre precios de la comida, transporte, y electricidad (Vogt-Schilb et. al., 2019). Estos procesos de compensación son fundamentales para una transición justa.

Enverdecer el gasto privado e inversión extranjera

Reorientar la inversión privada hacia soluciones climáticas es también esencial. Para apoyar el despliegue de una generación eléctrica a base de solar y eólica, por ejemplo, las subastas han tenido mucho éxito. Reformas regulatorias, por ejemplo, en materia de orden de uso de las centrales existentes, medición neta o conexiones a líneas eléctricas de alta tensión, también son necesarias. Para apoyar la electromovilidad, destacan opciones como esquemas fiscales que incentiven la compra de vehículos eléctricos o reformas en la licitación de servicio de autobuses (Beltrán et al, 2021). La actualización de las prácticas agrícolas y ganaderas puede ser apoyada con servicios de capacitación agrícola, y reformas de subsidios. Finalmente, el aprovechamiento de los bosques y otros ecosistemas para capturar carbono pueden apoyarse en el pago por servicios ambientales. Estas reformas regulatorias son esenciales en todos los sectores para atraer el gasto y la inversión privada. La inversión privada depende también de reformas de precios y de la conformación de una estructura de subsidios y penalizaciones económicas consistentes con la descarbonización.

Alcanzar las metas climáticas requiere además cambios en el destino y la dinámica de la Inversión Extranjera Directa (IED). La IED representó el 3.2% (US \$179 mil millones) del PBI de la región en 2019 (CEPAL, 2020b, pp. 11) y no está alineada aun completamente con los objetivos climáticos. Por un lado, la IED contribuye a la construcción de una economía baja en carbono. Por ejemplo, entre 2015-2019, 15.5% de la IED se concentró en energías renovables con un monto de US \$21,000 millones en 2019, los países donde se realizaron los anuncios de IED dirigidos a las energías renovables fueron principalmente Brasil, Chile, México y Colombia (CEPAL, 2020b, pp. 40); por otro lado, persisten inversiones en actividades con alto contenido de carbono. Así, la IED en los productos derivados del petróleo y carbón representan US \$38,212 millones de dólares de la inversión extranjera en Brasil y México en 2019 (países que concentran el 92% del peso de este sector de 2010 – 2019 (CEPAL, 2020b, pp. 33, 34 y 35).

Para transformar esta dinámica y estructura de la inversión privada y de la IED en la región es indispensable instrumentar una estrategia de regulaciones e incentivos económicos, incluyendo una política fiscal ambiental y de financiamiento adecuada, que desincentive a la inversión en actividades con alto contenido en carbono y promueva una nueva inversión con importantes cadenas de valor en la región (Delgado et al, 2021).

La deuda es el principal canal de financiamiento de la inversión en la región (Cavallo et al., 2020). Los mercados de bonos verdes pueden contribuir a financiar la acción climática. Por ejemplo, los mercados de inversión sostenibles globales son de alrededor de US \$31 mil millones en 2018 (Delgado, et. al., 2021, pp. 100). La reorientación de los fondos de pensiones, que en la región gestionan, aproximadamente, US \$3 billones, o *trillions* en inglés (Cavallo, et al., 2020) – también pueden contribuir. Para aprovechar estos fondos, los gobiernos necesitan desarrollar metas claras de gasto climático y configurar portafolios de proyectos de inversión sostenibles y viables económicamente que permitan garantizar que los flujos de recursos de los bonos verdes y de los bonos ligados a la sustentabilidad se orienten a la acción climática (Delgado, et. al., 2021, Conde y Sanz, 2021).

Aumentar el financiamiento verde internacional y aprovechar la cooperación técnica

El financiamiento internacional actual es insuficiente para cerrar las brechas de gasto climático e instrumentar las transformaciones estructurales necesarias en las economías de la región.

El financiamiento de los bancos multilaterales de desarrollo en América Latina y el Caribe es de US\$40–45 mil millones anuales en 2019. Ello incluye, por ejemplo, US\$14 mil millones de financiamiento anual del Grupo Banco Mundial (Banco Mundial, 2019), US\$16 mil millones del grupo Banco Interamericano de Desarrollo (BID, 2019) y de US\$ 13 mil millones de la Corporación Andina de Fomento (CAF, 2019) en 2019.

En el caso del BID y del BM, alrededor de 30% de este financiamiento está asociado al cambio climático (BID, 2020; BM, 2021). En total, se estima que el financiamiento climático internacional para América Latina y el Caribe alcanza \$35 miles de millones anuales en promedio entre 2019 y 2020 (CPI, 2021). Estos fondos bilaterales o multilaterales permitieron, además, canalizar mayores recursos a diversos proyectos, por ejemplo, por cada US \$1 de financiamiento del BID se movilizan recursos adicionales por US \$ 2.6 (Viguri, et al., 2020).

La OECD estima que el financiamiento climático de parte de países desarrollados hacia los de la región alcanzó US\$12.4 mil millones en 2019 (OCDE, 2021b). Las estimaciones de la OECD ponderan los montos prestados por los bancos multilaterales por la participación de los países donantes en el capital de estos. Permiten así estimar los flujos que contribuyen a cumplir con la promesa de los países desarrollados de destinar \$100 mil millones anuales a la lucha contra el cambio climático en países en desarrollo. En cambio, las estimaciones de CPI estiman todo el financiamiento internacional, aun si es un flujo “sur-sur”.

Conclusión

Hacer frente al cambio climático requiere una planificación a largo plazo que va más allá de los compromisos descritos en las Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional actuales. Para cumplir con los objetivos del Acuerdo de París, los países del mundo colectivamente deberán hacer la transición hacia una economía resiliente y descarbonizada en la primera mitad del siglo XXI. Afortunadamente, lograr estos objetivos no es tecnológica o financieramente insuperable, ya que no requiere un gasto adicional sustancialmente mayor. Además, la transición generará beneficios económicos más altos que sus costos.

Un desafío consecuente es reorientar una gran parte de los flujos financieros existentes para alinearlos con los objetivos de desarrollo sostenible, incluidos los objetivos de transición justa a una economía de cero emisiones netas y resiliente. Estimamos que el monto total del gasto anual en infraestructura y capital social requerido en América Latina y el Caribe para el año 2030 será de 472 mil a 1,2810 mil millones de dólares (entre 7% y 19% del PBI). Esta inversión permitiría a la región enfrentar los desafíos del cambio climático y encaminarla hacia un crecimiento sostenible e inclusivo.

Se trata de una tarea compleja y sin precedentes, para la cual los gobiernos de la región necesitarán apalancar la cooperación internacional para el pilotaje de nuevas soluciones tecnológicas, el financiamiento y la coordinación de políticas públicas. Los bancos de desarrollo pueden desempeñar un papel importante. Los pasos más obvios son garantizar que su propio financiamiento esté alineado con los objetivos climáticos y fomentar la creación y el intercambio de conocimiento. Pero el paso más transformador podría resultar aprovechar la palanca del financiamiento, al ayudar a los gobiernos a diseñar e implementar estrategias climáticas comprensivas, y apoyar las reformas regulatorias e institucionales necesarias para garantizar que las finanzas públicas y privadas domésticas y extranjeras estén todas alineadas con los objetivos climáticos.

Agradecimientos

Este trabajo fue financiado con el programa de prioridades institucionales del BID (BK-C1044). Los autores agradecen comentarios y retroalimentación de una revisora anónima, Mariana Alfonso, Raul Delgado, Maricarmen Esquivel, Jaime Fernandez-Baca, Amy Lewis, Hilén Meirovich, Omar Samayoa, Gloria Visconti, y Graham Watkins.

Apéndice. Ejemplos de acciones climáticas necesarias por sector

Este apéndice destaca algunas de las transformaciones más importantes para una llegar a una economía resiliente y con cero emisiones netas, con costos asociados cuando fue posible encontrar el dato.

Electricidad

Existen significativos avances en cobertura y en ampliación de la red eléctrica en la región, sin embargo, persisten brechas de cobertura (principalmente en zonas rurales) y en calidad del servicio reflejado en intermitencias y apagones. Por ejemplo, un indicador de la calidad de los servicios de la infraestructura en la región se ubica entre 3 y 4 en una escala de 1 (bajo) a 7 (alto) (Serebrisky, *et al.*, 2020).

Casi la mitad de la generación de electricidad en la región proviene de centrales hidroeléctricas y las energías renovables no convencionales están creciendo. De la electricidad total producida, el 58% corresponde a fuentes renovables – 45% de hidroeléctricas, 6% eólica, 5% biomasa, 1% solar y 1% geotérmico (Yépez *et. Al*, 2021). La capacidad total de generación de energía renovable prácticamente se duplico en América Central y aumento en 50% en América del Sur entre 2010-2019 (IRENA, 2020).

