

Necesidades de financiamiento y objetivos climáticos en América Latina y el Caribe

Carlos de Miguel
Santiago Lorenzo
José Eduardo Alatorre
José Javier Gómez
Jimmy Ferrer
Lucía Rezza
Ignacio Fernández



NACIONES UNIDAS

CEPAL



Gracias por su interés en esta publicación de la CEPAL



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

Deseo registrarme



NACIONES UNIDAS



www.cepal.org/es/publications



www.instagram.com/publicacionesdelacepal



www.facebook.com/publicacionesdelacepal



www.issuu.com/publicacionescepal/stacks



www.cepal.org/es/publicaciones/apps

Necesidades de financiamiento y objetivos climáticos en América Latina y el Caribe

Carlos de Miguel
Santiago Lorenzo
José Eduardo Alatorre
José Javier Gómez
Jimmy Ferrer
Lucía Rezza
Ignacio Fernández



NACIONES UNIDAS

CEPAL



Este documento fue preparado por Carlos de Miguel, Oficial a Cargo de la División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Santiago Lorenzo, José Eduardo Alatorre, José Javier Gómez y Jimy Ferrer, funcionarios de la Unidad de Economía del Cambio Climático de esa División, y Lucía Rezza e Ignacio Fernández, consultores de la misma División, en el marco del apoyo a las actividades de la Red Iberoamericana de Oficinas de Cambio Climático (RIOCC) implementadas por el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITERD) del Gobierno de España y la CEPAL.

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

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

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

Los límites y los nombres que figuran en los mapas incluidos en este documento no implican su apoyo o aceptación oficial por las Naciones Unidas.

Publicación de las Naciones Unidas
LC/T.S.2024/47
Distribución: L
Copyright © Naciones Unidas, 2024
Todos los derechos reservados
Impreso en Naciones Unidas, Santiago
S.2400543[S]

Esta publicación debe citarse como: C. de Miguel y otros, "Necesidades de financiamiento y objetivos climáticos en América Latina y el Caribe", *Documentos de Proyectos* (LC/T.S.2024/47), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2024.

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

Índice

Resumen	7
Introducción	9
I. Flujos de financiamiento climático	11
II. Panorama de emisiones y compromisos nacionales. Tendencias globales y regionales	15
III. Mitigación: los costos de la transición	27
A. Estimaciones de costos de transición a escala global	27
B. Estimaciones para el sector energético global	30
C. Estimaciones de costos de la transición en América Latina y el Caribe	31
1. Estimaciones para el sector energético de América Latina y el Caribe	32
D. Inversión requerida para electrificar la flota de transporte público	39
1. Panorama de la región	39
E. Inversión requerida para evitar la deforestación	45
1. Contexto regional	45
2. Aproximación de las necesidades de inversión a partir de los precios de mercado.....	46
IV. Infraestructura: los costos de la transición	51
A. Infraestructura: transporte	52
1. Infraestructura: agua, saneamiento e irrigación	53
B. Infraestructura: control de inundaciones fluviales y costeras	53
V. Adaptación: los costos de la transición	55
A. Estimaciones del costo de la transición a escala global y regional	57
B. Estimaciones de los costos de adaptación para América Latina y el Caribe	62
1. El costo de conservar la biodiversidad	62
2. Eventos extremos en América Latina y el Caribe	73
3. Protección contra inundaciones y Sistema de Alerta Temprana (SAT).....	74
4. El costo de la inacción en la pobreza como costo de adaptación	79

VI. Costo agregado para América Latina y el Caribe	83
VII. Conclusiones	89
Bibliografía	91
Anexos.....	95
Anexo 1	96
Anexo 2	104
Anexo 3	114
Anexo 4	115
Anexo 5	116

Cuadros

Cuadro 1	América Latina y el Caribe: requerimientos de inversión anual para cumplir las NDC, 2023-2030.....	8
Cuadro 2	Mundo: flujo de financiamiento climático, 2019 y 2020	11
Cuadro 3	Evolución del financiamiento climático en América Latina y el Caribe entre 2013 y 2020	13
Cuadro 4	América Latina y el Caribe: contribuciones determinadas a nivel nacional.....	18
Cuadro 5	Proyecciones a 2030	20
Cuadro 6	Países que han identificado y especificado el monto de financiamiento necesario total, de adaptación y mitigación	24
Cuadro 7	Necesidades de inversión anual para el desarrollo sostenible y la acción climática para los países en desarrollo.....	31
Cuadro 8	Escenarios NGFS, fase 3.....	35
Cuadro 9	Diferencias de inversión media anual según escenario, 2021-2030	35
Cuadro 10	Diferencias de inversión media anual por fuente	37
Cuadro 11	América Latina y el Caribe: estimaciones de costos de adaptación.....	59
Cuadro 12	Costos anuales requeridos para gestionar de manera sostenible la biodiversidad y mantener la integridad de los ecosistemas y alcanzar la meta del 30% a 2050.....	71
Cuadro 13	Áreas protegidas por tipo y región	72
Cuadro 14	América Latina y el Caribe: Sistema de Alertas Tempranas (SAT) como prioridad	75
Cuadro 15	Reducción del PIB per cápita global derivado del aumento de 1°C.....	79
Cuadro 16	Resumen de requerimientos de inversión, 2023-2030.....	85
Cuadro A1	Resumen de las NDC en la región.....	96
Cuadro A2	Resumen de estudios citados anteriormente	108
Cuadro A3	Cuadro comparativo de estudios citados anteriormente	109
Cuadro A4	Cálculos sobre el costo de la electrificación de la flota pública regional	115
Cuadro A5	Escenarios utilizados por Waldron et al. (2020)	117

