

Desastres climáticos en América Latina y el Caribe

El rol de las inversiones en infraestructura resiliente y las políticas de adaptación



Desastres climáticos en América Latina y el Caribe

El rol de las inversiones en infraestructura resiliente y las políticas de adaptación

© CAF 2023

AUTORÍA

Nota preparada por Adriana Arreaza (Directora de Estudios Macroeconómicos), Diego Barril, Richard Condor, Guillermo Diaz, Nicole Perelmuter, Reinier Schliesser y Manuel Toledo (Economistas Principales de la Dirección de Estudios Macroeconómicos) y Oscar Guevara (Ejecutivo Principal de la Dirección de Asesoramiento Técnico en Biodiversidad y Clima).

Agradecemos los valiosos comentarios de Pablo Brassiolo, Ricardo Estrada (Economistas principales de la Dirección de Investigaciones Socioeconómicas) y Verónica Frisancho (Gerente de Conocimiento).

Especial agradecimiento a Omar Bello, punto focal de evaluación de desastres, Oficina de la Secretaría de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

Gestión Editorial CAF: Dirección de Comunicación Estratégica

Diseño gráfico: Claudia Parra www.cayaparra.com



Publicación disponible en Scioteca (caf.com) con acceso abierto bajo la licencia
CC BY-NC-ND 4.0 Deed | Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional | Creative Commons

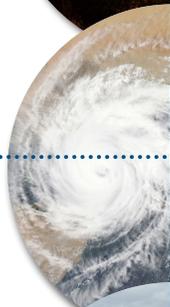
Las ideas y opiniones expresadas en esta obra son las de los autores y no reflejan necesariamente el punto de vista de CAF ni comprometen a la Organización. Los términos empleados y la presentación de los datos que en ella aparecen no implican toma alguna de posición de parte de CAF en cuanto al estatuto jurídico de los países, territorios, ciudades o regiones ni respecto de sus autoridades, fronteras o límites.

Contenido



1

- **Introducción**
05



2

- **Eventos climáticos**
Incidencia e impactos en América Latina y el Caribe
09



3

- **Impactos económicos de eventos climáticos extremos bajo distintos escenarios de políticas de adaptación**
20



4

- **Observaciones finales**
Recomendaciones de políticas
29



5

- **Anexos**
32

Resumen

• El objetivo de este artículo es analizar el impacto humano y económico que tienen los fenómenos climáticos en América Latina y el Caribe desde una perspectiva histórica y también prospectiva. En primer lugar, la región ha enfrentado al menos 2.225 desastres de origen climático en las últimas 4 décadas, ocasionando daños y pérdidas del 0,2% del PIB anual y afectando al 1% de la población en promedio al año. No obstante, en el caso de Centroamérica y el Caribe, el impacto de estos eventos en términos de población afectada fue el doble y el triple que el promedio regional, respectivamente.

Segundo, el artículo explora los efectos de una creciente exposición a estos fenómenos frente a alternativas de políticas para reducir la vulnerabilidad. Para dicho análisis se utilizó un modelo cuantitativo de equilibrio general con choques climáticos aplicado a cuatro de las economías más vulnerables a desastres de origen climático en la región (Honduras, República Dominicana, Barbados y Paraguay). Los resultados sugieren que invertir en infraestructura resiliente y la constitución de fondos de contingencia reducen significativamente el impacto de estos eventos en el PIB y mejoran la trayectoria de la deuda pública a mediano y largo plazo. No obstante, tanto la inversión en infraestructura resiliente como la constitución de fondos de emergencia deterioran la dinámica de la deuda en el corto plazo. En consecuencia, la movilización de recursos y el financiamiento concesional serán importantes para facilitar las inversiones de adaptación. El financiamiento en condiciones favorables sería de particular relevancia a fin de evitar niveles subóptimos de inversión, tanto para países altamente endeudados que enfrentan restricciones de acceso al financiamiento como para mitigar problemas de inconsistencia intertemporal.



1 Introducción

• La temperatura global de la superficie ha aumentado en aproximadamente 1 °C desde 1850. Los efectos de un clima rápidamente cambiante están generando un aumento de la frecuencia de la mayoría de los fenómenos hidrometeorológicos, configurando un panorama de amenazas complejas y, en ocasiones, concatenadas¹. Las olas de calor, las sequías y las precipitaciones intensas ahora ocurren con una frecuencia 2,8; 1,7 y 1,3 veces superior, respectivamente, en relación con un clima sin influencia humana. De continuar elevándose las temperaturas, estos fenómenos extremos se harían más frecuentes aún (IPCC, 2021 y 2022).

América Latina y el Caribe es una de las regiones del mundo más expuestas al cambio climático debido a su ubicación geográfica, más cercana a los trópicos y con mayores temperaturas promedio. Durante los últimos 43 años, se han registrado al menos 2.225 desastres de este tipo en la región, lo que equivale a un promedio de 52 eventos por año. Las inundaciones y las tormentas son los eventos más frecuentes (49,5% y 30,6% de todos los eventos respectivamente), seguidas por los deslizamientos de tierra (7,0%) y las sequías (6,9%). Además, la cantidad de eventos extremos en la región aumentó un 90% entre 2000 y 2021 con respecto a las dos décadas previas (Brassiolo et al, 2023). Asimismo, muchas condiciones de vulnerabilidad son prevalentes en la región, elevando los riesgos de sufrir impactos severos derivados de eventos climáticos.

En efecto, los desastres de origen climático han causado daños y pérdidas económicas significativas y afectado a un elevado porcentaje de la población. Se estima que, en promedio, los daños y pérdidas anuales en la región han sido de al menos un 0,2% del PIB. Asimismo, alrededor del 1% de la población de la región en promedio es afectada por desastres climáticos cada año y se calcula que la cifra agregada de muertes y desaparecidos es cercana a las 100.000 personas. Por ejemplo, los desastres asociados con los últimos tres grandes fenómenos de El Niño en 1982-1983, 1997-1998 y 2014-2016 acumularon daños en Chile, Colombia, Perú y Ecuador estimados en USD 6.473 millones y más de 3.300 fallecidos (CEPAL, 2010 y 2023). La actual sequía en el sur del continente podría costar entre el 2% y el 5% del PIB en Argentina, Brasil, Paraguay y Uruguay (CAF, 2023).

1. “Según el Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS), el cambio climático contribuye a los desastres naturales a través de tres mecanismos. Primero, el aumento de las temperaturas globales eleva la probabilidad de sequías y la fuerza de las tormentas. Segundo, los altos niveles de vapor de agua atmosférico crean la energía necesaria para que se formen tormentas más intensas. Tercero, la combinación de calor atmosférico y temperaturas oceánicas más cálidas contribuye a un aumento de la velocidad del viento en las tormentas tropicales” (Naoaj, 2023).



Los impactos negativos sobre el crecimiento económico de estos eventos pueden incluso resultar permanentes, particularmente en los países en desarrollo. Por ejemplo, los desastres de origen climático habrían causado pérdidas permanentes de entre el 2,1% y el 3,7% del PIB en los países de ingresos bajos y medios (Cavallo et al., 2022). No obstante, la evidencia sobre consecuencias económicas en el largo plazo no es robusta en general, sobre todo cuando se analizan datos a nivel nacional (Noy y duPont, 2018), posiblemente porque las economías de mayores ingresos son menos vulnerables.²

El objetivo de este artículo es analizar el impacto humano y económico que tienen los fenómenos climáticos en América Latina y el Caribe desde una perspectiva histórica y también prospectiva. Para ello se evalúan los efectos que podría tener una creciente exposición a estos fenómenos frente a alternativas de políticas para reducir la vulnerabilidad, particularmente relacionadas con la inversión en infraestructura resiliente y la constitución de fondos de contingencia. Sobre la base de estos hallazgos, se proponen recomendaciones de política para fortalecer las iniciativas de adaptación en la región para gestionar los riesgos climáticos.

² Sin embargo, hay notables excepciones de países pobres y pequeñas naciones insulares que han sido menos resilientes a desastres naturales en el largo plazo. Asimismo, estudios a nivel local y regional (dentro de un país) han encontrado evidencia de efectos socioeconómicos permanentes como migraciones, pérdidas de ingreso, caídas de los precios de los activos y cambios permanentes en la estructura sectorial de la actividad económica.

Para llevar a cabo este análisis se utilizó un modelo cuantitativo de equilibrio general con choques climáticos aplicado a cuatro de las economías más vulnerables a desastres de origen climático en la región (Honduras, República Dominicana, Barbados y Paraguay). Los resultados sugieren que invertir en infraestructura resiliente reduce significativamente el impacto de estos eventos en el PIB y mejoran la trayectoria de la deuda pública a mediano y largo plazo. El efecto sobre la dinámica de la deuda se potencia si, además de la inversión en infraestructura resiliente, se establece un fondo de contingencia para atender las emergencias asociadas con los desastres. No obstante, tanto la inversión en infraestructura resiliente como la constitución de un fondo de emergencia deterioran la dinámica de la deuda en el corto plazo. En presencia de fricciones de acceso al financiamiento o de problemas de inconsistencia intertemporal, el costo de las inversiones en el corto plazo puede desviar las decisiones asignación de recursos del óptimo, con consecuencias negativas para el crecimiento y el desempeño fiscal a más largo plazo.

Tanto la inversión en infraestructura resiliente como la constitución de un fondo de emergencia deterioran la dinámica de la deuda en el corto plazo.

Cabe destacar que estos resultados suponen que el financiamiento de la inversión en infraestructura resiliente es total o parcialmente concesional.³ El análisis cuantitativo muestra que financiar estas inversiones exclusivamente con préstamos no concesionales podría resultar en un deterioro de la deuda en el corto y mediano plazo con respecto a cuando no se hacen estas inversiones, incluso si ocurre un desastre climático, escenario donde tener infraestructura resiliente reduce los impactos adversos sobre el capital y el producto.

El financiamiento condiciones favorables tiene entonces un rol muy relevante para mitigar los problemas de acceso al crédito —especialmente para las economías altamente endeudadas con poco espacio fiscal— o de economía política, abonando el terreno para facilitar las inversiones en infraestructura resiliente. Se estima que estas requieren recursos de entre USD 9.000 millones y USD 31.000 millones anuales en toda la región, lo cual equivale a entre un 0,15% y un 0,5% del PIB por año.⁴ En ausencia

³ Como quedará claro más adelante, en estos ejercicios cuantitativos se supone que los países financian la inversión en infraestructura resiliente, así como la del fondo de contingencia, con deuda concesional, es decir, deuda bajo condiciones financieras mucho más favorables en comparación con la que pueden conseguir acudiendo a los mercados internacionales.