Sin embargo, persisten inversiones en infraestructura eléctrica relacionada al uso de combustibles fósiles, en particular en gas natural y gas licuado de petróleo (Gonzalez-Mahecha *et al.*, 2019). Por ejemplo, un escenario inercial sugiere que el gas natural tendría aún una participación de 23% en la oferta de electricidad en 2040 (Yépez-García, *et al.*, 2019 y Yépez-García, *et al.*, 2018). Estas inversiones no son consistentes con los objetivos de Paris, y tienen un alto riesgo de transformarse en activos varados durante la transición energética (González-Mahecha *et al.*, 2019, Binsted *et al.*, 2020). Esta inversión en activos de alto contenido de carbono debe de ser reorientada a fuentes descarbonizadas, y los gobiernos deben planear el cierre progresivo de los centrales a carbón, diésel, y gas natural, atendiendo los potenciales impactos técnicos, económicos y sociales (Saget *et al* 2020; Delgado *et al*, 2021).

Para cumplir con las metas del Acuerdo de Paris, la electricidad debe ser, prácticamente, totalmente libre de carbono al 2050 (Audoly *et al.*, 2018). Esto se puede conseguirse aumentando la capacidad de generación a base de energía solar, hidroeléctricas y geotérmica. Para ello deberá atenderse el desafío de la variabilidad del suministro eléctrico a través de una oferta de electricidad flexible y sustentable en nuevas tecnologías como los sistemas de almacenamiento de energía y la digitalización que fomente una oferta descentralizada (IEA, 2020, Serebrisky, *et al.*, 2020). La buena noticia es que los costos de generación eléctrica con energías renovables son ya, en general, inferiores a los costos de generación con alto contenido de carbono, y serán cada vez más baratos en el futuro (IEA, 2021).

Además, el sistema de generación y distribución de electricidad debe hacerse resiliente a los impactos del cambio climático, incluyendo desastres naturales más frecuentes, cambios de precipitaciones y temperaturas, y aumento del nivel del mar (IEA, 2021).

Así, el uso de electricidad deberá generalizarse en el conjunto de la economía (en transporte, edificios e industria) para llegar a cero emisiones netas, lo que requiere una inversión adicional en generación eléctrica (IEA, 2021).

Un sistema de generación y distribución de electricidad descarbonizado y resiliente ante los impactos del cambio climático es esencial para cumplir con el objetivo de desarrollo sostenible 7.1 “garantizar acceso a energía asequible, fiable, sostenible y moderna para todos”, dado que la energía renovable es la más asequible del mundo, y la fiabilidad depende de la resiliencia a impactos del cambio climático. Invertir en energía renovable y en electrificar los usos de la energía permite alcanzar el objetivo de desarrollo sostenible 7.2 “Para 2030, aumentar considerablemente la proporción de energía renovable en el conjunto de fuentes energéticas”.

En la región, la inversión necesaria para hacer un sector eléctrico descarbonizado, resiliente, e incluyente se estima entre 0.90% y 3% del PBI (entre US \$503 mil y US \$167 mil millones en 2019) (Rozenberg y Fay, 2019).

Transporte

La construcción de un transporte sustentable de personas y mercancías es fundamental para transitar a una economía baja en carbono, en particular atendiendo a la alta proporción y elevado dinamismo de emisiones que provienen de este sector. La construcción de un transporte moderno, eficiente y a precios accesibles tiene efectos positivos sobre la productividad laboral.

La demanda de transporte crece rápidamente, principalmente en los centros urbanos y para el traslado de mercancías. Las tasas de motorización en la región aumentaron de 127 a 201 vehículos por cada mil habitantes entre 2005 y 2015, y seguirán aumentando tomando como referencia la tasa de motorización de 805 en Estados Unidos y Canadá (Serebrisky y Suárez-Alemán, 2019, Cavallo, *et. al.*, 2020). Destaca el aumento de la demanda de transporte privado en las zonas urbanas. Ello refleja la migración de los grupos de ingresos bajos y medios del transporte público al privado como consecuencia de un transporte público obsoleto, de baja calidad e inseguro que no cubre las necesidades de las nuevas clases medias emergentes en la región (Cavallo, *et al.*, 2020).

El transporte privado genera importantes externalidades negativas como congestión y accidentes viales, contaminación atmosférica local y emisiones de gases de efecto invernadero (Coady *et al.*, 2019, Calatayud, 2021). Por eso atender el desafío del transporte requiere desacoplar la demanda de transporte privado y de transporte en general de la evolución del producto interno bruto. Esto requiere del desarrollo de un transporte público moderno, eficiente e incluyente; de infraestructura que facilite el caminar y usar bicicleta; y de una planeación urbana que enfoque acceso a centros de empleo, comercio, servicios sociales y entretenimiento en vez de enfocar movilidad (OECD, 2021d).

Existe una inversión significativa reciente en sistemas de transporte rápido (*Bus Rapid Transit Systems*, BRT) que aún es insuficiente para proveer de un servicio adecuado, eficiente y de calidad atendiendo al rápido aumento de la demanda. Por ejemplo, Cavallo, *et al.*, (2020) indican que América Latina y el Caribe dispone de 1900 km de BRT en 55 ciudades en 10 países⁸, sin embargo, el tiempo utilizado en el transporte público es mayor y la distancia recorrida menor que en las economías avanzadas. Es por tanto urgente invertir en una infraestructura para un transporte público moderno y eficiente y bajo en carbono consistente con las metas de mitigación.

⁸ Crote, Galarza y Navas (2020) estiman que en 2020 existen en el mundo alrededor de 180 BRT.

Las transformaciones estructurales en el transporte para un proceso de descarbonización profunda serán particularmente relevantes en las próximas décadas. Esto es, para alcanzar cero emisiones netas, se requiere reducir la participación de los combustibles fósiles en el total de la demanda de alrededor de 90% a menos de 75% en 2030 y a 10% en 2050 lo que requiere que los autos eléctricos representen el 60% de las nuevas ventas en 2030 y que la venta de camiones eléctricos represente el 50% en 2035 (IEA, 2021, pp. 20, pp. 70, pp. 89). Ello debe llevar a reducciones de emisiones de CO₂ en el sector transporte de 95% para 2050 (IEA, 2021, pp. 133, IPCC, 2018, pp. 142).

En la región, la infraestructura de transporte requerida representa 0.53% y 3.3% del PIB (alrededor de entre US \$29 y US \$184 mil millones en el 2019), en donde destaca que los costos de mantenimiento pueden llegar a representar la mitad de la inversión (Rozenberg y Fay, 2019). Los costos de la inversión en infraestructura se modifican de manera significativa atendiendo a la calidad, el tipo de movilidad y los costos de mantenimiento (Cavallo et al., 2020).

Persisten, además, en este sector políticas inconsistentes con los objetivos de descarbonización profunda. Por ejemplo, países de la región gastan en promedio 1% del PBI en subsidios a la energía (Coady et al., 2019). Reformas de precios, para eliminar estos subsidios e imponer diversos gravámenes, deben atender a los impactos negativos sobre hogares y empresas (Delgado et. Al., 2021). Ello debe contribuir a resolver una compleja economía política que dificulta la instrumentación de un proceso de descarbonización profunda. Las regulaciones también pueden ser una barrera a la descarbonización. Por ejemplo, las licitaciones de servicio de transporte público por autobús son a menudo incompatibles con el uso de vehículos eléctricos, y deben actualizarse en este sentido (e.g., Ramirez Cartagena, 2020, World Bank 2020).

Agua y saneamiento

Ofrecer acceso al agua y saneamiento en condiciones y calidad adecuadas tiene efectos positivos en la salud de la población y resulta fundamental para el cumplimiento de los ODS y la construcción de una resiliencia a los impactos del cambio climático (Hallegate *et. al.*, 2015, 2017). La región experimenta avances en el desarrollo de una infraestructura en agua y saneamiento; pero persisten brechas de cobertura y calidad e interrupciones en el servicio (Fay et al., 2017). Por ejemplo, se estima que se pierde en fugas más del 30% del agua distribuida y el agua tratada solo representa el 30% del total (Fay, *et. Al.*, 2017, Cavallo, *et. Al.*, 2020.).

Asimismo, la demanda de agua para las actividades agropecuarias representa cerca del 67% de la extracción total del agua en la región (FAO, 2013) y aumentará en los próximos años. Ello como consecuencia del aumento de la producción agrícola pero también del uso de la irrigación como mecanismo de adaptación al cambio climático (Seo y Mendelson 2007).