Gráficos

Gráfico 1	Mundo: financiamiento climático y su distribución.....	12
Gráfico 2	Mundo: desagregación del financiamiento climático por sector, 2020.....	12
Gráfico 3	Evolución del financiamiento climático en América Latina y el Caribe entre 2013 y 2020	13
Gráfico 4	Financiamiento climático proporcionado y movilizado entre 2013-2020 por los países desarrollados a países en desarrollo	14
Gráfico 5	Mundo: sendas de emisiones de gases de efecto invernadero	16
Gráfico 6	Mundo: reducción de emisiones por escenario a 2030	16

Gráfico 7	Una asimetría fundamental	17
Gráfico 8	América Latina y el Caribe: Objetivo de reducción de emisiones en las CDN originales y actualizadas	18
Gráfico 9	América Latina y el Caribe: tipo de objetivo de reducción de emisiones en las NDC originales y actualizadas	19
Gráfico 10	América Latina y el Caribe: emisiones de GEI, 2010-2030	19
Gráfico 11	América Latina y el Caribe: emisiones de gases de efecto invernadero por escenario, 2030	20
Gráfico 12	América Latina y el Caribe: velocidad anual de descarbonización por escenario	21
Gráfico 13	Mundo y América Latina y el Caribe: emisiones de gases de efecto invernadero por sector, 2019	21
Gráfico 14	América Latina y el Caribe (33 países): emisiones de gases de efecto invernadero por sector, 2019	22
Gráfico 15	América Latina y el Caribe: crecimiento anual promedio del PIB y de la inversión	25
Gráfico 16	Regiones/Países seleccionados: formación bruta de capital fijo	26
Gráfico 17	Requerimiento global de inversión en activos físicos por escenario: Net Zero 2050 y Políticas Actuales	29
Gráfico 18	Mundo: requerimiento de inversión anual por escenario y sector	29
Gráfico 19	Mundo: inversión anual necesaria para la transición energética entre 2021-2030 y 2021-2050, según la IEA e IRENA	30
Gráfico 20	América Latina y el Caribe: requerimiento de Inversión en Energía por sector	32
Gráfico 21	Inversión requerida por escenario	36
Gráfico 22	Participación inversión media anual, 2021-2030	37
Gráfico 23	Participación por sector matriz energética, 2030	38
Gráfico 24	Inversión, sistema eléctrico y reducción emisiones de CO ₂ , 2030	38
Gráfico 25	Países seleccionados en la región: buses eléctricos y emisiones evitadas, 2022	41
Gráfico 26	Países seleccionados en la región: datos sobre flota de buses eléctricos, 2022	42
Gráfico 27	Resultados de la simulación del CTP, para dos tipos de buses, estándar (de 12m) y articulado (de 18m)	43
Gráfico 28	Costos y emisiones por cambio de flota del transporte público a buses eléctricos, 2023	44
Gráfico 29	Porcentaje de las emisiones de GEI generado por cambio de uso de suelo América Latina y el Caribe, 1990-2020	45
Gráfico 30	América Latina y el Caribe: Cobertura forestal, 2000-2030	46
Gráfico 31	América Latina y el Caribe: requerimiento de Inversión en Nueva Infraestructura por sector	52
Gráfico 32	América Latina y el Caribe (18 países): distribución de la población según estratos de ingreso, 2019-2022	56
Gráfico 33	Mundo: costo en Adaptación Anual por región por escenario, 2010-2050 bajo escenario húmedo	57
Gráfico 34	América Latina y el Caribe: costos anuales de adaptación a 2030 por sector	58
Gráfico 35	Países en desarrollo: necesidades potenciales de financiamiento anual, 2021-2030	60
Gráfico 36	Mundo: necesidades potenciales de financiamiento anual en adaptación	61
Gráfico 37	Países en desarrollo: costo en adaptación anual global por principales estudios, 2030-2050	61
Gráfico 38	Porcentaje de cobertura de áreas protegidas por país en América Latina y el Caribe	64
Gráfico 39	Gastos públicos y privados totales globales anuales para la protección y conservación de la biodiversidad en 2019	66
Gráfico 40	Subsidios perjudiciales y flujos financieros globales hacia la conservación de la biodiversidad en 2030	69