⁴ Este costo se calcula bajo el supuesto de una inversión anual en infraestructura del 5% del PIB, nivel necesario para que la región cumpla con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (Galindo et al., 2022). En los últimos años, sin embargo, el nivel de inversión en infraestructura en la región ha estado por debajo del 3% del PIB anual en promedio (Serebrisky et al., 2020; Serebrisky et al., 2015). Es decir, la necesidad de recursos totales tanto para llevar la inversión en infraestructura al 5% del PIB antes mencionado como para hacerla más resiliente asciende aproximadamente al 2,5% del PIB por año (USD 156.000 millones en 2022). Para tener una idea de cuánto podría ser financiado de forma concesional es bueno tomar en cuenta que el Banco Mundial, el BID y la CAF otorgan créditos de entre USD 40 y 45 mil millones por año (Galindo et al., 2022).

de estas inversiones, la ocurrencia de un desastre podría desatar un círculo vicioso caracterizado por una trayectoria creciente de la deuda que elevaría el costo del endeudamiento, limitaría las posibilidades de inversión en infraestructura resiliente, exacerbando así los impactos negativos sobre la producción con una capacidad de respuesta cada vez menor.

El estudio sugiere la importancia de una adaptación continua para reducir la vulnerabilidad ante eventos climáticos extremos que podrían aumentar en intensidad en el futuro.

Los resultados apuntan, por tanto, a la necesidad de una mayor inversión en la reducción de los riesgos climáticos, de forma complementaria con la preparación y respuesta ante los desastres climáticos. Además, el estudio sugiere la importancia de una adaptación continua para reducir la vulnerabilidad ante eventos climáticos extremos que podrían aumentar en intensidad en el futuro. Si bien el modelo empleado en esta nota solo permite evaluar el impacto de la inversión en infraestructura resiliente y de la constitución de fondos para atender emergencias climáticas, otras alternativas de intervención que apunten a diferentes determinantes de la vulnerabilidad de los países, como la planeación territorial y las soluciones basadas en la naturaleza deberían ser consideradas para reducir la vulnerabilidad de los países a riesgos climáticos.

Los resultados también destacan la importancia del acompañamiento de la banca multilateral como aliado de los países de la región tanto para movilizar capitales como para proveer financiamiento concesional, de modo que los países puedan llevar adelante las inversiones en infraestructura resiliente necesarias para la adaptación y gestión de riesgos climáticos.

Esta nota tiene cuatro secciones incluyendo esta introducción. La sección 2 define los principales eventos climáticos que afectan a la región y reseña los costos humanos y económicos de los desastres ocurridos entre 1980 y 2023, a partir de la información contenida en EM-DAT. En la sección 3 se investigan los posibles impactos en materia de crecimiento económico y en la dinámica de la deuda pública de un aumento en la severidad y frecuencia de los eventos climáticos extremos en algunos de los países más vulnerables de la región. En la sección 4, a manera de conclusión, se resumen las principales recomendaciones de política, sobre la base de los hallazgos de las dos secciones previas.

2 Eventos climáticos: incidencia e impactos en América Latina y el Caribe

• En esta sección se analizan la incidencia e impactos de los principales eventos climáticos documentados en América Latina y El Caribe entre 1980 y 2023. En primer lugar, se definen las condiciones de riesgos de desastres climáticos y se presenta una tipología del tipo de eventos más comunes en la región y los impactos que suelen generar. En segundo lugar, se hace un análisis de los impactos generales de los desastres, destacando el tipo de eventos que generan mayores daños y pérdidas. Finalmente, se evalúa la exposición de las distintas subregiones de América Latina y el Caribe a distintos tipos de eventos climáticos.

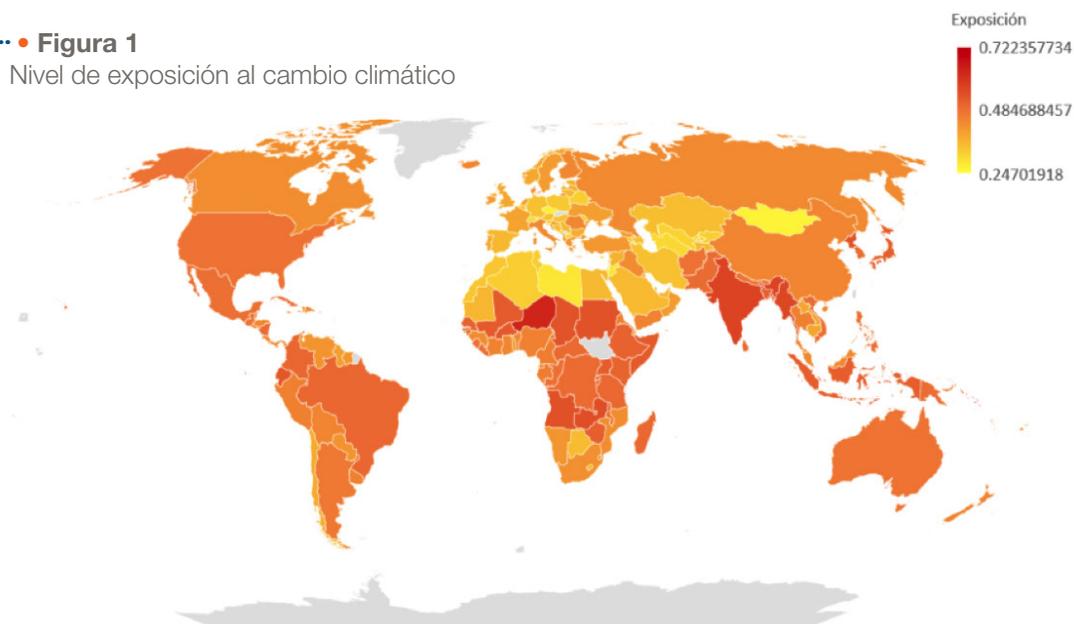
América Latina y el Caribe es una región expuesta al cambio climático y donde muchas condiciones de vulnerabilidad son prevalentes. Los riesgos de sufrir daños y pérdidas económicas y humanas derivadas de eventos climáticos extremos están determinados por el grado de exposición, así como por la vulnerabilidad de los países a estas amenazas.⁵

En primer lugar, hay regiones del mundo más propensas o expuestas que otras a la ocurrencia de fenómenos climáticos extremos (Figura 1). En general, las zonas cercanas al Ecuador tienden a estar más expuestas que las zonas templadas. Ejemplo de ello son las tormentas tropicales y huracanes, que tienen un alto poder destructivo capaz de acarrear daños sustanciales sobre la infraestructura (viviendas, vialidad, energía, entre otros). El Caribe y Centroamérica están más expuestos a este tipo de eventos que otras regiones del continente. Las sequías, que tienen mayor incidencia en el sur del continente y en el Corredor Seco Centroamericano, no suelen causar daños sobre la infraestructura física, pero generan pérdidas significativas sobre la producción agrícola y la generación de energía hidroeléctrica, afectando la actividad económica en general y la seguridad alimentaria para los más vulnerables en el corto plazo.

⁵ La exposición captura el grado en que un sistema está expuesto a variaciones climática significativas. Por su parte, la vulnerabilidad se refiere al grado de susceptibilidad del sistema a los efectos adversos del cambio climático y a su capacidad para afrontarlos.

• **Figura 1**

Nivel de exposición al cambio climático



Nota: Colores más oscuros implican un mayor nivel de exposición.

Fuente: Elaboración propia con base en ND-GAIN (*University of Notre Dame Global Adaptation Initiative*).

En segundo lugar, diversas condiciones propias de los países determinan cuán vulnerables pueden ser a los efectos de las amenazas climáticas. Un fenómeno de la misma intensidad podría generar impactos económicos y sociales más negativos dependiendo de la calidad de la infraestructura, de la planificación territorial, de la capacidad de reacción frente a la emergencia, de las condiciones de pobreza de la población, del tipo de actividad económica que prevalece en la zona afectada, entre otras.

La vulnerabilidad a las amenazas climática está fuertemente relacionada con el grado de desarrollo económico (IMF, 2019; IPCC, 2022). La resiliencia de la infraestructura, la calidad de la gobernanza, la incidencia de la pobreza y la desigualdad, el grado de inclusión financiera y la eficiencia del mercado de seguros afectan la capacidad de adaptación⁶ de los países al clima y a lidiar con eventos climáticos extremos (Bellon y Massetti, 2022). Daños a la infraestructura por causa de desastres de origen climático pueden impactar el desempeño de la actividad económica y el bienestar de las personas al interrumpir el acceso a bienes y servicios (salud, educación, electricidad, alimentos) o forzar una selección subóptima de insumos (Hallgate et al., 2019), lo cual terminaría por limitar las oportunidades de un desarrollo equitativo y sustentable. Al interior de los países, además, los hogares de menores ingresos son más vulnerables a los eventos climáticos. Los hogares más desventajados pierden una mayor parte de su riqueza cuando ocurren desastres si estos afectan sus viviendas, que suele ser su principal acervo, y tienen menos acceso a recursos financieros y fuentes de aseguramiento para enfrentar emergencias (Hallegatte y Rozenberg, 2017; CAF, 2022).

6. Capacidad adaptativa se refiere a la habilidad de la sociedad para adaptarse a cambios climáticos y hacer frente a las consecuencias de los impactos de estos.

La estructura económica de los países puede aumentar la vulnerabilidad a los fenómenos climáticos extremos. Un elevado peso en la economía de sectores sensibles al clima como, por ejemplo, la agricultura, la silvicultura, la pesca, el agua o la energía hidroeléctrica, expone más a los países a desastres asociados con un alza en las temperaturas y una mayor frecuencia de eventos extremos (Bellon y Massetti, 2022). Algunas estrategias de desarrollo sectorial también contribuyen a aumentar la vulnerabilidad. Por ejemplo, el desarrollo de infraestructura turística en zonas costeras propensas a las amenazas, la agricultura de cultivos intensivos en agua en tierras secas, la transformación de coberturas vegetales en zonas propensas a fenómenos de remoción en masa o inundaciones, y otras actividades tendientes a degradar los ecosistemas. La dependencia del Caribe y de Centroamérica respecto al turismo y a la agricultura hace a estas regiones más vulnerables a daños y pérdidas asociadas con desastres.