Las necesidades de inversión en agua y saneamiento para América Latina y el Caribe están en un rango entre 0.32% y 0.65% del PBI, o alrededor de entre US \$17 mil y US \$36 mil millones en 2019 (Rozenberg y Fay, 2019). Serebrisky, et al., (2020) estiman que se deberá invertir alrededor de US 33,000 millones para que dos terceras partes de las aguas contaminadas sean tratadas en 2030. Los costos dependen de las metas de cobertura y calidad y de los costos de mantenimiento y operación y representan entre el 54% y 58% de los costos totales (Cavallo, *et. al.*, 2020, Rozenberg y Fay, 2019). Además, se requiere para irrigación entre 0.12% y 0.20% del PBI – entre US \$6 mil y US \$11 mil millones (Rozenberg y Fay, 2019).

La oferta y la calidad del agua está asociada, además, a los ecosistemas. En efecto, los boques y otros ecosistemas contribuyen el ciclo de regulación hídrico y en donde el proceso de extracción de fuentes superficiales y acuíferos puede tener efectos negativos en los ecosistemas y por tanto en su capacidad de ofrecer los servicios regulatorios de los ecosistemas con consecuencias económicas negativas (Cavallo, *et al.*, 2020). Estas relaciones indican la importancia de desarrollar soluciones basadas en la naturaleza que tienen efectos positivos económicos, sociales y ambientales y resultan costo efectivas (Serebrisky *et al.*, 2020).

Residuos y economía circular

La economía en América Latina y el Caribe tiene una escasa capacidad de reciclaje. Esto tiene consecuencias negativas en la generación de valor agregado y genera externalidades negativas como contaminación de aguas, suelos, aire y el 6% de las emisiones totales de gases de efecto invernadero en América Latina y el Caribe.

La generación de residuos en América Latina y el Caribe fue de, aproximadamente, 541,000 toneladas/día y se proyecta que aumente a 670,000 toneladas/día en 2050 y donde se observa que más de 35,000 toneladas/día no son recolectadas (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, 2018). Actualmente, solo se recicla entre el 1 % y el 20 % mientras que aproximadamente el 90 % de los residuos municipales se destina a basurales o se queman, alrededor de 15% de los alimentos disponibles se pierde o desperdicia y entre 70% y 80% de las aguas residuales no son tratadas (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, 2018). Ello contrasta con los altos porcentajes de reciclaje de países desarrollados. Por ejemplo, el 70% de las aguas residuales son tratadas en países ricos (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, 2018). La falta de reciclaje implica además pérdidas en agua, fertilizantes y uso de tierra.

Sector agropecuario

Las actividades agropecuarias enfrentan el reto simultáneo de ofrecer alimentos e insumos a precios accesibles para una economía y una población en crecimiento y, al mismo tiempo, limitar su uso de tierras, mantener un uso sostenible del suelo y de los recursos hídricos y reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero (Searchinger, 2019). En un escenario inercial global se proyecta al 2050 un aumento de más de 50% en la demanda de alimentos, en donde destaca que el consumo de leche y carne aumentara 68% que es particularmente intensivo en el uso del suelo, al mismo tiempo, que deberán reducirse las emisiones de gases de efecto invernadero que representan actualmente alrededor del 25% de las emisiones totales globales (Searchinger, 2019).

Las actividades agropecuarias en América Latina y el Caribe contribuyen directamente con un 25% de las emisiones totales regionales y están relacionadas con otro 20% de emisiones que provienen del cambio de uso de suelo en 2018 (Climate Watch, 2020). La evolución de estas emisiones depende de la expansión del uso de suelo para actividades agropecuarias, la producción de insumos como madera y la provisión de bio-energía (Calvin, *et al.*, 2015; Svensson *et al.*, 2021).

Cumplir con la meta de neutralidad de carbono requiere elevar la eficiencia y la productividad agropecuarias por arriba de su tendencia histórica, controlar y realizar modificaciones substanciales a la actual estructura de la demanda, controlar y limitar el uso de tierra para la generación de bioenergía que representa una competencia adicional para recursos finitos de tierra, eliminar las pérdidas en la producción y consumo de alimentos, instrumentar procesos de

adaptación, combinar el aumento de los rendimientos agropecuarios con una relación virtuosa y la preservación del medio ambiente (bosques, ecosistemas y biodiversidad) y eliminar el uso de combustibles fósiles en el sector agropecuario (Calvin, et al., 2015; Searchinger, et al., 2019; Svensson et al, 2021).

Los escenarios de mitigación disponibles encuentran que para llegar a cero emisiones netas es necesario que la frontera agrícola se estabilice e incluso puede reducirse (IPCC, 2018, pp. 97). Por ejemplo, la superficie agrícola disminuye en escenarios de 1.5°C junto con un aumento de la productividad, la reducción de pérdidas de los alimentos, y el cambio de dietas hacia alimentos que requieren menos espacio por unidad de producto (IPCC, 2018, pp. 97, pp. 144, ILO y IDB, 2020, Searchinger, et al., 2019). Las pérdidas en alimentos que llegan al 24% del consumo total deberán reducirse, en particular aquellas pérdidas en las cadenas finales del consumo y en la producción, a través de prácticas productivas más eficientes y un aumento de los procesos de reciclaje (Searchinger, et al., 2019).

Ecosistemas y soluciones basadas en la naturaleza

América Latina y el Caribe disponen de una gran diversidad de ecosistemas que contribuyen, a través de sus servicios de provisión, regulación y culturales, a generar valor económico y al bienestar social. Por ejemplo, Hernández, et. al., (2020) estiman un valor total actual de los servicios de los ecosistemas en América Latina y el Caribe de 15,351 mil millones de dólares (15.3 trillones según autores) que puede aumentar 25% adicional en el contexto de una economía verde. Existe, además, un creciente uso de las soluciones basadas en la naturaleza para desarrollar infraestructura verde que tienen el doble efecto de contribuir a preservar el capital natural y a generar valor económico (Serebrisky, et al., 2020). Por ejemplo, la restauración de manglares en países desarrollados y en desarrollo tienen costos, para cada caso, de US \$42,801 y US \$1,413 por hectárea respectivamente y la restauración de corales de US \$4,479,769 y US \$48,308 por hectárea respectivamente. La preservación de los manglares y los arrecifes de coral contribuyen a reducir los efectos de eventos climáticos extremos y a reducir los impactos de las inundaciones sobre la infraestructura y las actividades productivas y son, por tanto, consideradas medidas costo-efectivas (Cavallo, et. al., 2020).

Minería

Las actividades mineras en América Latina y el Caribe tienen una fuerte relevancia económica. Las exportaciones mineras en la región representaron el 17% del total de las exportaciones en 2017 y contribuyen al empleo y a los ingresos fiscales. La región dispone del 39% de litio, 39% de cobre, el 18% de bauxita y aluminio y el 32% de níquel del mundo (Spano, et al., 2021).

Sin embargo, la minería tiene una alta huella de carbono, en particular considerando las cadenas de valor en que participa. La minería genera directamente alrededor del 4% de las emisiones globales de gases de efecto invernadero, pero tiene altos costos de transporte y participa en actividades asociadas a altas emisiones como la producción de cemento y de acero (Spano, et al. 2020)

Alcanzar la neutralidad de carbono al 2050 requiere que las actividades mineras sean capaces de satisfacer la demanda tradicional y al aumento de la demanda de diversos minerales que son utilizados como insumos de diversas tecnologías de energía limpia y movilidad y al mismo tiempo reducir su huella de carbono. Por ejemplo, el Banco Mundial estima que para satisfacer la

demanda de tecnologías de almacenamiento de la energía en un escenario de 2°C será necesario aumentar la producción mundial de grafito, litio y cobalto en más de un 450 % entre 2018 y 2050 y llegar a una producción de aluminio y cobre de 103 y 29 millones de toneladas al 2050 (Hund, et al., 2020).

Para ello, la minería deberá reducir sus emisiones directas y su huella de carbono. Ello requiere de transformaciones estructurales, ya que en escenarios moderados de mejoras tecnológicas y de reducción de la intensidad de CO₂ se observan aun aumentos sustantivos de las emisiones (Spano, et al., 2020) y los procesos de reciclaje son importantes pero insuficientes ya que se carece del material disponible y de las tecnologías apropiadas. Por ejemplo, las tasas mundiales de reciclado en aluminio y cobre, denominadas de fin de ciclo de vida son de 42% -70% y 43% - 53% respectivamente (Hund, et al., 2020).