Gráfico 41	Porcentaje de cobertura de áreas protegidas en América Latina y el Caribe, 2000-2020.....	69
Gráfico 42	Requerimiento de Financiamiento para alcanzar meta del 30% sobre conservación de AP a nivel global.....	72
Gráfico 43	Inversión anual requerida en América Latina y el Caribe para conservar el 30% del área de AP.....	73
Gráfico 44	América del Sur: pérdidas económicas registradas según causas entre 1970-2019	74
Gráfico 45	América Latina y el Caribe: proporción de países con sistemas de alerta temprana por pilares	75
Gráfico 46	América Latina y el Caribe: efectos del cambio climático en el crecimiento económico, 1970-2020	80
Gráfico 47	Mundo y ALC: reducción del PIB per cápita derivado del aumento de temperatura en un escenario de altas emisiones, 2030 y 2050	81
Gráfico 48	Pobreza derivada del Impacto crónico del cambio climático sobre el PIB per cápita: 2030	82
Gráfico 49	América Latina y el Caribe: necesidades de inversión anual para la acción climática regional	84
Gráfico A1	América Latina y el Caribe: requerimiento de inversión bajo diversos escenarios	106
Gráfico A2	América Latina y el Caribe: requerimiento de inversión por sectores bajo diversos escenarios	107

Recuadros

Recuadro 1	Descripción de los modelos.....	34
Recuadro 2	Estimación de costos de reducción de la deforestación en la Amazonía	47
Recuadro 3	Restauración de manglares: inversiones para mitigación y adaptación	67
Recuadro 4	¿Cuáles son los beneficios esperados del acceso universal a sistemas de alerta temprana en América Latina y el Caribe?.....	78

Diagramas

Diagrama 1	Riesgo como función de peligro climático, exposición y vulnerabilidad	55
Diagrama 2	Países en desarrollo: pilares fundamentales para la implementación de un plan integral de sistemas de alerta temprana 2023-2027.....	76
Diagrama 3	Países en desarrollo: presupuesto para combatir riesgos relacionados con el agua, la hidro y la criósfera entre 2023-2027.....	77

Resumen

Los países de América Latina y el Caribe se han comprometido a realizar una transición hacia sociedades bajas en carbono y con mayor resiliencia frente al cambio climático. Los 33 países de la región han expresado sus compromisos nacionales de acción climática y, además, algunos de ellos han manifestado la aspiración de alcanzar carbono neutralidad a mediados de siglo.

Estimamos que la inversión anual para lograr los compromisos climáticos a nivel regional, reflejados en los NDC, se sitúa entre 3.7% y 4.9% del PIB regional hasta 2030. Es decir, un flujo anual de entre 215 y 284 mil millones de dólares, equivalente a un monto acumulado de entre 2.1 y 2.8 billones de dólares entre 2023-2030.

Los flujos de financiamiento climático hacia la región ascienden a 0.5% del PIB regional, por lo que deben incrementarse entre 8 y 10 veces para cerrar la brecha de financiamiento.

Para acciones de mitigación, los montos de inversión requeridos son de entre 2.3% y 3.1% del PIB regional anual. Las estimaciones incluyen inversiones en el sistema energético, del transporte y la reducción de la deforestación. El sector transporte es el sector con mayor requerimiento de inversión.

Para acciones de adaptación la inversión estimada es de entre el 1.4% y 1.8% del PIB regional anual. Las estimaciones consideran inversiones en sistema de alertas tempranas, prevención de la pobreza, protección costera, servicios de agua y saneamiento y protección de la biodiversidad. En este rubro, agua y saneamiento es la actividad con mayores requerimientos de inversión.

Los requerimientos de inversión varían entre países en función de sus objetivos específicos y sus características particulares. Los países que presentan mayor brecha de infraestructura, mayor dependencia en los combustibles fósiles o de la importancia de la deforestación, se espera que requieran inversiones relativamente más altas para el cumplimiento de las metas de reducción de emisiones planteadas en sus NDC y para avanzar hacia sociedades más resilientes al clima.

Las estimaciones aquí presentadas, son parciales en su alcance, ya que no incluye todos los sectores en los cuales se realizan o deben de realizar medidas de mitigación y/o adaptación. Adicionalmente, las estimaciones sectoriales no cubren todo tipo de inversiones necesarias. Por mencionar algunos rubros faltantes: adaptación agrícola adicional a la irrigación, investigación y desarrollo, manejo de residuos o salud humana no fueron considerados en el estudio.

La inversión en sectores que permiten una transición hacia economías sostenibles, carbono neutrales y resilientes al clima, tienen el potencial para ser un elemento catalizador para el cambio estructural con inclusión social. Por ejemplo, las inversiones en energías renovables o en electromovilidad para el transporte público, exhiben importantes multiplicadores de producción y empleo, y de contar con una política de desarrollo productivo adecuado, permiten una mejor inserción en las cadenas de valor, reducir los requerimientos de importaciones y maximizar la creación de empleo interno.

Cuadro 1
América Latina y el Caribe: requerimientos de inversión anual para cumplir las NDC, 2023-2030
(Porcentaje del PIB regional)

Sector	Porcentaje del PIB
Sistema energético	0,22-0,97
Infraestructura: Transporte	2,0
Transporte público eléctrico	0,02-0,08
Reducción de la deforestación	0,06
Total mitigación	2,30-3,11
Reducción de la pobreza	0,05-0,46
Infraestructura: Irrigación	0,10
Infraestructura: Agua y Saneamiento	0,70
Infraestructura: Control de inundaciones fluviales y costeras	0,28
Sistema integral de alertas tempranas	0,012
Biodiversidad (Áreas protegidas)	0,26-0,28
Total adaptación	1,40-1,83
Inversión total	3,70-4,94

Fuente: Elaboración propia.