En general, los países de América Latina y el Caribe enfrentan mayores riesgos a las amenazas climáticas que las economías avanzadas.

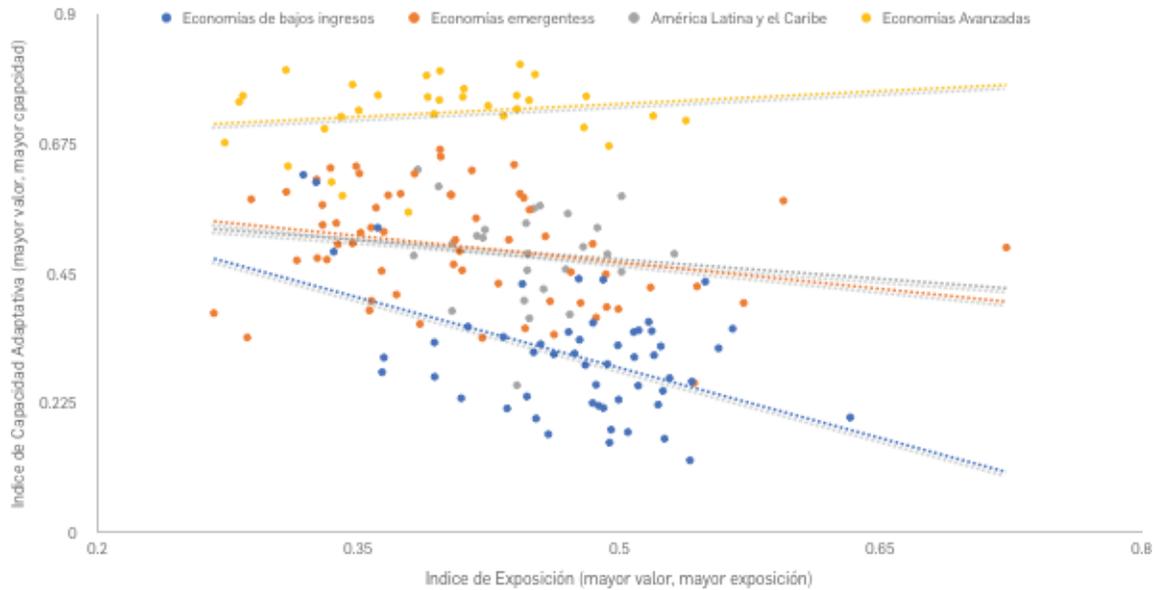
Otro aspecto importante que incide sobre la vulnerabilidad a eventos climáticos extremos es la holgura fiscal y financiera de los países. Por ejemplo, en el Caribe y Centroamérica existen países altamente expuestos a eventos climáticos que no han invertido lo suficiente para mejorar su resiliencia ex ante. La inversión en infraestructura resiliente ha sido desplazada por la urgencia de atender otros objetivos de carácter social, frente a la restricción de estrechos márgenes de maniobra fiscal (IMF, 2021). Esto puede conllevar a un círculo vicioso donde los gobiernos terminan por gastar elevadas sumas no presupuestadas para responder a la emergencia climática y a los esfuerzos de reconstrucción de los daños causados por los desastres, lo que resulta en un mayor endeudamiento y deterioro de las cuentas fiscales⁷. En consecuencia, los países más vulnerables a desastres en la región pueden tener un peor desempeño fiscal, lo cual deteriora las condiciones crediticias para invertir en proyectos de adaptación (Cavallo et al., 2023; Cárdenas, 2023).

En general, los países de América Latina y el Caribe enfrentan mayores riesgos a las amenazas climáticas que las economías avanzadas. Mientras las economías avanzadas destacan por su menor vulnerabilidad, en general, las economías de menores ingresos suelen tener mayor exposición y mucha menos capacidad adaptativa y, en consecuencia, mayor vulnerabilidad (Figura 1). Si bien los países de la región tienen mejor capacidad adaptativa al cambio climático que el promedio de economías emergentes y de bajos ingresos, muchos países del Caribe y Centroamérica tienen una elevada exposición a

⁷ Por ejemplo, Dominica fue afectada en 2017 por el Huracán María, con pérdidas y daños equivalentes al 227% del PIB, particularmente en la infraestructura de vivienda por deficiencias en su resiliencia. Esto afectará tremendamente las cuentas fiscales por años por venir (Banco Mundial, 2017; Gobierno de Dominica, 2017)

• **Figura 2**

Exposición y vulnerabilidad al cambio climático



Fuente: Elaboración propia con base en ND-GAIN (*University of Notre Dame Global Adaptation Initiative*) y Cárdenas (2023). La vulnerabilidad está aproximada por la capacidad adaptativa.⁸

eventos climáticos y una capacidad adaptativa reducida (ND-GAIN; IMF, 2021). Además, las debilidades institucionales dificultan acciones de políticas públicas más decisivas de adaptación y el ambiente de negocios no facilita la movilización de capitales del sector privado en comparación con los países desarrollados (Cárdenas, 2023). Los riesgos climáticos varían también al interior de los países, dependiendo de las diferencias en cuanto a la exposición y vulnerabilidad en los territorios.

La **tipología de desastres de origen climático** se refiere a la clasificación de eventos adversos que son desencadenados por fenómenos meteorológicos o climáticos. Estos desastres pueden causar pérdidas humanas significativas en términos de mortalidad y morbilidad.

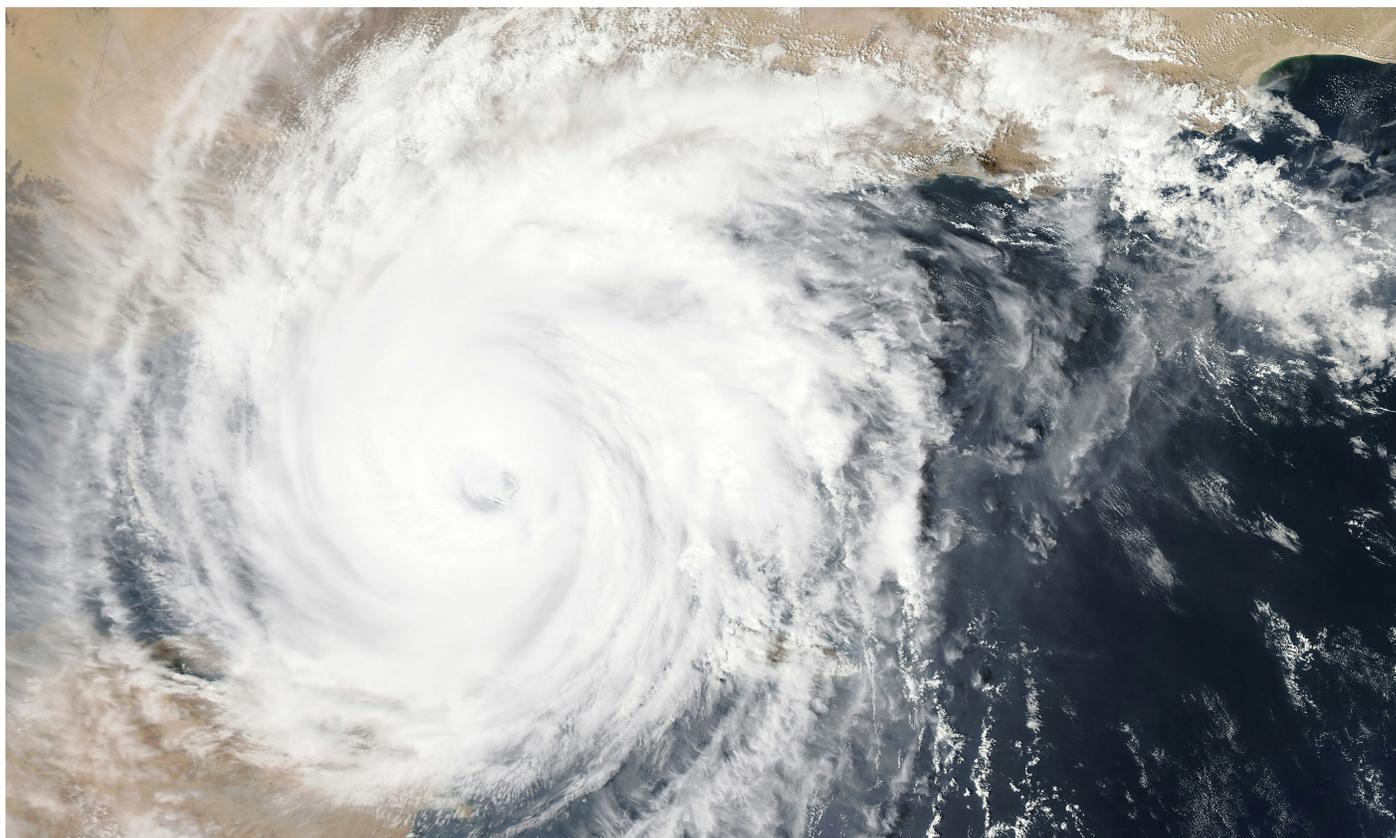
Asimismo, los desastres pueden entrañar daños y pérdidas económicas severas. Los daños se refieren a la destrucción de la infraestructura física o de los recursos naturales; mientras que las pérdidas se refieren al impacto en el flujo de actividades económicas derivadas de las interrupciones causadas por el desastre en la producción de bienes y servicios, las exportaciones o las pérdidas fiscales.

⁸. ND-GAIN evalúa la vulnerabilidad de un país considerando seis sectores que sustentan la vida: alimentos, agua, salud, servicios ecosistémicos, hábitat humano e infraestructura. Cada componente se mide a su vez mediante seis indicadores clave. Una de las dimensiones de la vulnerabilidad es la capacidad adaptativa. La capacidad adaptativa puede definirse como la habilidad de la sociedad para ajustarse para reducir los daños potenciales y responder ante las consecuencias negativas de los eventos climáticos.