Así, es necesario para avanzar en una descarbonización profunda de las actividades mineras en reducir la intensidad energética, reciclar cerca del 100% de los productos, regular e imponer estándares en la generación de residuos y de reciclaje y buscar alternativas tecnológicas. Ello debe de contribuir a aprovechar las ventajas de la localización de la extracción de minerales en América Latina y el Caribe para construir sólidas cadenas de valor bajas en carbono (Spano, et al., 2020).

Requerimientos de inversión en infraestructura

Estimaciones de los requerimientos de inversión en infraestructura global y en América Latina y el Caribe

Autores	Porcentajes del PBI anual	Monto anual
Global		
Rozenberg, et al., (2019)	Valor medio 4.5% del PIB Rango: 2%-8.2%.	USD \$1.5 trillones Rango: USD \$640 - \$2.7.
OCDE (2006)	3.5% del PIB.	USD \$6.4 trillones. Escenarios con Objetivos de Desarrollo del Milenio
OCDE (2017)	5.3% del PIB.	USD \$6.9 trillones. Escenarios con ODS.
UNCTAD (2014)	Nd.	Inversión requerida total: USD \$5 - \$7 trillones. Escenarios con ODS incluye mitigación y adaptación.
Woetzel, et. Al., 2016	3.8% del PIB.	USD \$3.3 trillones. La brecha aumenta incluyendo ODS.
McKinsey (2013)	4.1% del PIB.	USD \$ 2650 trillones*
Ruiz-Nuñez y Wei (2015)	2.2% del PIB.	USD \$ 836 billones*
Países en desarrollo y/o países de ingreso bajo y medio o economías emergentes		
Gaspar et. Al., (2019)	Economías emergentes 4% del PIB (2.5% del PIB global)	USD \$2.6 trillones.
UNCTAD (2014)	Nd.	La inversión en países en desarrollo es de USD \$3.9 trillones Rango \$3.3 a \$4.5 trillones.
Schmidt-Traub, Guido (2015)	\$4% del PIB	USD \$1.4 trillones. Rango: USD \$1378 - \$1459]

Autores	Porcentajes del PBI anual	Monto anual
Bhattacharya, Romani, y Stern (2012)	6%-8% del PIB.	US \$1.8-2.3 trillones. Aumenta 10%-15% de los costos totales.
América Latina y el Caribe		
Fay y Morrison (2007)	4%-6% del PIB.	Inversión requerida para alcanzar el nivel de infraestructura de Corea.
Fay y Morrison (2007)	3% y 7% del PIB.	Nivel de inversión requerido dado el crecimiento esperado más los costos de alcanzar cobertura universal en agua, saneamiento y electricidad.
Perroti y Sánchez (2011)	5.2% del PIB.	Alcanzar el nivel del sudeste asiático requiere inversión de 7.9% del PIB.
Kohli Basil (2011)	3.8%-4% del PIB.	
CAF (2011)	4%-6% del PIB.	USD \$200,000 - \$250,000 billones
Ruiz-Nuñez y Wei (2015)	6.1% del PIB.	1,104,537
Serebrisky y Suárez-Alemán (2020)	4%-7%	
Serebrisky (2014)	5% del PIB	USD \$250,000 billones 2010.
Serebrisky, et. Al., (2015)	5% del PIB	
Fay y Morrison (2017)	3% - 8% con rango más probable 4%-5%	
Centennial Group (2010)	5%-6%	
Fay y Yepes (2003)	3.2%	
Castellani, et al., (2019)	Infraestructura y atender pobreza extrema 10.6% PIB en 2030. Infraestructura, pobreza extrema, mortalidad infantil y conclusión de la secundaria: 16% del PIB en 2030.	

Notas: Las estimaciones sobre magnitud de la inversión en infraestructura se basan en:

1. Estimar la infraestructura necesaria para un nivel de crecimiento económico que se asocia con la evolución del PIB *per cápita*.
2. Definir una razón de acervo de capital en infraestructura con respecto al PIB *per cápita* óptimo o que se establece como meta a lo que se ajusta la infraestructura necesaria.
3. Modelos de ingeniería que permitan simular la demanda esperada de diversos servicios públicos como la demanda de electricidad, de transporte o de agua.
4. Estimar niveles de cobertura (e.j. cobertura universal) para la población en algunos servicios como oferta de agua residencial y alcantarillado o electricidad residencial o para construir una infraestructura resiliente y que permita alcanzar las metas de mitigación en cambio climático.
5. Estimar los requerimientos de infraestructura para un nivel de PIB *per cápita* y los requerimientos de infraestructura para ofrecer, por ejemplo, servicios universales de agua, saneamiento y electricidad residencial o una infraestructura resiliente y que permita cumplir las metas de mitigación en cambio climático. Los requerimientos de inversión en infraestructura difieren en la definición de las metas y las trayectorias específicas seleccionadas incluyendo el momento de la inversión, la calidad de la nueva infraestructura y las tecnologías a utilizar, la magnitud de los gastos en la operación y mantenimiento de la infraestructura, los escenarios económicos y demográficos, la heterogeneidad económica, social, ambiental, geográfica y en clima por países y regiones, el uso de soluciones basadas en la naturaleza que es aún difícil de valorar

monetariamente e incluso la definición de inversión en infraestructura es diferente (Rozenberg, *et al.*, (2019).

Fuente: Elaboración propia con base en revisión de la literatura. * Valores aproximados con revisión de la literatura.

Referencias

- Acevedo, Sebastian, Mico Mrkaic, Natalija Novta, Evgenia Pugacheva y Petia Topalova (2018), The effects of weather shocks on economic Activity: What are the channels of impact?. IMF Working Paper WP/18/144.
- Audoly, Richard, Adrien Vogt-Schilb, Céline Guivarch, and Alexander Pfeiffer (2018), Pathways toward Zero-Carbon Electricity Required for Climate Stabilization, *Applied Energy*, 225, 884-901. Septiembre 2018,
- Auffhammer, Maximilian, (2018), Climate Adaptive Response Estimations: Short and long run impacts of climate change on residential electricity and natural gas consumption using big data, NBER, Working Paper 24397.
- Atteridge, Aarón y Claudia Strambo (2021), Siete principios para una transición justa hacia una economía baja en carbono, Stockholm Environment Institute (SEI).
- Banco Interamericano de Desarrollo (BID), y Descarbonización Profunda para América Latina y el Caribe (DDPLA); (Adrien Vogt-Schilb, Hervé Breton, Guy Edwards, Marcela Jaramillo y Amal-Lee Amin) (2019), Como llegar a Cero Emisiones netas: Lecciones de América Latina y el Caribe
- Banco Interamericano de Desarrollo (BID), y Descarbonización Profunda para América Latina y el Caribe (DDPLA); (Adrien Vogt-Schilb, Hervé Breton, Guy Edwards, Marcela Jaramillo y Amal-Lee Amin) (2020), Como llegar a Cero Emisiones netas: Lecciones de América Latina y el Caribe
- Banco Interamericano de Desarrollo (2019), '¿Cómo está América Latina en términos de saneamiento?'
- BID, 2019. Informe I, 2019
- Banco Mundial (2020, junio 8), La COVID-19 (coronavirus) hunde a la economía mundial en la peor recesión desde la segunda guerra mundial, Washington, D.C: Comunicado de prensa junio 8, Banco Mundial.
- Banco Mundial (BM) (2019) Informe Anual de Banco Mundial: Poner fin a la pobreza, invertir para generar oportunidades 2019.
- Banco Mundial (BM) (2021), State and trends of carbon pricing 2021
- Banco mundial 2021 COMUNICADO DE PRENSA N.º 2020/015 LAC
- Bataille, Christopher, Henri Waisman, Yann Briand, Johannes Svensson, Adrien Vogt-Schilb, Marcela Jaramillo, Ricardo Delgado, et al. "Net-Zero Deep Decarbonization Pathways in Latin America: Challenges and Opportunities." *Energy Strategy Reviews* 30 (July 1, 2020): 100510.
- Benavides, C., Cifuentes, L., Diaz, M., Gilbert, H., Gonzales, L., Gonzalez, D., Groves, D., Jaramillo, M., Marinkovic, C., Menares, L., Meza, F., Molina-Perez, E., Montedónico, M., Palma, R., Pica, A., Salas, C., Torres, R., Vicuña, S., Valdes, J.M., Vogt-Schilb, A., 2021. Opciones para lograr la carbono-neutralidad en Chile: una evaluación bajo incertidumbre. Inter-American Development Bank.
- Beltrán Real, Ó.M., 2021. Lecciones aprendidas en la implementación de modelos de negocio para la masificación de buses eléctricos en Latinoamérica y el Caribe. BID
- Bhattacharya Amar, Mattia Romani, y Nicolas Stern (2012) Infrastructure for development Meeting the challenge, policy paper, junio. Center for Climate Change Economics and Policy, Grantham Research Institute on Climate Change and the Environment, en colaboración con Intergovernmental Group of Twenty-Four on International Monetary Affairs and Development (G-24).
- Bhattacharya Amar, Joshua P. Meltzer, Jeremy Oppenheim, Zia Qureshi, and Nicholas Stern (2016), Delivering on sustainable infrastructure for better development and better climate, Global economy and development at Brookings y Grantham Research Institute on Climate Change and the Environment. Obtenido de
- Bhattacharya, A., Contreras Casado, C., Jeong, M., Amin, A.-L., Watkins, G., Silva, M., 2019. Attributes and Framework for Sustainable Infrastructure. Inter-American Development Bank.