Introducción

Al tercer trimestre de 2023, 29 de los 33 países de América Latina y el Caribe han actualizado sus compromisos de acción climática reflejados en sus Contribuciones Determinadas a nivel Nacional (NDC por sus siglas en inglés). A nivel regional, la reducción comprometida de emisiones para 2030, es de entre 24% y 29% con respecto al escenario inercial, dependiendo de si la reducción es de carácter incondicional o condicional a apoyo internacional.

Cumplir con los objetivos planteados requiere inversiones en sectores prioritarios. Este documento tiene como objetivo estimar los requerimientos de inversión en la región para cumplir con las metas establecidas en las NDC. Las estimaciones aquí presentadas, son parciales en su alcance, ya que no incluye todos los sectores en los cuales se realizan o deben de realizar medidas de mitigación y/o adaptación. Adicionalmente, las estimaciones sectoriales no cubren todo tipo de inversiones necesarias.

Dada la naturaleza regional de este ejercicio, no es posible reflejar la heterogeneidad de los requerimientos de inversión entre países y entre sectores dentro de cada país. En particular, para el caso de mitigación, el peso del sector transporte en el consumo energético, la composición de la matriz eléctrica, el papel de la deforestación, de la ganadería y la generación de residuos en cada economía configuran los retos de mitigación específicos a nivel nacional. Para el caso de la adaptación, la capacidad para enfrentar los retos que impone el cambio climático depende de variables geográficas locales, como proximidad con zonas costeras, económicas, como la calidad de la infraestructura y del espacio fiscal para financiarlas, y sociales, como la prevalencia de pobreza, la existencia de redes de protección social y la provisión de bienes y servicios básicos. Los requerimientos de inversión a nivel doméstico varían en función de estos y otros factores.

Las estimaciones existentes sobre los requerimientos de inversión se concentran principalmente en el sistema energético y existe una brecha de conocimiento o información limitada sobre la inversión necesaria para otros sectores, como es el caso de agricultura, ganadería, forestería y otros usos del suelo y la lucha contra la deforestación. En términos de adaptación, los objetivos son específicos para cada país y región geográfica y, algunos de ellos, tienen estrecha relación con las brechas de desarrollo existentes, por lo cual son de utilidad las estimaciones sobre brechas de infraestructura y de cobertura de servicios básicos, propias de los estudios de desarrollo.

En términos económicos, las estimaciones aquí presentadas son estimaciones brutas, en el sentido que no toman en cuenta las ganancias económicas que la mayor magnitud de inversiones podría producir, como un mayor crecimiento de la economía, generación de empleo, mejoras en la calidad del aire y la salud humana o la reducción de importación de combustibles y la racionalización de los subsidios.

El documento cuenta con ocho secciones. En la segunda sección, se presenta el panorama de financiamiento climático a nivel global y regional y se contrasta contra el compromiso de los países desarrollados a los países en desarrollo de \$100 mil millones anuales.

En la tercera sección se calculan los compromisos de reducción de emisiones a nivel regional y se compara con los escenarios consistentes para no superar aumentos de 1.5°C y 2°C de temperatura. Adicionalmente, se presenta la distribución sectorial de las emisiones y, por tanto, los sectores prioritarios para la acción climática.

Las secciones siguientes presentan las estimaciones sobre los requerimientos de inversión en materia de mitigación y adaptación al cambio climático. La cuarta sección está dedicada a la inversión en actividades de mitigación, las cuales incluyen la transformación del sistema energético, del sector transporte, detallando puntualmente el costo de electrificación del transporte público regional y la reducción de la deforestación. La quinta sección se enfoca en inversión en infraestructura la cual es transversal a adaptación y mitigación, enfocándose en estimaciones del sector transporte, agua y saneamiento, irrigación e infraestructura para el control de inundaciones. La sexta sección está dedicada a inversiones en adaptación, en donde se incluye biodiversidad, eventos extremos y pobreza.

La séptima sección recoge la información presentada en las secciones previas y presenta el resultado global del estudio. La octava sección concluye con reflexiones finales.

I. Flujos de financiamiento climático

En 2020, el flujo de financiamiento climático global¹ ascendió a 665 mil millones de dólares (cuadro 2). La inversión global fue de 22 millones de millones de dólares, por lo que el financiamiento climático significó 3% del total de inversión global (Climate Policy Initiative, 2022; IPCC, 2022a). Este monto de financiamiento representa casi el doble del flujo reportado en 2011 (gráfico 1) (Climate Policy Initiative, 2022).