Dada la diversidad geográfica y climática de América Latina y el Caribe, la región está expuesta a una amplia gama de desastres de origen climático. Entre los más importantes destacan:

- **Inundaciones:** ocurren cuando hay un exceso de agua que supera la capacidad de drenaje natural de un área. Pueden ser causadas por lluvias intensas, deshielos, crecidas de agua o tormentas tropicales. Los anegamientos generan daños a la infraestructura y pérdida de vidas.
- **Tormentas:** incluyen tormentas tropicales y huracanes. Estos eventos se caracterizan por fuertes vientos, lluvias intensas y marejadas ciclónicas. Causan daños a la infraestructura pública y al capital privado, pérdidas de producción, inundaciones costeras y desplazamientos de población.
- **Sequías:** representan una escasez prolongada de lluvias que afecta la disponibilidad de agua. Esto puede tener un impacto devastador en la agricultura, los suministros de agua potable y la economía en general.
- **Temperaturas Extremas:** incluyen olas de calor y frío intenso. Las olas de calor pueden causar estrés térmico en la población y aumentar los riesgos de incendios forestales. El frío extremo también puede tener impactos negativos en la salud y la infraestructura.
- **Incendios Forestales:** son desastres provocados por la combustión incontrolada de vegetación. Pueden ser causados por condiciones secas y vientos fuertes. Los incendios forestales amenazan la biodiversidad, destruyen hábitats y ponen en peligro las comunidades cercanas.
- **Deslizamientos de Tierra:** ocurren cuando una masa de tierra, roca y escombros se desplaza rápidamente cuesta abajo. Las precipitaciones intensas o eventos sísmicos pueden desencadenar deslizamientos, que representan un riesgo para la infraestructura y la vida humana.

América Latina y el Caribe ha experimentado un considerable número de desastres asociados con fenómenos climáticos durante los últimos 43 años, con un total de 2.225 eventos registrados. Esto equivale a un promedio de 52 eventos por año. Estos desastres han dejado una huella significativa en términos de daños y pérdidas, así como en la población afectada y en la economía en general (Tabla 1).



Los desastres climáticos afectan a una amplia fracción de la población de América Latina y el Caribe. En el período analizado, en promedio el 1% de la población fue afectada cada año. No obstante, en el caso de Centroamérica y el Caribe, el impacto de estos eventos en términos de población afectada fue el doble y el triple que el promedio regional, respectivamente (Tabla 1).

Entre los diferentes tipos de desastres climáticos, las inundaciones han sido el fenómeno más frecuente, representando el 49,5% del total de eventos. Las tormentas también han tenido un impacto significativo, representando el 30,6% de los desastres. Por otro lado, las sequías, aunque menos frecuentes, han tenido un impacto notable en términos de afectación de la población, representando el 32,4% de las personas afectadas por eventos climáticos.

Las sequías tienden a tener un impacto geográfico más amplio por evento, abarcando casi cinco veces el área afectada por un evento climático promedio en la región. Por otro lado, los deslizamientos de tierra y las tormentas tienden a ser más localizados, afectando el 24,4% y el 15,7% del área afectada promedio, respectivamente.

Los desastres asociados con eventos climatológicos han causado daños y pérdidas promedio anuales de al menos 0,2% del PIB, representando un impacto económico considerable (Tabla 1). Cerca de dos tercios de estos daños y pérdidas están vinculados a tormentas. En promedio, una tormenta causa el doble de daños que el “evento típico”⁹ en la región (Tabla 2).

Es crucial destacar la relación entre la intensidad de los eventos y su impacto en términos de daños, pérdidas y mortalidad. Las tormentas, por ejemplo, tienen un poder destructivo considerable sobre la infraestructura, lo que resulta en daños significativos. Aunque las tasas de letalidad por evento son relativamente bajas en términos generales, las cifras agregadas de muertes son importantes debido a la recurrencia de estos eventos.

Las cifras agregadas de muertes por desastres en la región entre 1980 y 2023, se aproximan a las 100.000 personas. Las fatalidades tienden a concentrarse en eventos extremos. Por ejemplo, casi un tercio de las muertes cuantificadas están relacionadas con la “Tragedia de Vargas” en Venezuela en 1999, clasificada como inundación, donde perdieron la vida cerca de 30.000 personas.

Es crucial destacar la relación entre la intensidad de los eventos y su impacto en términos de daños, pérdidas y mortalidad.

Casi el 80% de las muertes durante el periodo estuvieron asociadas a inundaciones y tormentas, con un 46,2% y un 33,2% respectivamente. Estos fenómenos climáticos impactan con mayor intensidad en diferentes subregiones: las inundaciones en la región Andina y las tormentas en el Caribe y Centroamérica.

La incidencia y afectación de los eventos climáticos es heterogénea a lo largo y ancho de la vasta geografía de la región. El Caribe ha experimentado una carga desproporcionada de desastres y pérdidas, lo que podría estar relacionado con su mayor exposición a tormentas. Centroamérica también ha sufrido impactos significativos debido a su geografía y capacidades económicas e institucionales. Además, la región Andina se ha visto afectada en gran medida por inundaciones y deslizamientos de tierra, lo que puede atribuirse a su relieve montañoso. El Cono Sur muestra una combinación de inundaciones y sequías, siendo estas últimas más significativas en términos de afectación de personas y territorio.

⁹ El “evento típico” es un constructo artificial para poder dimensionar el impacto de cada tipo de evento en cada región. Está definido como el evento (de cualquier subcategoría, en cualquier región) con un efecto medio sobre cada una de las cuatro categorías analizadas (daños, afectados, área afectada y muertes). También se identifican eventos típicos por clase de desastre y región, que es una agregación que por construcción es más homogénea.



En consecuencia, las disparidades regionales en términos de daños y pérdidas son notables. Por ejemplo, el Caribe enfrenta una carga considerable, con daños y pérdidas promedio anual del 1,9% del PIB. Centroamérica le sigue con daños y pérdidas promedio anual del 0,5% del PIB.

El resto de las subregiones registra impactos más bajos, oscilando entre el 0,1% y el 0,2% del PIB anual. Lo acotado del impacto económico para el resto del continente se asocia con el tipo de eventos y el tamaño de las economías. Por ejemplo, la sequía más reciente en Brasil tuvo severos efectos en Rio Grande do Sul, con un 80% de los municipios declarados en emergencia por falta de lluvia y pérdidas por el 3,7% del PIB del estado. No obstante, el impacto sobre el crecimiento de Brasil fue poco significativo, pues el estado contribuye con el 6% del PIB nacional (CAF, 2023).

La vulnerabilidad a eventos climáticos también se manifiesta en términos de población afectada. El Caribe lidera en este aspecto, con un promedio anual del 3,0% de la población afectada. Centroamérica sigue con un promedio anual del 2,2%.

En el resto de las subregiones el impacto es menor, con un rango entre el 0,3% y el 0,8% de la población.

Las tormentas emergen como el principal responsable de la vulnerabilidad en el Caribe, representando un 97,0% de los daños, un 72,5% de los afectados y un 59,2% de las muertes en esta región. La tormenta promedio en el Caribe genera daños del 0,3% del PIB y la región suele enfrentar entre 6 y 7 tormentas por año. La tasa de letalidad es significativamente mayor en Centroamérica en comparación con el Caribe. Esto podría estar relacionado con su menor preparación y capacidad de reacción frente a estos fenómenos.

La región Andina presenta un patrón diferente, donde las inundaciones se perfilan como el riesgo climático predominante. Estos eventos representan el 63,6% de todos los desastres reportados, contribuyendo con el 82,1% de los daños y pérdidas, el 67,0% de la población afectada y el 82,5% de las muertes.

En contraste, las sequías tienen un impacto limitado en la región Andina en comparación con otras. Generan menos pérdidas y afectados que en el resto de las subregiones, a excepción del Caribe (en pérdidas) y México (en afectados). Los deslizamientos de tierra, aunque geográficamente localizados, pueden generar daños y pérdidas considerables en las áreas afectadas en la región Andina.

El Cono Sur presenta una distribución de desastres similar a la región Andina, donde las inundaciones son predominantes en términos de frecuencia, daños y pérdidas, y mortalidad. Sin embargo, destaca la preeminencia de las sequías en términos de afectación de personas y territorio. Las sequías representan el 55,3% de la población afectada, mientras que los incendios forestales contribuyen con un 12,4% adicional.

Las sequías también ejercen un impacto mayor en términos de pérdidas, así como en el número de afectados por evento, en comparación con otros fenómenos climáticos. La tasa de mortalidad en el Cono Sur es más baja que en otras subregiones, lo que podría ser atribuido al tipo de fenómeno que mayormente impacta a esta región, así como a su grado de preparación.

En resumen, los desastres climáticos han tenido un impacto significativo en la región en los últimos 43 años. Las inundaciones y las tormentas son los principales protagonistas en términos de frecuencia y daños, mientras que las sequías ejercen un impacto considerable en términos de población afectada. La distribución geográfica de estos eventos varía según la subregión, destacando la importancia de una preparación y respuestas adaptadas a cada contexto. A medida que se anticipa un aumento en la frecuencia de los eventos extremos, es crucial implementar estrategias de adaptación para gestionar los riesgos de estos eventos y proteger a la población, la economía y la infraestructura de la región.

• **Tabla 1**
Estadísticas generales sobre desastres climáticos en América Latina y el Caribe, 1980-2022