- BID, DDPLAC, 2019. Cómo llegar a cero emisiones netas: Lecciones de América Latina y el Caribe (Resumen Ejecutivo). Inter-American Development Bank.
- BID (Banco Interamericano de Desarrollo) (2021), Informe de sostenibilidad del BID, 2020
- Binsted Matthew, Gokul Iyer, James Edmonds, Adrien Vogt-Schilb, Ricardo Arguello, Angela Cadena, Ricardo Delgado, Felipe Feijoo, André F.P. Lucena, Haewon McJeon, Fernando Miralles-Wilhelm, Anjali Sharma (2019), Implicaciones del Acuerdo de París sobre activos abandonados en América Latina y el Caribe.
- Black-Arbeláez, Thomas (2018), Análisis económico y ambiental de las Contribuciones Previstas Determinadas a nivel nacional presentadas en América latina y el caribe, CEPAL, Santiago de Chile.
- Bloomberg (2018, 19 de junio). El crecimiento de las baterías permitirá que para 2050 el mundo obtenga la mitad de la electricidad de energía eólica y solar. Servicio Bloomberg Profesional
- Burke, Marshall, Solomon M. Hsiang y Edward Miguel (2015), Global non-linear effect of temperature on economic production, *Nature*, 527 (7577), 235-239.
- CAF (2011), IDEAL 2011. La infraestructura en el desarrollo integral de América Latina. Diagnóstico estratégico y propuestas para una agenda prioritaria. IDEAL, Caracas: CAF.
- CAF (2019) Informe Anual de Corporación Andina de Fomento (CAF), 2019". Banco de Desarrollo de América Latina. Caracas: CAF.
- Calatayud, Agustina, Santiago Sánchez González, Felipe Bedoya Maya, Francisco Giráldez y José María Márquez (2021), Congestión urbana en América Latina y el Caribe: características, costos y mitigación, Banco Inter-Americano de Desarrollo (BID).
- Calero, Diego, Carolina Chambi, Ana María Majano, Diana Ubico, Pía Zevallos, (2020), Hacia un desarrollo resiliente y bajo en emisiones en Latinoamérica y el Caribe, Progreso en la implementación de las Contribuciones Nacionalmente Determinadas (NDC), Reporte LEDSenLAC, 2019, LEDSLAC, PNUD, BID, EUROCLIMA y Libélula.
- Calvin, Katherine, V., Robert Beach, Angelo Gurgel, Maryse Labriet y Ana María Lobo Guerrero (2015), Agriculture, forestry and other land use emissions in Latin America, *Energy Economics*, vol. 56, mayo, pp. 615-624.
- Carbon Brief. (2015). Analysis: Developing countries need \$3.5 trillion* to implement climate pledges by 2030. Carbon Brief.
- Cárdenas, Mauricio, Juan Pablo Bonilla, and Federico Brusa. Políticas Climáticas En América Latina y El Caribe: Casos Exitosos y Desafíos En La Lucha Contra El Cambio Climático. Edited by Rita Funaro. Inter-American Development Bank, 2021.
- Castellani, Francesca, Marcelo Olarreaga, Ugo Panizza y Yue Zhou (2019), Investment Gaps in Latin America and the Caribbean, *International Development Policy, Ráterationalonale de politique de développement.*
- Cavallo, Eduardo y Andrew Powell (2021), Oportunidades para un mayor crecimiento sostenible tras la pandemia. Informe macroeconómico de América Latina y el Caribe 2021, Banco Inter-Americano de Desarrollo (IDB).
- Cavallo, Eduardo, Andrew Powell, y Tomás Serebrisky (2020), De estructuras a servicios. El camino a una mejor infraestructura en América Latina y el Caribe, Banco Inter-Americano de Desarrollo (BID). Obtenido de Climate Policy Initiative (CPI); (Barbara Buchner, Baysa Naran, Pedro Fernandes, Rajashree Padmanabhi, Paul Rosane, Matthew Solomon, Sean Stout, Costanza Strinati, Rowena Tolentino, Githungo Wakaba, Yaxin Zhu, Chavi Meattle, Sandra Guzmán, (2021). Global Landscape of Climate Finance. CPI Report.
- Climate Watch. 2020. GHG Emissions. Washington, DC: World Resources Institute. Available at: <https://www.climatewatchdata.org/ghg-emissions>.
- CAT. "Global Update: Climate Target Updates Slow as Science Demands Action." Climate Action Tracker, 2021.
- Coady, David, Ian Parry, Nghia-Piotr Le, Baoping Shang, (2019), Global fossil fuel subsidies remain large: An update based on country-level estimates, Fiscal Affairs department, IMF Working Paper. Working Paper No. 19/89, IMF. ISBN/ISSN: 9781484393178/1018-5941
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) ²2020a), Panorama Social

2020. Ed. CEPAL. ISBN: 9789211220681, 262 p. obtenido en
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) (2020b), *La Inversión Extranjera Directa en América Latina y el Caribe 2020*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe. CEPAL ISBN: 9789211220544,198 obtenido de
- Conde, Bianca y Carole Sanz (2021), *Sustainability-Linked Bonds Come With Great Perks for Businesses*. IDB Invest
- Crafts, Nicholas (2009). *Transport Infrastructure Investment: Implications for growth and productivity*. *Oxford Review of Economic Policy*, Volume 25, (3), 327–343.
- Crotte Amado, Diana Galarza Molina y Cristian Navas, (2020, abril 23) *La nueva tendencia en concesiones de BRT en América Latina*. Moviliblog. BID.
- Delgado, Raúl., Huáscar. Eguino y Aloisio. Lopes (ed) (2021), *Política fiscal y cambio climático. Experiencias recientes de los ministerios de finanzas de América Latina y el Caribe*, Banco Inter-Americano de Desarrollo (IDB).
- Dell, Melissa., Benjamin F. Jones y Benjamin A. Olken (2012), *Temperature Shocks and Economic Growth: Evidence form the last half century*, *American Economic Journal: macroeconomics*, 4(3), 66-95.
- Dell, Melissa., Benjamin F. Jones y Benjamin A. Olken (2014), *What do we learn from the weather? The New Climate-Economy Literature*, *Journal of Economic literature*, 52(3),–740 - 798.
- Deschênes, Olivier y Michael Greenstone (2011), *Climate change, mortality and adaptation: Evidence form annual fluctuations in weather in the U.S.*, *American economic Journal: Applied economics*, vol. 3(4), 152-185.
- DGI 2021, *Boletín estadístico año 2020*, Dirección general impositiva de Uruguay
- Fay, M., Hallegatte, S., Vogt-Schilb, A., Rozenberg, J., Narloch, U., Kerr, T., 2015. *Decarbonizing Development: Three Steps to a Zero-Carbon Future*. World Bank Publications, Washington DC, USA.
- Fay, Marianne, Luis Alberto Andres, Charles Fox, Ulf Narloch, Stephane Straub, and Michael Slawson (2017), *Rethinking Infrastructure in Latin America and the Caribbean: Spending Better to Achieve More*. World Bank, Washington, DC.
- Fay, Marianne, Mary Morrison. (2007), *Infrastructure in Latin America and the Caribbean: Recent Developments and Key Challenges*, *Directions in Development*, Infrastructure. Washington, DC: World Bank.
- Fay, Marianne. y Yepes, Tito, (2003). *Investing in Infrastructure: What is Needed from 2000 to 2010? Policy Research Working Paper; No. 3102*. World Bank, Washington, DC.
- Feng, Kuishuang, Klaus Hubacek, Yu Liu, Estefanía Marchán and Adrien Vogt-Schilb (2018), *Managing the distributional effects of energy taxes and subsidy in Latin America and the Caribbean*, Septiembre, pp. 424-436. IDB Working Paper Series 947
- Filgueira, Fernando (2020), *Estudio de costeo de intervenciones de cuidados en México*, documento de trabajo, ONU Mujeres, México.
- Filgueira, Fernando. y Ernesto Espíndola (2015), *Hacia un Sistema de transferencias monetarias para la infancia y los adultos mayores. Una estimación de impactos y posibilidades fiscales en América Latina*, Series de Políticas Sociales, Comisiones Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- Gambhir, Ajay, Fergus Green y Peter J.G. Pearson (2018). *Towards a Just and Equitable Low-Carbon Energy Transition*. 26. Imperial College of London, London.
- Gaspar, Vitor, David Amaglobeli, Mercedes Garcia-Escribano; Delphine Prady; Mauricio Soto (2019) *Fiscal Policy and Development: Human, Social, and Physical Investment for the SDGs*. 45 p. IMF Staff Discussion, ISBN/ISSN: 9781484388914/2221-030X
- Global Commission on Adaptation (GCA), (2019), *Adaptation: A global call for Leadership on climate resilience*. Global Commission for Adaptation.
- Gobierno de Costa Rica. *Plan Nacional de Descarbonización 2018-2050*, 2019.
- González-Mahecha, Esperanza., Oskar. Lecuyer, Michelle. Hallack, Morgan. Bazilian y Adried Vogt-Schilb (2019), *Committed Emissions and risk of stranded assets from existing and planned power plants in Latin America*. BID
- Grau, Javier, Horacio Terraza, Velosa Rodríguez, Diana Milena, Alfredo Rithm y Germán Stutzegger, (2015) *Situación de gestión de residuos sólidos en América latina y el Caribe*, Banco Inter-Americano de Desarrollo