Cuadro 2
Mundo: flujo de financiamiento climático, 2019 y 2020
(Millones de dólares)

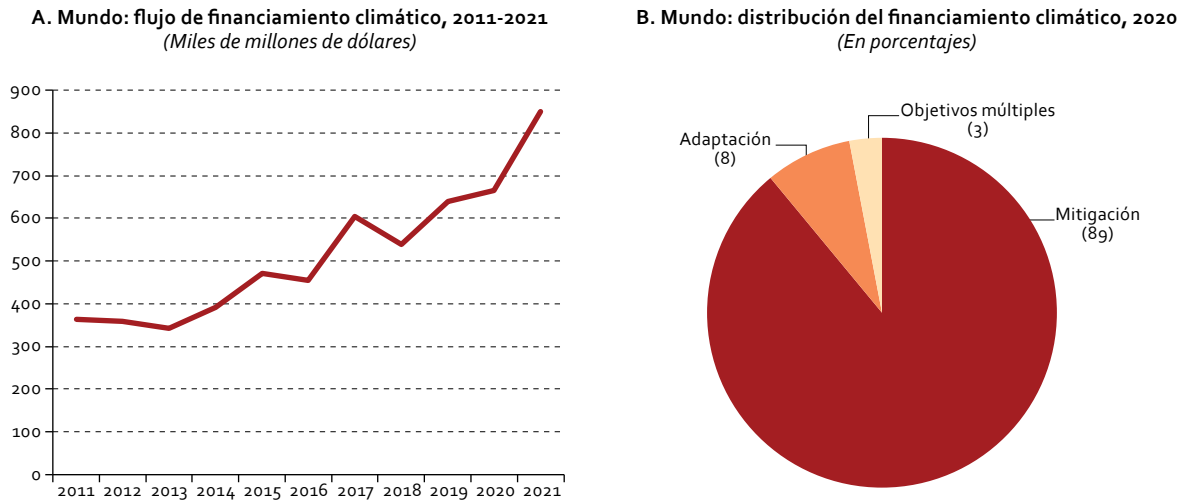
Tipo de institución	2019	2020
Privado	303 118	333 152
Comerciales	115 727	128 164
Corporativos	118 225	131 515
Fondos	8 048	2 554
Individuales	50 521	58 998
Inversores institucionales	3 465	4 956
Desconocidos	7 131	6 964
Público	337 227	331 683
Inst. de Desarrollo Bilaterales	23 272	25 398
Agencia de Crédito a la Exportación	1 465	585
Gobiernos	34 547	29 673
Fondos climáticos Multilaterales	3 638	3 643
Inst. de Desarrollo Multilaterales	61 916	74 890
Inst. de Desarrollo Nacionales	160 267	129 960
Fondos públicos	1 696	2 217
Desconocidos	362	293
Inst. de Desarrollo Propiedad Estatal	38 280	51 664
Empresas de Propiedad Estatal	11 784	13 360
Desconocidos	65	3
Desconocidos	65	3
Total	640 410	664 838

Fuente: Climate Policy Initiative, 2022.

¹ Flujos de inversión primaria global por parte de actores públicos y privados en actividades que reducen las emisiones y mejoran la adaptación y la resiliencia al cambio climático.

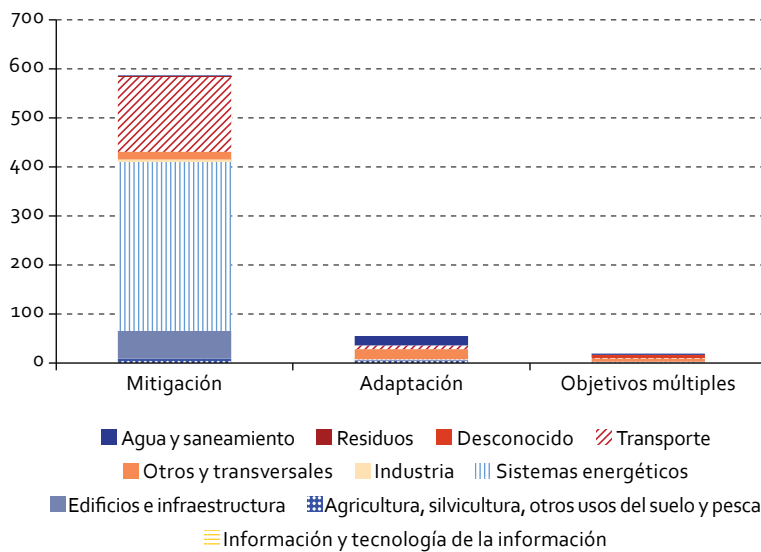
El financiamiento está dirigido principalmente a acciones de mitigación, especialmente hacia la generación de energía renovable. En 2020, 89% del financiamiento climático se destinó a mitigación, 8% de adaptación y 3% a acciones transversales (gráfico 1). En 2020, el monto destinado a mitigación alcanzó los \$589 mil millones de dólares (gráfico 2), 60% de los cuales se destinaron a la generación de energía renovable, 26% a transporte bajo en carbono y 10% a eficiencia energética en edificios (Climate Policy Initiative, 2022).

Gráfico 1
Mundo: financiamiento climático y su distribución



Fuente: CEPAL en base a (Climate Policy Initiative, 2022).

Gráfico 2
Mundo: desagregación del financiamiento climático por sector, 2020
(Miles de millones de dólares)



Fuente: CEPAL en base a (Climate Policy Initiative, 2022).

Estimaciones preliminares sugieren que los flujos de financiamiento climático globales para 2021 ascendieron entre \$850 - \$940 mil millones de dólares. Un aumento del 28% al 42% con respecto a los promedios de 2019/20, alcanzando un máximo histórico (Climate Policy Initiative, 2022). Cabe destacar el papel preponderante de la Banca Nacional de Desarrollo.