Región/Tipo de desastre	Número de eventos	Daños y pérdidas, ajustados		Afectados		Muertes		Area Afectada	
		Total (000 USD)	% PIB/año	Total	%Población/año	Total	%Afectados	Total (Km2)	%Territorio/año
Caribe	446	166,680,000	1.82%	50,772,809	3.04%	12,658	0.02%	3,153,703	33.91%
Sequía	19	447,069	0.00%	6,721,545	0.40%	0	0.00%	106,471	1.14%
Temperatura extrema	0	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%
Inundación	146	1,935,298	0.02%	7,396,612	0.44%	5,065	0.07%	1,334,014	14.34%
Deslizamiento de tierra	4	0	0.00%	2,435	0.00%	102	4.19%	336	0.00%
Tormenta	274	164,297,633	1.80%	36,652,217	2.19%	7,491	0.02%	1,696,773	18.24%
Incendio forestal	3	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	16,110	0.17%
América Central	348	25,322,180	0.47%	36,854,189	2.21%	24,978	0.07%	7,580,533	36.29%
Sequía	37	1,199,754	0.02%	11,750,616	0.70%	41	0.00%	833,319	3.99%
Temperatura extrema	6	5,040	0.00%	12,634	0.00%	7	0.06%	184,290	0.88%
Inundación	167	3,063,928	0.06%	8,036,560	0.48%	1,904	0.02%	3,874,397	18.55%
Deslizamiento de tierra	16	677,230	0.01%	61,585	0.00%	800	1.30%	110,975	0.53%
Tormenta	113	20,204,320	0.38%	16,971,655	1.02%	22,226	0.13%	2,193,603	10.50%
Incendio forestal	9	171,908	0.00%	21,139	0.00%	0	0.00%	383,949	1.84%
México	201	58,392,662	0.17%	14,881,525	0.34%	5,396	0.04%	40,856,246	52.00%
Sequía	6	2,948,401	0.01%	2,565,000	0.06%	0	0.00%	4,583,459	5.83%
Temperatura extrema	15	821,981	0.00%	136,000	0.00%	1,098	0.81%	8,204,167	10.44%
Inundación	63	6,527,763	0.02%	4,568,218	0.10%	1,927	0.04%	8,303,172	10.57%
Deslizamiento de tierra	9	0	0.00%	320	0.00%	214	66.88%	271,046	0.34%
Tormenta	104	47,883,739	0.14%	7,611,987	0.17%	2,107	0.03%	18,624,859	23.70%
Incendio forestal	4	210,778	0.00%	0	0.00%	50	0.00%	869,543	1.11%
Región Andina	434	28,363,483	0.14%	41,950,598	0.84%	44,833	0.11%	79,880,839	42.55%
Sequía	21	4,102,082	0.02%	8,203,909	0.16%	0	0.00%	7,502,635	4.00%
Temperatura extrema	16	116,066	0.00%	5,435,392	0.11%	2,057	0.04%	5,409,244	2.88%
Inundación	276	18,708,712	0.09%	25,662,522	0.51%	36,424	0.14%	55,254,491	29.44%
Deslizamiento de tierra	86	5,132,995	0.03%	508,314	0.01%	5,488	1.08%	4,177,873	2.23%
Tormenta	20	303,628	0.00%	1,145,916	0.02%	809	0.07%	2,848,106	1.52%
Incendio forestal	15	0	0.00%	294,545	0.01%	55	0.02%	4,688,489	2.50%
Cono Sur Ampliado	454	82,287,013	0.11%	114,608,403	1.09%	8,230	0.01%	118,981,360	22.71%
Sequía	34	28,898,913	0.04%	66,716,237	0.63%	44	0.00%	19,754,294	3.77%
Temperatura extrema	27	2,230,299	0.00%	91,525	0.00%	240	0.26%	10,334,487	1.97%
Inundación	283	46,196,917	0.06%	36,144,436	0.34%	6,307	0.02%	67,585,389	12.90%
Deslizamiento de tierra	25	376,513	0.00%	356,632	0.00%	1,035	0.29%	2,070,319	0.40%
Tormenta	56	1,363,630	0.00%	831,191	0.01%	477	0.06%	9,046,202	1.73%
Incendio forestal	29	3,220,741	0.00%	10,468,382	0.10%	127	0.00%	10,190,669	1.95%
Total general	2225	361,045,338	0.26%	259,067,524	1.11%	96,095	0.04%	250,452,681	33.76%
Sequía	154	37,596,219	0.03%	95,957,307	0.41%	85	0.00%	32,780,178	4.42%
Temperatura extrema	64	3,173,386	0.00%	5,675,551	0.02%	3,402	0.06%	24,132,188	3.25%
Inundación	1102	76,432,618	0.05%	81,808,348	0.35%	51,627	0.06%	136,351,463	18.38%
Deslizamiento de tierra	156	6,186,738	0.00%	929,286	0.00%	7,639	0.82%	6,630,549	0.89%
Tormenta	680	234,052,950	0.17%	63,212,966	0.27%	33,110	0.05%	34,409,543	4.64%
Incendio forestal	69	3,603,427	0.00%	10,784,066	0.05%	232	0.00%	16,148,760	2.18%

Fuente: EM-DAT, The international disaster database

1/ Se refiere al valor, ajustado por inflación, de todos los daños y pérdidas económicas directa o indirectamente relacionadas con el desastre

2/ Se refiere al número de personas que requirieron asistencia inmediata durante la emergencia

3/ Se refiere a fallecidos y desaparecidos

4/ "Cono Sur Ampliado" incluye a Argentina, Brasil, Chile, Guyana, Paraguay, Surinam y Uruguay. La inclusión de Guyana y Surinam se hace por completitud y no afecta significativamente los resultados

Tabla 2
Impactos de eventos climáticos típicos en América Latina y el Caribe, 1980-2022

Región/Tipo de desastre	Daños 1/		Afectados 2/		Muertes 3/		Área Afectada		Tasa de mortalidad	Tasa de afectación	Tasa de daños/PIB	Área afectada/Total
		%e. típico región 5/		%e. típico región 5/		%e. típico región 5/		%e. típico región 5/	(por 100,000hab)	(por 100,000hab)		
Caribe	367,137	231.24%	111,834	98.2%	28	66.0%	6,946	6.3%	0.07	287.61	0.17%	2.99%
Sequía	22,353	14.1%	336,077	295.0%	0	0.0%	5,324	4.8%	0.00	864.29	0.01%	2.29%
Temperatura extrema	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0.00	0.00	0.00%	0.00%
Inundación	13,076	8.2%	49,977	43.9%	34	81.0%	9,014	8.2%	0.09	128.53	0.01%	3.88%
Deslizamiento de tierra	0	0.0%	609	0.5%	26	60.3%	84	0.1%	0.07	1.57	0.00%	0.04%
Tormenta	590,999	372.2%	131,843	115.7%	27	63.8%	6,103	5.5%	0.07	339.06	0.28%	2.62%
Incendio forestal	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	4,028	3.7%	0.00	0.00	0.00%	1.73%
América Central	72,143	45.4%	104,998	92.2%	71	168.4%	21,597	19.6%	0.18	270.76	0.06%	4.14%
Sequía	31,572	19.9%	309,227	271.4%	1	2.6%	21,929	19.9%	0.00	797.42	0.03%	4.20%
Temperatura extrema	840	0.5%	2,106	1.8%	1	2.8%	30,715	27.9%	0.00	5.43	0.00%	5.88%
Inundación	18,130	11.4%	47,554	41.7%	11	26.7%	22,925	20.8%	0.03	122.63	0.01%	4.39%
Deslizamiento de tierra	42,327	26.7%	3,849	3.4%	50	118.3%	6,936	6.3%	0.13	9.93	0.03%	1.33%
Tormenta	178,799	112.6%	150,192	131.8%	197	465.4%	19,412	17.6%	0.51	387.31	0.14%	3.72%
Incendio forestal	19,101	12.0%	2,349	2.1%	0	0.0%	42,661	38.7%	0.00	6.06	0.02%	8.17%
México	283,460	178.5%	72,240	63.4%	26	62.0%	198,331	180.1%	0.03	70.44	0.04%	10.10%
Sequía	491,400	309.5%	427,500	375.2%	0	0.0%	763,910	693.8%	0.00	416.87	0.06%	38.89%
Temperatura extrema	54,799	34.5%	9,067	8.0%	73	173.2%	546,944	496.6%	0.07	8.84	0.01%	27.84%
Inundación	101,996	64.2%	71,378	62.7%	30	71.3%	129,737	117.8%	0.03	69.60	0.01%	6.60%
Deslizamiento de tierra	0	0.0%	32	0.0%	21	50.6%	27,105	24.6%	0.02	0.03	0.00%	1.38%
Tormenta	447,512	281.9%	71,140	62.4%	20	46.6%	174,064	158.0%	0.02	69.37	0.06%	8.86%
Incendio forestal	52,695	33.2%	0	0.0%	13	29.6%	217,386	197.4%	0.01	0.00	0.01%	11.07%
Región Andina	63,453	40.0%	93,849	82.4%	100	237.3%	178,704	162.3%	0.09	80.89	0.01%	3.81%
Sequía	170,920	107.7%	341,830	300.0%	0	0.0%	312,610	283.8%	0.00	294.62	0.04%	6.66%
Temperatura extrema	6,827	4.3%	319,729	280.6%	121	286.3%	318,191	288.9%	0.10	275.57	0.00%	6.78%
Inundación	66,817	42.1%	91,652	80.4%	130	307.8%	197,337	179.2%	0.11	78.99	0.01%	4.21%
Deslizamiento de tierra	57,033	35.9%	5,648	5.0%	61	144.3%	46,421	42.1%	0.05	4.87	0.01%	0.99%
Tormenta	14,458	9.1%	54,567	47.9%	39	91.2%	135,624	123.1%	0.03	47.03	0.00%	2.89%
Incendio forestal	7,007	0.0%	19,636	17.2%	4	8.7%	312,566	283.8%	0.00	16.92	0.00%	6.66%
Cono Sur Ampliado 4/	174,707	110.0%	243,330	213.6%	17	41.3%	252,614	229.4%	0.01	99.32	0.01%	1.93%
Sequía	802,748	505.6%	1,853,229	1626.7%	1	2.9%	548,730	498.2%	0.00	756.42	0.05%	4.19%
Temperatura extrema	82,804	52.0%	3,390	3.0%	9	21.0%	382,759	347.5%	0.00	1.38	0.00%	2.92%
Inundación	157,669	99.3%	123,360	108.3%	22	50.9%	230,667	209.4%	0.01	50.35	0.01%	1.76%
Deslizamiento de tierra	13,945	8.8%	13,209	11.6%	38	90.7%	76,678	69.6%	0.02	5.39	0.00%	0.59%
Tormenta	23,112	14.6%	14,088	12.4%	8	19.1%	153,325	139.2%	0.00	5.75	0.00%	1.17%
Incendio forestal	111,060	69.9%	360,979	316.9%	4	10.4%	351,402	319.1%	0.00	147.34	0.01%	2.68%
Total general	158,771	100.0%	113,926	100.0%	42	100.0%	110,138	100.0%	0.01	21.05	0.01%	0.54%
Sequía	232,075	146.2%	592,329	519.9%	1	1.2%	202,347	183.7%	0.00	109.44	0.01%	0.99%
Temperatura extrema	48,821	30.7%	87,316	76.6%	52	123.9%	371,264	337.1%	0.01	16.13	0.00%	1.81%
Inundación	68,061	42.9%	72,848	63.9%	46	108.8%	121,417	110.2%	0.01	13.46	0.00%	0.59%
Deslizamiento de tierra	37,955	23.9%	5,701	5.0%	47	110.9%	40,678	36.9%	0.01	1.05	0.00%	0.20%
Tormenta	338,716	213.3%	91,480	80.3%	48	113.4%	49,797	45.2%	0.01	16.90	0.02%	0.24%
Incendio forestal	51,478	32.4%	154,058	135.2%	3	7.8%	230,697	209.5%	0.00	28.46	0.00%	1.12%

Fuente: EM-DAT, The international disaster database

1/ Se refiere al valor, ajustado por inflación, de todos los daños y pérdidas económicas directa o indirectamente relacionadas con el desastre

2/ Se refiere al número de personas que requirieron asistencia inmediata durante la emergencia

3/ Se refiere a fallecidos y desaparecidos

4/ "Cono Sur Ampliado" incluye a Argentina, Brasil, Chile, Guyana, Paraguay, Surinam y Uruguay. La inclusión de Guyana y Surinam se hace por completitud y no afecta significativamente los resultados

5/ Se refiere a la magnitud de la categoría específica como proporción de la magnitud del evento típico en la región (normalización)

3

Impactos económicos de eventos climáticos extremos bajo distintos escenarios de políticas de adaptación

• En esta sección se evalúan cuantitativamente los efectos macroeconómicos asociados a eventos climáticos extremos en cuatro de los países de la región con más alta exposición tanto a amenazas de origen hidrometeorológico, como al cambio climático: Honduras, República Dominicana, Barbados y Paraguay (CAF, 2014; IMF, 2022). Estos ejercicios consideran distintos escenarios de implementación de políticas públicas previa a la ocurrencia de los eventos simulados, como inversión en infraestructura resiliente y/o la creación de un fondo de contingencia, analizando en detalle el impacto de aquellas en la dinámica del PIB y de la deuda pública.