- Groves David, James Syme, Edmundo Molina-Perez, Carlos Calvo, Luis Víctor-Gallardo, Guido Godínez-Zamora, Jairo Quirós-Tortós, Felipe De León, Andrea Meza Murillo, Valentina Saavedra Gómez, y Adrien Vogt-Schilb (2020), Costos y beneficios de la descarbonización de la economía de Costa Rica. Evaluación del Plan nacional de Descarbonización bajo Incertidumbre, Banco Inter-Americano de Desarrollo (BID).
- Hallegatte, Stephane, Colin Green, Robert J. Nicholls and Jan Corfee-Morlot (2013), Future flood losses in major coastal cities, *Nature Climate Change*. 3(9), 802-806, DOI:10.1038/nclimate1979
- Hallegatte, S., Bangalore, M., Bonzanigo, L., Fay, M., Kane, T., Narloch, U., Rozenberg, J., Treguer, D., Vogt-Schilb, A., 2015. Shock waves: managing the impacts of climate change on poverty. The World Bank.
- Hallegatte, Stephane, Adrien Vogt-Schilb, Mook Bangalore, and Julie Rozenberg. *Unbreakable: Building the Resilience of the Poor in the Face of Natural Disasters*. Washington, DC: World Bank, 2017.
- Hallegatte, Stephane, Jun Rentschler Julie Rozenberg, (2019). *Lifelines: Tomando acción hacia una infraestructura más resiliente*. Sustainable Infrastructure. Washington, DC: World Bank.
- Heckman, J., S. Moon, R. Pinto, P. Savelyer y A. Yaritz (2010), "The rate of return to the highscope Perry Preschool Program", *Journal of Public Economics*, 94, (1-2) 114-128.
- Heckman, James, Rodrigo Pinto y Peter A. Savelyev (2013), Understanding the mechanism through which an influential early childhood program boosted adult outcomes, *American Economic Review*, 103(6), 2052-2086.
- Hernández-Blanco, Marcello, Robert Costanza, Sharolyn Anderson, Ida Kubiszewski, and Paul Sutton. "Future Scenarios for the Value of Ecosystem Services in Latin America and the Caribbean to 2050." *Current Research in Environmental Sustainability* 2 (December 2020): 100008.
- High-Level Commission on Carbon Prices (Stiglitz, Joseph. E., Nicholas Stern, Maosheng Duan, Ottmar Edenhofer, Gaël Girau, Geoffrey Heal, Emilio Lèbre la Rovere, Adele Morris, Elisabeth Moyer, Mari Pangesta, Priyadarshi R. Shukla, Youba Sokona y Harald Winkler) (2017), Report of the High-Level Commission on Carbon Prices. Carbon Pricing Leadership Coalition (CPLC), Washington, DC: World Bank mayo 29, pp. 68.
- Howard, Peter H. y Thomas Sterner (2017), Few and not so far between: A meta-analysis of climate damage estimates, *Environmental Resource Economics*, 68, 197–225.
- Hund, K., La Porta, D., Fabregas, T., Laing, T. y Drexhage, J. (2020), Minerals for Climate Action: The Mineral Intensity of the Clean Energy Transition, Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento/Banco Mundial, Climate-Smart Mining Initiative, Washington, DC: World Bank Publications, p. 11,
- Howard, Peter, y Thomas Sterner (2017), Few and not so far between: A meta-analysis of climate damage estimates. *Environmental Resource Economics*, 68(4), 1-29 DOI:10.1007/s10640-017-0166-z
- Huang Kaixing, Hong Zhao, Jikun Huang, Jinxia Wang, Christopher Findlay (2020), The impact of climate change on the labor allocation: Empirical evidence from China, *Journal of Environmental Economics and Management*, 104, 102376.
- Huxham, Matthew, Muhammed Anwar, and David Nelson. "Understanding the Impact of a Low Carbon Transition on South Africa." *Climate Policy Initiative (CPI)*, 2019.
- Huxham, Matthew, Muhammed Anwar, Eoin Strutt, and David Nelson. "Understanding the Impact of a Low Carbon Transition on Uganda's Planned Oil Industry." *Climate Policy Initiative (CPI)*, 2020.
- IEA (2019). "Government Revenue from Taxation." In *Global EV Outlook 2019*. International Energy Agency.
- IEA (2020), Introduction to system integration of renewables, International Energy Agency, (IEA), Paris.
- IEA (2020), Electric Vehicles, IEA, Paris
- IEA (2021), Net Zero by 2050. A Road map for the Global Energy Sector, International Energy Agency (IEA). Obtenido de
- Ilkcaracan, Ipek., Kijong. Kim and Tolga. Kaya (2015), The Impact of Public Investment in Social Care Services on Employment, Gender Equality and Poverty: The Turkish Case. Istanbul and New York: Istanbul Technical University Women's Studies Center and the Levy Economics Institute at Bard College.

- Infralatom (2021) "Datos de inversión pública en infraestructura económica en América Latina y el Caribe". [dataset] descarga mayo (2021)
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (2014), Climate change 2014: synthesis report. Contributions of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R. K. Pachauri y L. A. Meyers (eds.)]. IPCC, Ginebra, Suiza.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), (2018) Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J.B.R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M.I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor, and T. Waterfield (eds.)]. In Press.
- International Labour Organization (ILO) (2018). World Employment and Social Outlook 2018: Greening with Jobs. Report. International Labour Organization, May 14, 2018
- International Renewable Energy Agency (IRENA) (2019), Global Energy Transformation: A Roadmap to 2050 (2019 edition), International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi, 2019
- IRENA (2020), Renewable Capacity Statistics 2020, International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi.
- Jacobs, David, Natacha Marzolf, Juan Roberto, Wilson Rickerson, Hilary Flynn, Christina Beckerbirck, and Mauricio Solano-Peralta (2013) Analysis of Renewable Energy Incentives in the Latin America and Caribbean Region: The Feed-in Tariff Case. Energy Policy 60. Elsevier: 601–10. doi:10.1016/j.enpol.2012.09.024
- Jafino, Bramka Arga, Brian Walsh, Julie Rozemberg and Sthephane Hallegate (2020), Revised Estimates of the impact of climate change on extreme poverty by 2030, Policy Research Working paper No. 9417, World Bank, Washington, D.C., World Bank.
- Kahn Matthew E., Kamiar Mohaddes, Ryan N. C. Ng, M. Hashem Pesaran, Mehdi Raissi and Jui-Chung Yang (2019), Long term macroeconomic effects of climate change: A cross-country analysis, national Bureau of Economic Research (NBER), Working Paper 26167, Cambridge, Agosto.
- Kalkuhl, Matthias. y Leonie Wenz (2020), The impact of climate conditions on economic production. Evidence from a global panel of regions, Journal of Environmental Economics and Management, 103:102360, 1-20.
- Kamps, Christophe. (2006). New estimates of government net capital stocks for 22 OECD countries, 1960-2001. IMF Staff papers, 53, 120-50. ISBN 9781451848939/1018-5941
- Klusak, Patrycja, Matthew Agarwala, Matt Burke, Moritz Kraemer y Kamiar Mohaddes (2021) "[Rising Temperatures, Falling Ratings: The Effect of Climate Change on Sovereign Creditworthiness](#)," [Cambridge Working Papers in Economics](#) 2127, Faculty of Economics, University of Cambridge.
- Kohli, Harpaul Alberto, y Phillip Basil, (2011), Requirements for Infrastructure Investment in Latin America under Alternate Growth Scenarios: 2011–2040." Global Journal of Emerging Market Economies 3 (1), 59–110.
- Lowe, C., McCord, A., Beazley, R., 2021. National cash transfer responses to Covid-19.
- McGlade, Christophe y Paul Ekins, (2015), The geographical distribution of fossil fuels unused when limiting global warming to 2°C, Nature, 517:18-90.
- MDB (2019), Principles of Just Transition, publicado en UNSG Climate Action Summit, 22 septiembre 2019.
- Meinshausen, Malte, Jared Lewis, Zebedee Nicholls, and Rebecca Burdon. "COP26 Briefing Paper: Updated Warming Projections for NDCs, Long-Term Targets and the Methane Pledge. Making Sense of 1.8°C, 1.9°C and 2.7°C." Climate Resource, 2022.
- Mendelsohn, Robert, Nordhaus, William D. y Daigee Shaw, (1994), Measuring the impact of global warming on agriculture, American Economic Review, 84, 753–771.
- New Climate Economy (NCE) (2014) Better growth, better climate. The new climate economy report. The global Commission on the Economy and Climate. Washington, DC.
- Newell, Richard, Brian Prest, Steven Sexton (2020), The GDP-Temperature Relationship: Implications for Climate Change Damages,