En la región, el financiamiento climático en 2020 alcanzó la cifra de \$22.9 mil millones de dólares (0.5% del PIB). 90% de estos flujos provienen de los bancos multilaterales de desarrollo y los bonos verdes (cuadro 3 y gráfico 3) (Schneider y Samaniego, 2023). En comparación, el monto de inversión extranjera directa (IED) alcanzó los 161 mil millones de dólares en 2019 y 105 mil millones en 2020 (CEPAL, 2021). De esta forma la IED representó en 2020 2.5% del PIB y el financiamiento climático 0.5% del PIB.

Cuadro 3
Evolución del financiamiento climático en América Latina y el Caribe entre 2013 y 2020
(En millones de dólares corrientes)

Año	Fondos climáticos ^a	BMD	BND	Otros recursos locales ^b	Bonos verdes	Total
2013	347,8	5 923,5	11 884,0	2 463,2	0,0	20 619
2014	420,7	7 857,3	11 783,0	1 967,3	246,0	22 274
2015	403,7	8 293,1	9 622,5	1 662,2	1 063,8	20 682
2016	364,8	7 308,6	4 561,2	849,4	1 689,4	14 773
2017	371,5	11 827,2	5 567,5	717,2	4 201,9	22 685
2018	601,4	9 881,2	4 402,3	722,0	1 621,9	17 229
2019	624,1	10 886,6	2 542,0	868,5	5 035,7	19 957
2020	669,17	10 672,6	1 537,0	631,85	9 400,0 ^c	22 910
2013-2020	3 803,1	72 286,3	51 899,6	9 881,75	23 258,6	161 129

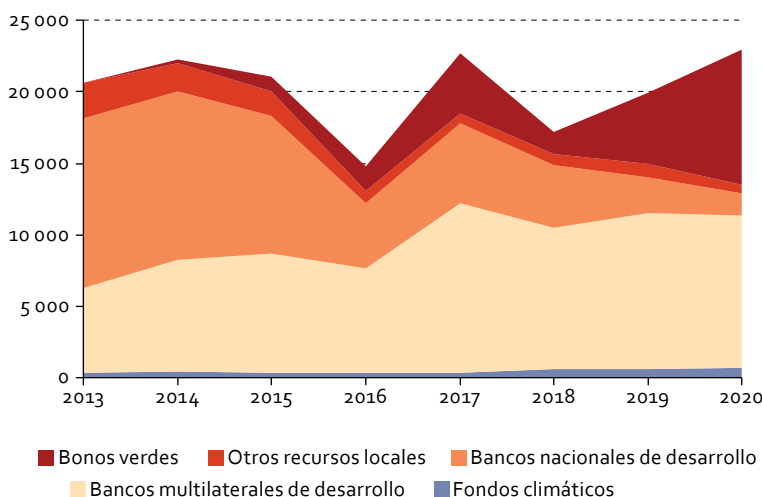
Fuente: Samaniego y Schneider (2023), IDFC (2021), AfDB (2021), CBD, (2021), CBI (2018, 2019 y 2020) y bases de datos virtuales del BEI, del BM, del Climate Funds Update y del Green Climate Fund.

^a Sin 5% del Fondo Amazonia que corresponden a recursos nacionales de Brasil.

^b Brasil, Colombia y México: fondos climáticos nacionales y seguros agrícolas; Chile: fondo de protección ambiental.

^c Dato recopilado de la publicación del CBI, 2021.

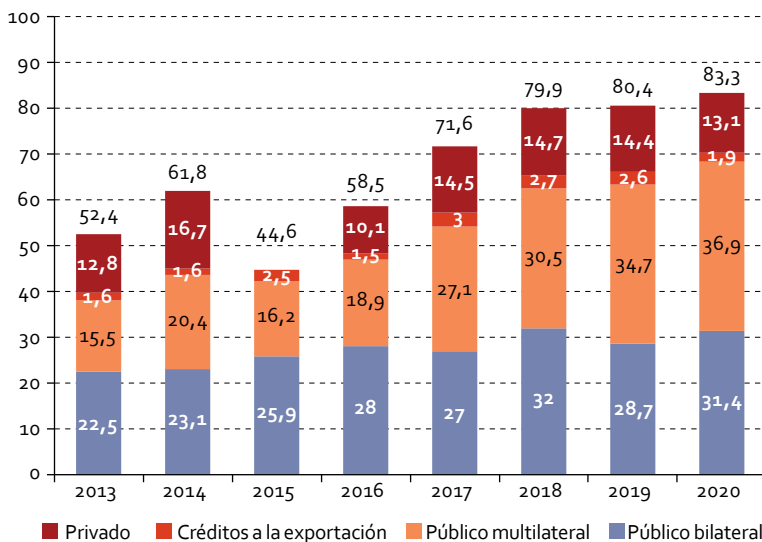
Gráfico 3
Evolución del financiamiento climático en América Latina y el Caribe entre 2013 y 2020
(En millones de dólares corrientes)



Fuente: Samaniego y Schneider (2023), IDFC (2021), AfDB (2021), CBD, (2021), CBI (2018, 2019 y 2020) y bases de datos virtuales del BEI, del BM, del Climate Funds Update y del Green Climate Fund.