Para ello, se utiliza el modelo dinámico de equilibrio general DIGNAD¹⁰ (*Debt-Investment-Growth and Natural Disasters*), debidamente calibrado a estos países, para analizar la respuesta de la economía a un determinado choque climático. El modelo permite cuantificar los efectos macroeconómicos y fiscales de un desastre natural, el cual causa

¹⁰. Este modelo y el toolkit asociado, desarrollados por el FMI, están basados en los trabajos de Buffie et al. (2012) y Marto et al. (2018). En el modelo, la economía está compuesto por tres agentes: Hogares, empresas y gobierno, que toman decisiones sobre consumo, inversión, oferta y demanda de trabajo, producción, y política fiscal y de adaptación. La interrelación de estos agentes y sus decisiones determinan, de manera conjunta y simultánea, el comportamiento de las variables macroeconómicas de interés tales como el PIB, la deuda pública, entre otras. Para más detalles, consultar Aligishiev et al. (2023).

daños a la infraestructura pública y el capital privado, así como pérdidas en la productividad total de factores.¹¹ Además, permite cuantificar estos impactos bajo diferentes escenarios de políticas de adaptación.

En este sentido, una característica importante del modelo es que admite la presencia simultánea de dos tipos de infraestructura pública (o capital público): infraestructura resiliente e infraestructura estándar. La infraestructura resiliente, o de adaptación, mitiga los daños producidos por desastres naturales: un mayor *stock* reduce los daños en el acervo total de capital (privado y público), lo cual depende de un parámetro de mitigación sobre el capital.¹² Por su parte, si bien la infraestructura estándar no tiene ningún efecto mitigador, esta suele ser menos costosa que la resiliente, lo cual es también capturado por el modelo. Asimismo, la infraestructura estándar y de adaptación pueden tener distintas tasas de depreciación y de retorno (productividades marginales). En particular, si la infraestructura resiliente tiene un mayor retorno y una menor tasa de depreciación que la infraestructura tradicional, invertir en la primera incrementa la productividad tanto del capital privado como del empleo, independientemente de la ocurrencia de un evento climático extremo.

Si bien la infraestructura estándar no tiene ningún efecto mitigador, esta suele ser menos costosa que la resiliente.

A pesar de contar con gran detalle en múltiples dimensiones, el modelo también hace simplificaciones importantes que deben tenerse en cuenta. La principal es que los daños y pérdidas del desastre son magnitudes exógenas y, en particular, independientes del *stock* de infraestructura resiliente inicial. Por tanto, dada la estructura del modelo, un escenario inicial con capital resiliente distinto de cero y un evento climático con ciertos daños y pérdidas (impactos) es equivalente a otro con capital resiliente nulo junto con un evento con menores impactos. Con ello, los resultados se interpretan mejor como impactos económicos evitados debido al aumento en infraestructura resiliente.

En segundo lugar, los impactos económicos evitados en el modelo son una proporción fija que depende únicamente del nivel de infraestructura resiliente. Es decir, el potencial mitigador de esta es independiente de la magnitud de los daños y pérdidas considerados. Desde una perspectiva empírica, sin embargo, es posible argumentar que el porcentaje de impactos mitigados podría ser menor a medida que los eventos sean más extremos. Por tanto, ello dificulta la comparación directa entre dos escenarios con el mismo *stock* de capital resiliente, pero que difieran considerablemente en el nivel de daños y pérdidas.

¹¹. Los daños ecológicos, así como potenciales pérdidas humanas, no son capturados por el modelo.

¹². Una carretera de tipo estándar, por ejemplo, consiste en asfalto y concreto sin consideraciones especiales. Por el contrario, una carretera resiliente está elaborada con materiales impermeables que faciliten el drenaje, pueden ser elevadas en zonas propensas a inundaciones, o poseer sistemas de drenaje mejorados que sean funcionales en caso de inundaciones.

Choques climáticos. Los eventos climáticos fueron elegidos por su relevancia histórica o potencial (a raíz del cambio climático) para cada país: un huracán en el caso de Honduras, República Dominicana y Barbados, y una sequía en el caso de Paraguay. El año de ocurrencia del evento climático se determina teniendo en cuenta una frecuencia un 20% superior a la frecuencia histórica de ese tipo de evento en cada país o región, a partir de 2023, año inicial del ejercicio. Por su parte, las magnitudes de daños y pérdidas responden tanto al promedio de daños por país/región más una desviación estándar, como a eventos extremos ocurridos en determinado país. Dichos supuestos se motivan a partir del consenso científico en torno a los efectos del cambio climático: la ocurrencia de eventos extremos con una frecuencia mayor.¹³ Por simplicidad, se supone que el stock inicial de infraestructura resiliente en los cuatro países es nulo.¹⁴

En este punto, es importante resaltar las diferencias cualitativas entre huracanes y sequías. Los huracanes, y las inundaciones asociadas a estos, generan tanto pérdidas económicas (de producción y de productividad) como daños al capital privado y público. La infraestructura resiliente incluye, en este caso, el reforzamiento de edificios, puentes y carreteras, mejoramiento del drenaje de aguas pluviales, planeación urbana, entre otros. En el modelo, la inversión en este tipo de infraestructura reduce los daños al capital como consecuencia del evento climático, e incrementa la productividad del capital privado y del empleo.

Por el contrario, en el caso de las sequías, los daños y pérdidas se concentran casi exclusivamente en pérdidas de producción. Para efectos de este ejercicio, se asume que los daños al capital de las sequías son nulos. La infraestructura resiliente o de adaptación a sequías incluye la construcción de reservas para el almacenamiento de agua, sistemas de recolección de aguas pluviales, tratamiento y reutilización de aguas residuales, y la implementación de sistemas de riego por goteo o subterráneo. Asimismo, debido a la estructura del modelo, fue necesario adicionar un parámetro que capturara el efecto mitigador de la infraestructura de adaptación a sequías sobre la productividad total de factores.¹⁵ Nótese además que, al igual que en el caso de huracanes, la inversión en infraestructura de adaptación aumenta la productividad del capital privado y del empleo.¹⁶

¹³. Ver Climate Change 2023: Synthesis Report. IPCC, Geneva, Switzerland, pp. 1-34.

¹⁴. Si bien este no es el caso para República Dominicana y Honduras, países que han realizado inversiones de adaptación al cambio climático, la estructura del modelo permite asumir un capital nulo siempre y cuando se reduzcan los daños y pérdidas asociados al evento.

¹⁵. En la versión actual del modelo DIGNAD, el efecto mitigador de la infraestructura resiliente se canaliza únicamente a través de menores daños en *stock* total de capital. Como consecuencia, si los daños al capital son nulos, como se supone para el caso de una sequía, los efectos mitigadores serían poco significativos.

¹⁶. Por ejemplo, la implementación de sistemas de riego por goteo incrementa la productividad de la tierra, que forma parte del capital privado, independientemente de la ocurrencia de una sequía.

Con lo anterior, el ejercicio considera tres escenarios por país:

- en el primero, no se realiza ningún cambio, por lo que el gobierno invierte solo en infraestructura estándar, según el patrón histórico.
- en el segundo escenario, cada país invierte anualmente cierto porcentaje del PIB en infraestructura resiliente a partir de 2023, lo cual es financiado con deuda concesional y/o comercial. El nivel de inversión resiliente elegido en cada país garantiza que, en el mediano plazo, la trayectoria del cociente de deuda pública sobre PIB no sea explosiva. Asimismo, dichos niveles se encuentran dentro del rango de inversión en adaptación discutido en la introducción (entre el 0,15% y el 0,5% del PIB anual). En los casos de Honduras, Barbados y Paraguay se supone que dicha inversión es financiada en su totalidad con deuda concesional debido al acceso limitado a los mercados internacionales de los dos primeros y a la baja presión tributaria del último.¹⁷ Por su parte, República Dominicana, cuya prima de riesgo es más reducida, financia la inversión en infraestructura resiliente con un 50% de deuda comercial y un 50% de deuda concesional.¹⁸
- finalmente, en el tercer escenario, además de la misma inversión en infraestructura resiliente del segundo escenario, se supone la creación de un fondo de contingencia, donde se ahorra anualmente la misma cantidad que se invierte en infraestructura resiliente. En este caso, el esquema de financiamiento es igual al segundo escenario.

El nivel de inversión resiliente elegido en cada país garantiza que, en el mediano plazo, la trayectoria del cociente de deuda pública sobre PIB no sea explosiva.

Calibración. Las tasas de depreciación de la infraestructura tradicional (7,0%) y resiliente (3,5%), así como la del capital privado (5,0%) son tomadas de Marto et al. (2018). De este mismo estudio se toma la tasa de retorno de la infraestructura resiliente del 50%, mientras que la tasa de retorno de la infraestructura estándar se fija en un 35%, dentro del rango estimado para países de América Latina y el Caribe en Canning y Bennathan (2000). Por su parte, el costo adicional de la infraestructura resiliente con respecto a la estándar (20% para todos los casos) se encuentra en línea con Cantelmo et al. (2019) y Fernandez-Corugedo et al. (2023) para tormentas y huracanes, así como con las estimaciones en el National Infrastructure Assessment (2018) del Reino Unido para el caso de sequías.