- Resources of the Future, Working Paper (18-17). Obtenido de
- Newell, Richard.G., Brian C. Prest, Steven E. Sexton (2021), The GDP-temperature relationship: Implications for climate change damages, *Journal of Environmental Economics and Management*, 108,102445. ISSN 0095-0696
- MHDA (2020). Marco fiscal presupuestario de mediano plazo 2020 -2025. Ministerio de Hacienda de Costa Rica
- Nordhaus, William D. y Andrew. Moffat (2017), A survey of global impacts of climate change: replication survey methods and a statistical analysis, National Bureau of Economic Research working paper 23646. DOI 10.3386/w23646
- Organización Latinoamericana de Energía (OLADE) (Castillo Tatiana, Fabio García, Luis Mosquera, Targelia Rivadeneira, Katherine Segura, Marco Yujato)(2019) Panorama Energético de América Latina y el Caribe 2019, OLADE, siELAC. SBN 978-9978-70-134-8
- Organización de las Naciones Unidas (ONU) Medio Ambiente (2018) Movilidad eléctrica: avances en américa latina y el caribe y oportunidades para la colaboración regional. Publicado por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (ONU Medio Ambiente), noviembre 2018.
- Organización de las Naciones Unidas - Mujeres / Comisión Económica para América Latina y el Caribe (ONU mujeres /CEPAL) (Filgueira, Fernando) (2020), Estudio de costee de intervenciones de cuidado en México. Fundamentación y estimación de costos y efectos en el producto, en el empleo y en los ingresos fiscales del sistema de cuidados infantiles. Documento de Trabajo, ONU-Mujeres, México.
- OECD (2021a), Revenue Statistics in Latin America and the Caribbean 2021, OECD Publishing, Paris
- OECD (2021b), Climate Finance Provided and Mobilised by Developed Countries: Aggregate trends updated with 2019 data, Climate Finance and the USD 100 Billion Goal, OECD Publishing, Paris,
- OECD (2021c), *Managing Climate Risks, Facing up to Losses and Damages*
- OECD (2021d). Transport Strategies for Net-Zero Systems by Design.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos* (OCDE) (2017), Investing in Climate, Investing in Growth, OECD Publishing, Paris, 2017.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos* (OCDE) (2006), Infrastructure to 2030: Telecom, Land transpáterwater and electricity, Paris, OCDE.
- Parry, Ian W. H. y Small. Kenneth A. (2005), Does Britain or the United States have the right gasoline tax?, *American Economic Review.*, 95(4), 1276-1289.
- Pérez-Urdiales, María, Rigoberto Ariel Yépez-García, Mauricio Tiomno Tolmasquin, Claudio Alatorre, Alejandro Rasteletti, Marco Stampini y Michelle Hallack (2021) El papel de la transición energética en la recuperación sostenible en América Latina y el Caribe, División de Energía, Departamento de Infraestructura y Energía, Nota Técnica No. IDB-TN-02142.
- Perrotti, Daniel E., y Ricardo J. Sánchez (2011) La brecha de infraestructura en América Latina y el Caribe. Santiago: Comisión Económica para América Latina y el Caribe, Serie Recursos naturales e infraestructura 153, División de Recursos Naturales e Infraestructura, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). ,ISSN 1680 9017.
- Pindyck, Robert S. (2017), The use and misuse of models of climate change policy, *Review of Environmental Economics and Policy*, 11(1), 100-114.
- Pottier, Antonin, Mark Fleurbaey, Aurelie Mejean y Stéphane. Zuber (2021), Climate change and population: An assessment of mortality due to health impacts, *Ecological Economics*, 183.
- Quirós-Tortós Jairo, Guido Godínez- Zamora, Daniel Gerardo De La Torre Ugarte, Carlos Heros, Juan Lazo Lazo, Elías Ruiz, Berioska Quispe, Daniella Diez Canseco, Freddy Garro, Jimena Mora, Lorenzo Eguren, Milagros Sandoval, Silke Campos, Micol Salmeri, Richard Baron, Jaime Fernandez-Baca, Ana Saori Iju Fukushima, Valentina Saavedra, Adrien Vogt-Schilb (2021), Costos y beneficios de la Carbono Neutralidad en Perú. Una evaluación robusta, Banco Inter-

- Americano de Desarrollo (BID). Monografía del BID ; 895.
- Ramírez Cartagena, Francisco, Benoit Lefevre, Jaime Fernández-Baca, and Rafael Capristán. “Análisis y Diseño de Modelos de Negocio y Mecanismos de Financiación Para Buses Eléctricos En Lima, Perú.” Inter-American Development Bank, February 2020.
- Rentschler, Jun, and Morgan Bazilian. “Policy Monitor—Principles for Designing Effective Fossil Fuel Subsidy Reforms.” *Review of Environmental Economics and Policy* 11, no. 1 (January 1, 2017): 138–55.
- Reymond, A., Egler, H.-P., Masullo, D. y Pimentel, G. (2020), *Financing sustainable infrastructure in Latin America and the Caribbean*, Banco Interamericano de Desarrollo, marzo de 2020,
- Rigaud, Kanta Kumari, Alex de Sherbinin, Bryan Jones, Jonas Bergmann, Viviane Clement, Kayly Ober, Jacob Schewe, Susana Adamo, Brent McCusker, Silke Heuser, Amelia Midgley, (2018) *Groundswell: Preparing for Internal Climate Migration*. World Bank, Washington, DC.
- Rosenzweig Cynthia, Kenneth M. Strzepek, David C. Major, Ana Iglesias, David N. Yates, Alyssa McCluskey, Daniel Hillel (2004) *Water resources for agriculture in a changing climate: International case studies*. *Global Environmental Change* 14 (2004) 345–360
- Rozenberg, Julie, Adrien Vogt-Schilb y Stephane Hallegatte (2017), *Instrument Choice and Stranded Assets in the Transition to Clean Capital*, *Journal of Environmental Economics and Management*, 100: 102183,
- Rozenberg, Julie, y Marianne Fay (2019), *Beyond the Gap: How countries can afford the infrastructure they need while protecting the planet*. Sustainable Infrastructure series. Washington, DC. World Bank.
- Ruiz-Nunez, Fernanda y Zichao Wei (2015), *Infrastructure Investment Demands in Emerging Markets and Developing Economies*, Policy Research Working Paper 7414. World Bank, Washington, D.C.
- Saget, Catherine, Adrien Vogt-Schilb y Trang Luu (2020), *El empleo en un futuro de cero emisiones netas en América latina y el Caribe*. Banco Interamericano de Desarrollo
- Schaffitzel, Filip, Michael Jakob, Rafael Soria, Adrien Vogt-Schilb, and Hauke Ward (2019). “¿Pueden Las Transferencias Del Gobierno Hacer Que La Reforma de Los Subsidios Energéticos Sea Socialmente Aceptable?: Un Estudio de Caso Sobre Ecuador.” Schlenker, Wolfram y Michael J. Roberts (2009), *Non-linear temperature effects indicate severe damages to US crop yields under climate change*, *PNAS*, 106 (37), 155594-98.
- Schmidt-Traub, Guido (2015). “Investment Needs to Achieve the Sustainable Development Goals—Understanding the Billions and Trillions.” *SDSN Working Paper Version 2*. Disponible en línea:
- Searchinger, Tim, Richard Waite, Craig Hanson, Janet Ranganathan, Patrice Dumas, and Emily Matthews. *Creating a Sustainable Food Future: A Menu of Solutions to Feed Nearly 10 Billion People by 2050*. Washington DC: World Resources Institute, 2019.
- Seo, Niggol; Robert Mendelsohn, (2007). *A Ricardian Analysis of the Impact of Climate Change on Latin American Farms*. Policy Research Working Paper; No. 4163. World Bank, Washington, DC. © World Bank.
- Serebrisky, Tomas, Ancor Suárez-Alemán, Cinthya Pastor, Andreas Wohlhueter, (2017) *Aumentando la eficiencia en la provisión de infraestructura pública*, Washington, D.C. Banco Inter-Americano de Desarrollo (IDB).
- Serebrisky, Tomas, Ancor Suárez-Alemán, Diego Margot y Maria Cecilia Ramírez (2015), *Financiamiento de la infraestructura en América Latina y el Caribe: como cuanto y con quién?*, Banco Inter-Americano de Desarrollo (IDB).
- Serebrisky, Tomas, Ancor. Suárez-Alemán, Cinthya Pastor y Andreas Wolhueter (2018), *Lifting the veil on infrastructure investment data in Latin America and the Caribbean*, Inter-American Development Bank (IDB) Technical paper IDB-TN-1366.
- Serebrisky, Tomas, Juan Pablo Bricheti, Allen Blakman y Mauricio Mesquita-Moreira (2020), *Infraestructura sostenible y digital para impulsar la recuperación económica post-covid de América Latina y el Caribe: Un camino hacia más empleo, integración y crecimiento*, Banco Inter-Americano de Desarrollo (BID).
- Serebrisky, Tomas. (2014), *Sustainable Infrastructure for Competitiveness and Inclusive Growth*. Banco Inter-Americano de Desarrollo (BID).