Desde 2009, los países desarrollados se han comprometido a movilizar \$100 mil millones de dólares anuales para 2020 destinados a la lucha contra el cambio climático en los países en desarrollo. La OECD da seguimiento a este flujo específico de fondos (OECD, 2022), identificando en 2020 que, los países desarrollados aportaron y movilizaron \$83 mil millones de dólares para la acción climática en los países en desarrollo, \$17 mil millones por debajo del objetivo de \$100 mil millones de dólares anuales para 2020 (gráfico 4).

Gráfico 4
Financiamiento climático proporcionado y movilizado entre 2013-2020
por los países desarrollados a países en desarrollo
(En miles de millones de USD)



Fuente: Elaboración propia en base a OECD, "Aggregate Trends of Climate Finance Provided and Mobilised by Developed Countries in 2013-2020", 2022.

II. Panorama de emisiones y compromisos nacionales. Tendencias globales y regionales

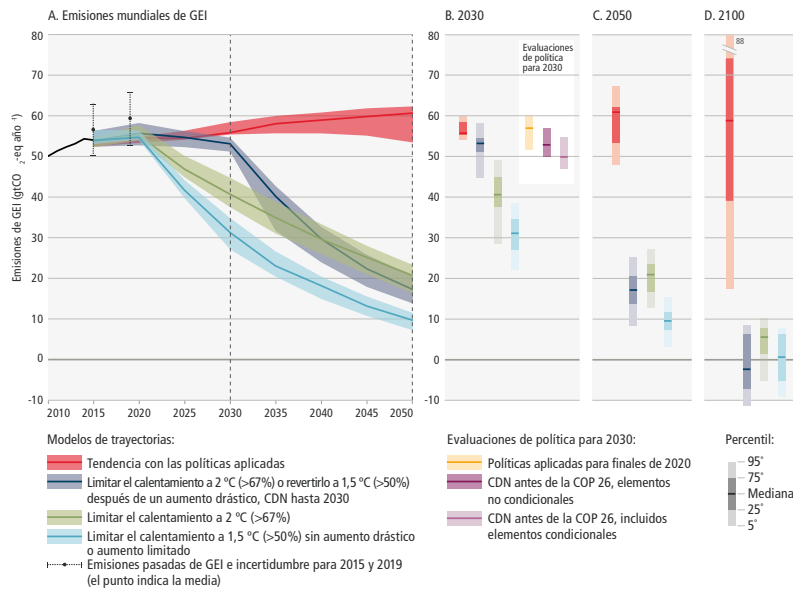
El objetivo del Acuerdo de París de mantener el aumento de temperatura por debajo de 2°C e idealmente por debajo del 1.5°C con respecto a los niveles preindustriales requiere reducciones inmediatas y significativas en el nivel de emisiones. La senda de emisiones a nivel global consistente con la meta de 2°C implica una reducción de emisiones a 2030 de 27% y de 63% a 2050 con respecto a los niveles de 2019 (60 GtCO₂ eq). Mientras que la meta de 1.5°C requiere recortar las emisiones en 43% para 2030 y en 84% en 2050 respecto a 2019 (IPCC, 2022a). Comparado con un escenario en el cual las emisiones sigan su tendencia histórica (gráfico 5), o escenario tendencial, la reducción requerida a 2030 es de 30% y 45% para las meta de 2°C y 1.5°C, respectivamente (IPCC, 2022a).

La suma de compromisos nacionales refleja una reducción de emisiones a 2030 de entre 5% y 10% con respecto al escenario de políticas actuales o tendencial. Por lo cual los actuales compromisos nacionales a nivel global, aunque más ambiciosos, son aún insuficientes (gráfico 6) y de cumplirse son consistentes con un incremento de temperatura de 2.5°C. Se observa que existen dos brechas de emisiones: la primera, producto del insuficiente nivel de ambición, igual a la diferencia entre las emisiones comprometidas en las NDC y las emisiones consistentes con el Acuerdo de París. La segunda brecha es de implementación, la senda de emisiones observada y las políticas actuales no están en línea con las NDC, las políticas implementadas conducen a un nivel de emisiones por encima de lo proyectado en los compromisos nacionales (IPCC, 2022a; UNEP, 2022b).

La brecha de ambición a nivel global para la meta de 2°C se encuentra entre 10 y 14 GtCO₂ eq y para la meta de 1.5°C es de 19 y 23 GtCO₂ eq (IPCC, 2022a). La brecha de implementación a 2030, que mide la diferencia de la proyección de emisiones resultante entre las políticas actuales y los compromisos nacionales, es de entre 4 y 7 GtCO₂ eq (IPCC, 2022a). La suma de ambas brechas muestra la magnitud del reto (gráfico 5).