¹⁷. En la última década, los ingresos tributarios en Paraguay fueron alrededor del 10% del PIB, lo cual incluye el IVA como el ISR.

¹⁸. En la sección de Anexos, se muestran dos ejercicios alternativos donde la inversión en infraestructura resiliente y la formación del fondo de contingencia se financian totalmente con deuda comercial.

• **Tabla 3**
Supuestos de ejercicios cuantitativos

	Honduras	República Dominicana	Barbados	Paraguay
Desastre	Huracán	Huracán	Huracán	Sequía
Año	t + 6	t + 6	t + 8	t + 5
Daños y Pérdidas (%PIB)	10.0%	6.0%	14.0%	5.0%
Pérdidas	3.3%	2.2%	5.2%	5.0%
Daños	6.7%	3.8%	8.8%	0.0%
Capital (Infraestructura) Público	4.9%	1.9%	4.4%	0.0%
Capital Privado	1.8%	1.9%	4.4%	0.0%
Tasas de depreciación				
Infraestructura estándar	3.5%	3.5%	3.5%	3.5%
Infraestructura resiliente	7.0%	7.0%	7.0%	7.0%
Capital privado	5.0%	5.0%	5.0%	5.0%
Mitigación de Infr. Resil. (stock = 5% del PIB inicial)	50%	50%	50%	50%
Retorno Infr. Estándar	35%	35%	35%	35%
Retorno Infr. Resiliente	50%	50%	50%	50%
Costo adicional Infr. Resiliente vs Estándar	20%	20%	20%	20%
Escenario 2 (%PIB, anual)				
Inversión Infraestructura resiliente	0.5%	0.4%	0.5%	0.5%
Deuda Concesional	0.5%	0.2%	0.5%	0.5%
Deuda Comercial	-	0.2%	-	-
Grants	-	-	-	-
Escenario 3 (%PIB, anual)				
Inversión Infraestructura resiliente	0.5%	0.4%	0.5%	0.5%
Fondo de emergencia	0.5%	0.4%	0.5%	0.5%
Deuda Concesional	1.0%	0.4%	1.0%	1.0%
Deuda Comercial	-	0.4%	-	-
Grants	-	0.5%	-	-
Deuda Pública (%PIB)	48%	57%	118%	41%
EMBI/Spread (agosto 2023)	440	306	500	205
Ingresos Tributarios (%PIB)	19.1%	13.2%	27.1%	10.0%

En cuanto al potencial de mitigación de la infraestructura resiliente o de adaptación, un estudio del Foro Económico Mundial (2014) encuentra que dicha infraestructura puede evitar hasta un 65% de los daños y pérdidas en países desarrollados, mientras que la mitigación alcanza un 50% en el caso de sequías en el caso de India. El ejercicio supone que un stock de infraestructura resiliente equivalente al 5% del PIB inicial puede evitar un 50% de los daños totales (privados y públicos) en el caso de huracanes y un 50% de las pérdidas en el caso de sequías.¹⁹ El detalle de todos los supuestos se presenta en la Tabla 3.

¹⁹. El valor por defecto en el *toolkit* del modelo DIGNAD es tal que un stock de infraestructura del 5% del PIB evita 33% de los daños, el cual se basa en Marto et al. (2018). Dicho documento, sin embargo, estudia el impacto del ciclón Pam de 2015 en Vanuatu, el cual dejó daños y pérdidas superiores al 60% del PIB. La elección de un porcentaje mayor de daños (y pérdidas) evitados en esta nota responde al hecho de que los impactos económicos de los eventos considerados son de una magnitud mucho menor que los observados en Vanuatu.

Resultados. La Figura 3 muestra los resultados de estos ejercicios para el crecimiento del PIB y la relación de la deuda pública sobre PIB con respecto a su nivel en 2022. Los principales mensajes se enumeran a continuación:

1. en todos los casos, la inversión en infraestructura resiliente o de adaptación incrementa el PIB en los años previos al desastre, debido a un incremento de la inversión privada y del empleo por un incremento en la productividad de dichos factores. Asimismo, dicha inversión aminora los efectos negativos del evento climático extremo sobre el PIB. Asimismo, el efecto mitigador sobre el crecimiento depende en gran medida del tamaño de la inversión. Por ejemplo, con 7 años invirtiendo el 0,5% del PIB previo al huracán, Barbados experimenta una reducción del PIB 45% menor que aquella en ausencia de inversión resiliente: 3 puntos porcentuales (pp) vs 5,5 pp, respectivamente.

La inversión en infraestructura resiliente mejora la trayectoria de la deuda pública sobre PIB en el mediano y largo plazo.

2. la inversión en infraestructura resiliente (escenario 2) mejora la trayectoria de la deuda pública sobre PIB en el mediano y largo plazo. En ausencia de esta inversión, la relación deuda-PIB seguiría una trayectoria hacia un nivel permanentemente más elevado (escenario 1). Esto responde principalmente a los efectos mitigadores de la infraestructura resiliente, que permiten no solo una menor caída en el PIB, sino también una recuperación más acelerada, así como la necesidad de menores gastos de reconstrucción.
3. la inversión resiliente, sin embargo, genera también una tensión entre gestionar la deuda pública a corto y mediano plazo, dado que dicha inversión implica que la relación de deuda-PIB se incremente temporalmente antes y poco después del choque climático. Este aumento podría desmotivar a los gobiernos a implementar tales inversiones, toda vez que prioricen otro tipo de gastos (sociales, infraestructura estándar) preservando, a la vez, la sostenibilidad de la deuda. Por ejemplo, en Honduras, invertir en resiliencia implicaría un incremento de casi 2 pp en el cociente deuda pública-PIB previo al huracán, y hasta un total de 6 pp adicionales 5 años después de dicho evento, desde un nivel inicial de 48% del PIB. Por su parte, si bien el incremento de la razón deuda pública-PIB luego de 5 años del huracán es de solo 3,6 pp en República Dominicana, ello es suficiente para que la deuda en dicho país alcance el umbral de 60% del PIB.²⁰

²⁰. Otro factor para considerar es la posibilidad de que una administración posterior pudiera obtener ventajas políticas al reducir daños y pérdidas gracias a tales inversiones.



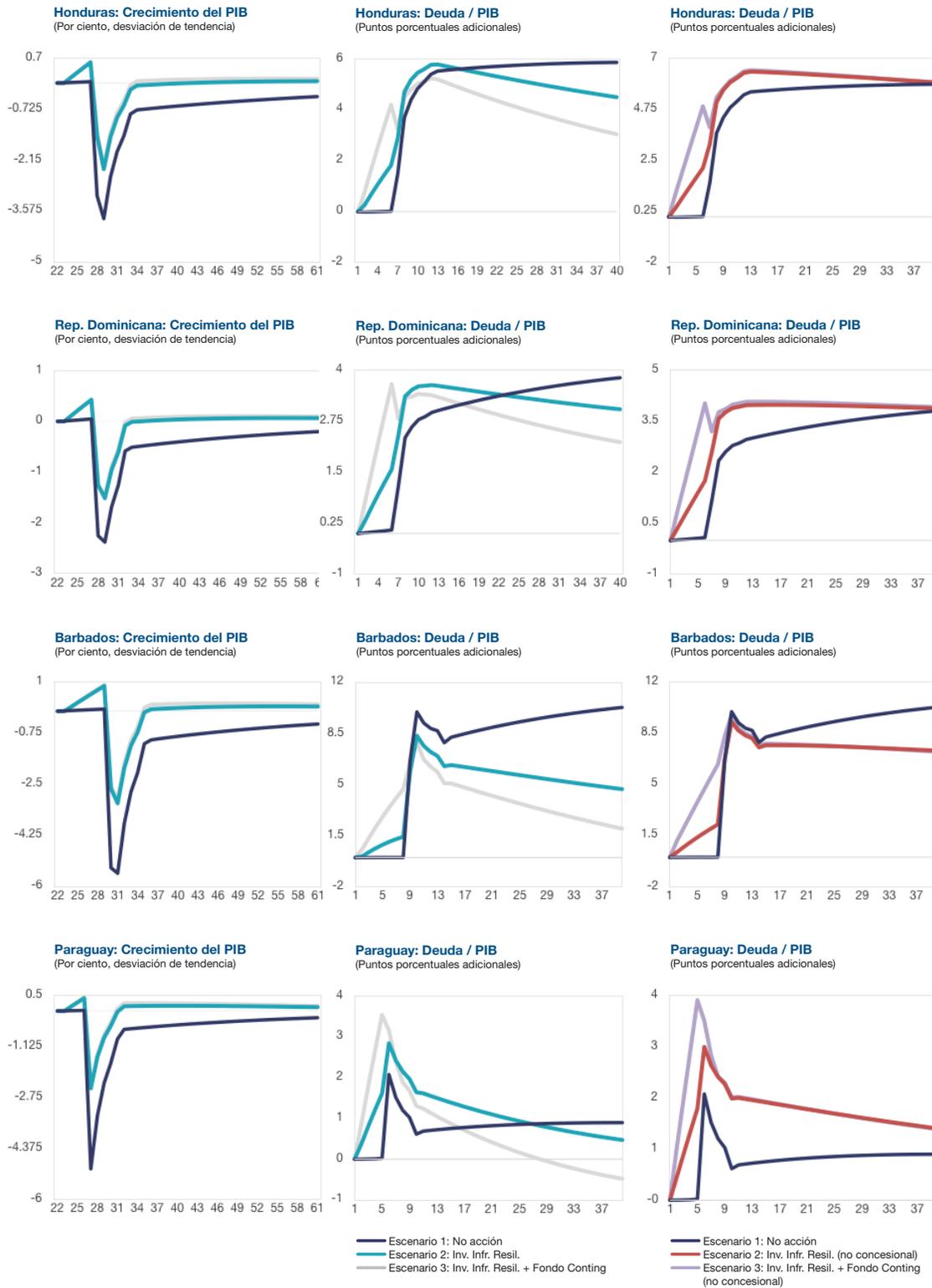
4. por otro lado, en los ejercicios para República Dominicana y Paraguay se observa que, cuando se invierte en resiliencia (escenario 2), la relación de deuda sobre PIB es mayor que la del escenario 1 durante 15 y 20 años posteriores del evento, respectivamente. En el caso de la República Dominicana, esto sucede principalmente porque el 50% de dicha inversión se financia con deuda comercial, a una tasa de mercado más elevada. Por su parte, en Paraguay, si bien se asume un financiamiento completamente concesional, la presión tributaria es reducida y dificulta la reducción de la deuda en ausencia de un ajuste fiscal significativo. Por lo tanto, en ambos países, los incentivos para realizar inversiones resilientes bajo el escenario 2 podrían ser reducidos.
5. establecer un fondo de contingencia junto con una inversión resiliente (escenario 3) tiene beneficios marginales en el ritmo de recuperación del crecimiento del PIB, pero mejora la dinámica de la deuda a mediano plazo, en comparación con solo realizar la inversión resiliente (escenario 2). No obstante, esta combinación empeora aún más la relación deuda-PIB antes del evento climático: en Honduras, esta relación aumenta 4 pp, en República Dominicana 4 pp, en Barbados 5 pp y en Paraguay cerca de 4 pp. Además, en el caso de República Dominicana y Paraguay, la deuda del escenario 3 continúa siendo mayor que aquella del escenario 1 hasta 12 años después del evento climático, lo cual podría no representar una mejora lo suficientemente atractiva con respecto al segundo escenario.