- Serebrisky, Tomas. y Ancor Suárez-Alemán (2019), La provisión de servicios de infraestructura en América latina y el caribe. Puede la región hacer más y hacerlo mejor?. Un análisis de frontera de eficiencia de la infraestructura económica, Banco Inter-Americano de Desarrollo (BID).
- Solano-Rodríguez, Baltazar, Steve Pye, Li Pei-Hao, Paul Ekins, Osmel Manzano, Adrien Vogt-Schilb (2019), Implications for climate change targets on oil production and fiscal revenues in Latin America and the Caribbean, Washington, D.C: Banco Inter-Americano de Desarrollo (IDB).
- Solórzano, Ana e Iliana Cárdenas (2019), “Social protection and climate change: WFP Regional Bureau for Latin America and the Caribbean’s vision to advance climate change adaptation through social protection”. Programa Mundial de Alimentos en colaboración con Oxford Policy Management.
- Spano, Christian, Paolo Natali, Charles Cannon, Suzanne Greene, Osvaldo Urzúa, Carlos G. Sucre y Adriana Unzueta (2021), Latin America and the Caribbean 2050: Becoming a global low-carbon metals and solution hub, technical note No. IDB-TN-02172.
- Standard & Poor’s. 2015. Global Infrastructure Investment: Timing Is Everything (and Now Is the Time). Standard & Poor’s Ratings Services, McGraw Hill Financial.
- Stern, Nicholas y Joseph E. Stiglitz (2021), Getting the Social Cost of Carbon Right, The World Opinion Page, Project Syndicate. Project Syndicate, febrero 15, 2021. Obtenido de
- Svensson, Johannes, Henri Waisman, Adrien Vogt-Schilb, Chris Bataille, Pierre-Marie Aubert, Marcela Jaramilo-Gil, Jam Angulo-Paniagua, et al. “A Low GHG Development Pathway Design Framework for Agriculture, Forestry and Land Use.” Energy Strategy Reviews 37 (September 1, 2021): 100683.
- TCFD (2021), 2021 Status report, Task Force on Climate-related Financial Disclosures (TCDF).
- Tong, Dan, Qiang Zhang, Yixuan Zheng, Ken Caldeira, Christine Shearer, Chaopeng Hong, Yue Qin, Steven J. Davis (2019), Committed Emissions from existing energy infrastructure Jeopardize 1.5oC climate target. Nature, Research Letter. 572, Agosto
- UN Environment Program (UNEP) (2018) Emissions Gap Report 2018, Executive Summary, United Nations.
- UN Environment Program (UNEP) (2021), Emissions Gap Report 2021, Executive Summary, United Nations.
- United Nations Conference on Trade And Development (UNCTAD) (2014), World Investment Report 2014. Investing in the SDGs: An Action Plan, United Nations Conference on Trade and Development (UNCTAD). Obtenido de UNFCCC, 2021. Communication of long-term strategies [WWW Document].
- Vergara Walter, Ana R. Rios, Paul Trapido, Hector Malarín (2014) Agricultura y Clima Futuro en América Latina y el Caribe: Impactos Sistémicos y Posibles Respuestas. Banco Interamericano de Desarrollo.
- Viguri, Sofía, Sandra López-Tovar, Mariel Juárez-Olvera y Gloria Viguri (2020), Analysis of the external climate finance access and implementation. A review of the GCF, GEF, CIF and PCPF projects and programs by the Inter-American Development Bank, Inter-American Development Bank.
- Viteri, Andrade Alicia (2019), Impacto económico y laboral del retiro y/o reconversión de unidades a carbón en Chile, Inter-American Development Bank (IDB)
- Vogt-Schilb, Adrien y Kuishuang Feng (2019), The labor impact of coal Phase down scenarios in Chile, Octubre, Inter-American Development Bank (IDB).
- Vogt-Schilb, Adrien, Brian Walsh, Kuishuang Feng, Laura Di Capua, Yu Liu, Daniela Zuluaga Marcos Robles, Klaus Hubaceck (2019), Cash transfers for pro-poor carbon tax in Latin America and the Caribbean, IDB working Paper Series, 2019-IDB-WP-1046.
- Vogt-Schilb, A., 2021. Stronger Sustainable Growth, in: Cavallo, Eduardo, Powell, A. (Eds.), Opportunities for Stronger and Sustainable Postpandemic Growth. Inter American Development Bank.
- Weischer Lutz, Linde Warland, David Eckstein, Stephan Hoch, Axel Michaelowa, Michael Koehler y Stefan Wehner. (2016). Investing in Ambition: Analysis of the Financial Aspects in (Intended) Nationally Determined Contributions. Bonn: German Watch and Freiburg: Perspectives Climate Group.
- Welsby, D., Solano, B., Pye, S., Vogt-Schilb, A., 2021. High and Dry: Stranded Natural Gas Reserves and Fiscal Revenues in Latin

- America and the Caribbean. Inter-American Development Bank.
- World Bank (Margulis Sergio y Urvashi Narain) (2010). The Cost to Developing Countries of Adapting to Climate Change. New Methods and Estimates, Washington, DC, The World Bank Group.
- World Bank. "Lessons from Chile's Experience with E-Mobility : The Integration of E-Buses in Santiago.," 2020.
- WRI-CAIT, (2021) Base de datos [Database] <http://cait.wri.org>
- Yépez-García, Ariel, Yi Ji, Michelle Hallak, David López-Soto (2018), The energy path of Latin America and the Caribbean, Inter-American Development Bank (IDB), .
- Yepez-García, Ariel, Luis. Carvajal, Franco. Hallack, Michelle. Snyder, Virginia (2021). Cinco cosas que debes saber sobre el sector energía en América Latina y el Caribe. BID.
- Yépez-García, Ariel, Antonio Katherine y David López (2019). Las plantas de combustible fósil continuarán funcionando por un tiempo, aunque deje de invertirse en ellas. BID.
- Zhao, Xiaobing, Mason Gerenty, Nicolai V. Kuminoff (2018), Revisiting the Temperature-Economic Growth Relationship Using Global Subnational Data, Journal of Environmental Management, 223, 537-544.
DOI: 10.1016/j.jenvman.2018.06.022