6. finalmente, todos los esquemas considerados asumen un financiamiento concesional parcial o total. De no contarse con este tipo de financiamiento, los beneficios sobre la trayectoria de la deuda se observarían a partir de más años en el futuro. Asimismo, financiar la inversión en infraestructura resiliente con deuda no concesional podría empeorar la dinámica de la deuda con respecto al caso sin inversión resiliente. De los cuatro países, solo Barbados observa una mejor dinámica de la deuda cuando hace inversión resiliente que cuando no la hace.²¹ El empeoramiento del comportamiento de la deuda se explica, por un lado, porque los efectos mitigadores de la infraestructura resiliente no son suficientemente grandes como para compensar el aumento del costo de la deuda y, por el otro, porque este aumento del servicio de la deuda limita la capacidad de respuesta del gobierno al desastre, haciendo la recuperación más lenta.

²¹. Ver tercera columna de la Figura 3. Ver sección de Anexos para más detalles.

• **Figura 3**
Resultados principales de los ejercicios cuantitativos



Nota: las primeras dos columnas muestran el PIB y la deuda pública/PIB de los ejercicios descritos en la Sección 3 (escenarios 1-3). La tercera columna presenta la deuda pública/PIB de dos ejercicios alternativos donde la inversión en infraestructura resiliente y la creación del fondo de contingencia se financian totalmente con deuda comercial.

4 Observaciones finales: Recomendaciones de políticas

• El análisis anterior sugiere que invertir en infraestructura resiliente es crucial para atenuar el impacto de eventos climáticos extremos sobre el PIB y mejorar la trayectoria de la deuda pública a mediano y largo plazo. Si bien tales inversiones y la creación de fondos de emergencia pueden incrementar la deuda pública en el corto plazo, sin estas medidas, los países enfrentarían un círculo vicioso de crecimiento de la deuda y reducida capacidad de inversión en infraestructura resiliente, exacerbando los impactos negativos sobre la producción. Al respecto, las agendas de adaptación al cambio climático e inclusión convergen en este punto, dado que los sectores de ingresos más bajos, que cuentan con una capacidad limitada para gestionar riesgos y presentan mayor vulnerabilidad en vivienda, son quienes enfrentan un mayor riesgo climático.

Del ejercicio se desprende, además, el rol fundamental que juega la deuda concesional. Este tipo de financiamiento no solo permite concretar las inversiones necesarias en infraestructura resiliente, sino que evita un deterioro severo en la dinámica de la deuda en el corto y mediano plazo, similar o peor al escenario sin inversiones resilientes. La banca multilateral y la cooperación climática bilateral y global se posicionan, por tanto, como aliados esenciales para los países de la región, asegurando que puedan adaptarse al cambio climático mediante inversiones adecuadas. Además de créditos concesionales, los organismos multilaterales pueden movilizar capitales hacia la región y ofrecer productos financieros contingentes que no se reflejen en mayores niveles de deuda: fondos contingentes a desastres, programas de amortización contingente a desastres para créditos regulares, entre otros.

La concesionalidad viene a abordar dos problemas fundamentales. Uno tiene que ver con la eventual presencia de fricciones financieras en el caso de países altamente endeudados. En estos países, los niveles de deuda podrían interactuar con las tasas de interés para generar dinámicas inestables que dificultarían el financiamiento del costo adicional que supone la infraestructura resiliente, a menos que el costo de financiamiento de la deuda adicional sea menor. Adicionalmente, existe un problema de economía política asociado a los horizontes de planeación relevantes. Los retornos de la infraestructura resiliente dependen de la materialización de eventos naturales, que por su naturaleza no son predecibles. Por lo tanto, hay un descalce entre los costos, que

se pagan en el corto plazo, y los eventuales retornos que se materializarían en el mediano o largo plazo, lo cual podría resultar en niveles de inversión subóptimos para este tipo de infraestructura. Para abordar esta falla, podría ser útil establecer condiciones de financiamiento que incluyan plazos amplios de pago y periodos de gracia en la amortización.

La adaptación al cambio climático (ACC) y la reducción de riesgos de desastres (RRD) han sido principalmente diferenciadas en el abordaje de las amenazas.

Más allá de la inversión en infraestructura resiliente, los gobiernos de la región necesitan acelerar la agenda de reducción de riesgos climáticos, así como fomentar la adaptación progresiva a los impactos que no pueden ser evitados o eliminados. Las acciones en este sentido deben apuntar a los diferentes determinantes de vulnerabilidad, y que en América Latina y el Caribe están íntimamente ligados la creciente desigualdad y exclusión, el aumento de personas que caen en la pobreza cada año, los caóticos patrones de urbanización, la explotación indiscriminada de los recursos naturales y la degradación ambiental. En síntesis, para superar una creciente concentración de riesgos, se necesitan inversiones de capital con enfoque de reducción de riesgos y resiliencia en múltiples ámbitos como energía, agricultura, transporte, agua y saneamiento, riego y biodiversidad. Por tanto, el análisis y las decisiones de inversión pública y privada deben ser catalizadores para la reducción de riesgos y el aumento de la resiliencia, y así evitar mayores pérdidas y avanzar en el alcance de las metas de desarrollo sostenible. La escala de estas inversiones varía dependiendo de la ambición del objetivo y de las tecnologías adoptadas, pero el mensaje central es que invertir en resiliencia sectorial, territorial, social y ambiental a unas condiciones de un clima rápidamente cambiante, no solo es una buena inversión sino también una buena política de desarrollo.

Esto requiere que los gobiernos y la sociedad en general adopten un enfoque integrado de reducción del riesgo de desastre y la adaptación al cambio climático. La creciente recurrencia e intensidad de los desastres y la multidimensionalidad de sus impactos en la región han agudizado la necesidad de avanzar, no sin dificultades, hacia un enfoque integral que no solo haga frente a los desastres, sino que también destaque el papel de un enfoque integrado con la agenda de adaptación climática. La adaptación al cambio climático (ACC) y la reducción de riesgos de desastres (RRD) han sido principalmente diferenciadas en el abordaje de las amenazas. Mientras que la Adaptación refiere a las amenazas de origen climático con los escenarios y proyecciones de mediano y largo plazo del comportamiento promedio de variables climáticas (principalmente temperatura y precipitación), la RRD trata sobre todo tipo de origen de amenazas que puedan generar condiciones de riesgo, y que en caso de materializarse pueden generar situaciones de desastre. Frente a conceptos como la vulnerabilidad, ambas confluyen en entenderla

como las precondiciones de un elemento o sistema expuesto a una amenaza que lo hacen más susceptible de ser afectado por ésta. Por tanto, más allá de esta diferencia dada en las amenazas, ambos marcos conceptuales tienen muchos puntos en común.

Un marco común que integre la reducción del riesgo de desastres (RRD) y la adaptación al cambio climático (ACC) es de suma importancia frente a los crecientes desafíos ambientales. Un marco de este tipo sirve como una estrategia cohesiva que reconoce la interacción entre el cambio climático y la creciente frecuencia y gravedad de los desastres. Al alinear los esfuerzos de RRD y ACC, los gobiernos, las organizaciones y las comunidades pueden optimizar los recursos, mejorar la resiliencia y promover el desarrollo sostenible. Esta sinergia permite estrategias de adaptación y reducción de riesgos más efectivas, asegurando que las comunidades estén mejor preparadas para resistir los peligros relacionados con el clima y recuperarse rápidamente cuando ocurren desastres.

Las características de un marco común entre RRD y ACC generalmente incluyen un enfoque holístico y con visión de futuro que evalúa las vulnerabilidades actuales, anticipa impactos climáticos futuros e integra estas consideraciones en las políticas, la planificación y la implementación. Enfatiza la importancia del compromiso y la participación de la comunidad, ya que el conocimiento local es invaluable en la elaboración de estrategias específicas para cada contexto. Además, dicho marco incorpora datos científicos y sistemas de alerta temprana para monitorear las tendencias climáticas y los riesgos de desastres, lo que permite una respuesta oportuna y una gestión adaptativa. Además, promueve enfoques basados en los ecosistemas, reconociendo el papel fundamental de los sistemas naturales en la reducción de la vulnerabilidad y el aumento de la resiliencia. En general, un marco común que vincule la RRD y la ACC es una herramienta fundamental para construir sociedades adaptables y resilientes frente a un clima cambiante y riesgos de desastres crecientes.

Finalmente, cualquier iniciativa de RRD y ACC debe estar enmarcada en una estrategia amplia de desarrollo que tome en consideración las complementariedades y tensiones con otros objetivos de desarrollo que enfrenta la región. Esto es particularmente relevante en los países con limitado espacio y capacidades fiscales. Esto en aras de lograr una asignación adecuada y eficiente de recursos entre múltiples objetivos y prevenir que el financiamiento concesional para adaptación compita con la financiación de otros objetivos prioritarios para el desarrollo de las sociedades.

5 Anexos

• La Figura A.1 muestra los resultados de los ejercicios cuantitativos suponiendo que toda la inversión en infraestructura resiliente y la formación del fondo de emergencia se financian con préstamos no concesionales. El resto de los supuestos para cada país se mantienen iguales.



• **Figura A.1**
Resultados de choques climáticos sin deuda concesional