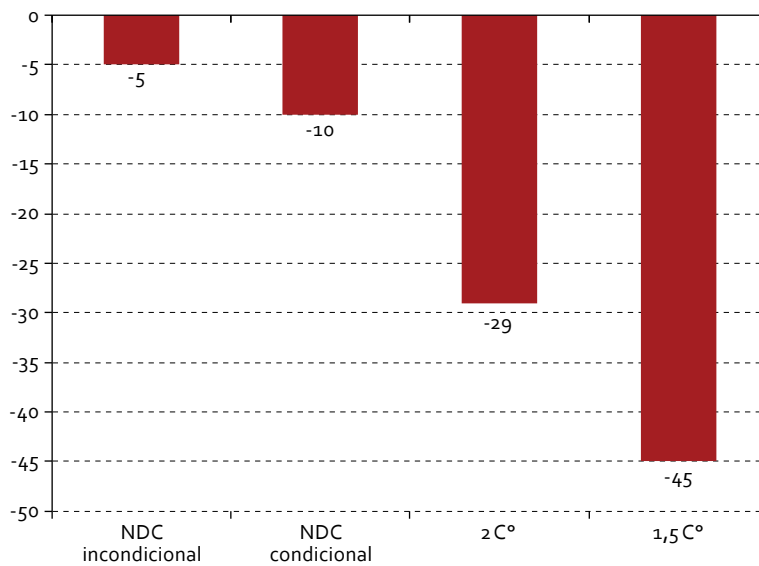
Gráfico 5
Mundo: sendas de emisiones de gases de efecto invernadero
(Gigatoneladas de CO₂ equivalente)

De acuerdo con las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero (GEI) previstas en las contribuciones determinadas a nivel nacional (CDN) anunciadas antes de la COP 26, el calentamiento probablemente superaría los 1,5 °C y sería difícil mantener el aumento de la temperatura por debajo de los 2 °C a partir de 2030.



Fuente: IPCC (2022), "Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change", Cambridge University Press.

Gráfico 6
Mundo: reducción de emisiones por escenario a 2030
(Porcentaje con respecto al escenario tendencial o Business as Usual)



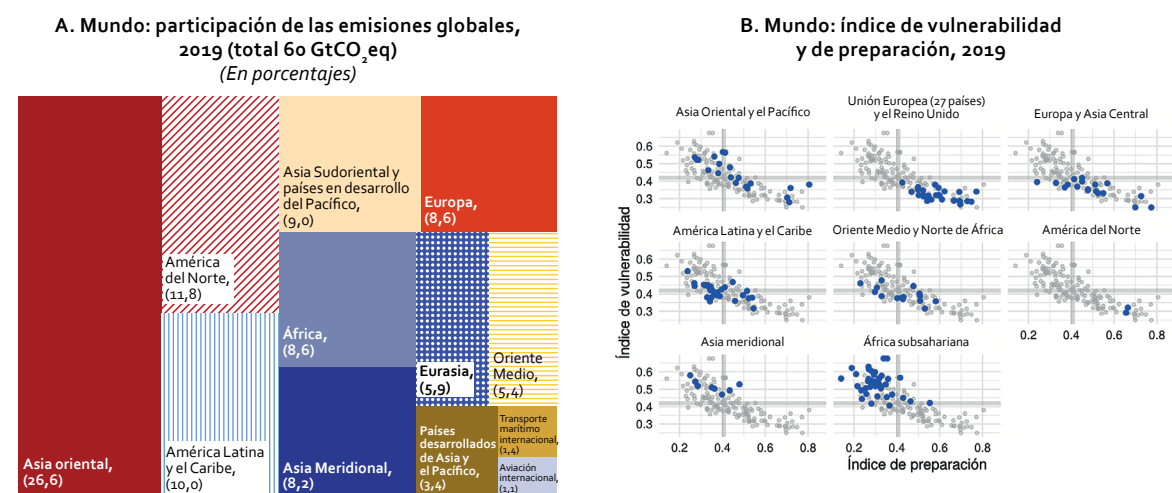
Fuente: Elaboración propia con datos del Emission Gap Report, 2022.
 Nota: NDC incondicional se refiere a las acciones que efectuarían los países utilizando sus propios recursos y capacidades y NDC condicional se refiere a las acciones adicionales que se implementarían si mediase apoyo internacional (financiamiento, asistencia técnica, etc.).

En términos de atribución, existe una asimetría fundamental entre la generación de emisiones y la distribución de los impactos. América Latina y el Caribe representan solo el 10% de las emisiones mundiales y, sin embargo, sus niveles de vulnerabilidad y exposición aumentan significativamente los niveles de riesgo a los impactos del cambio climático, siendo Centroamérica y el Caribe subregiones que destacan por su gran vulnerabilidad al cambio climático y por su reducida participación en la generación de emisiones (gráfico 7).

Al interior de los países también existe esta asimetría. En general, los pobres son más vulnerables al impacto negativo del cambio climático, al tiempo que su contribución a las emisiones de gases de efecto invernadero dentro del país es menor que la de los grupos que tienen ingresos mayores. Esto es resultado de patrones segmentados y muy diferenciados en materia de consumo de combustibles fósiles y otros bienes altos en carbono.

En 2019, las emisiones en la región ascendieron a 6 GtCO₂ eq, 10% del total global (Minx y otros, 2021a). Esto representa un crecimiento promedio anual de 1.6% desde 1990. Ritmo que se ha desacelerado, a la par de la economía, a 0.5% anual entre 2015 y 2019.

Gráfico 7
Una asimetría fundamental

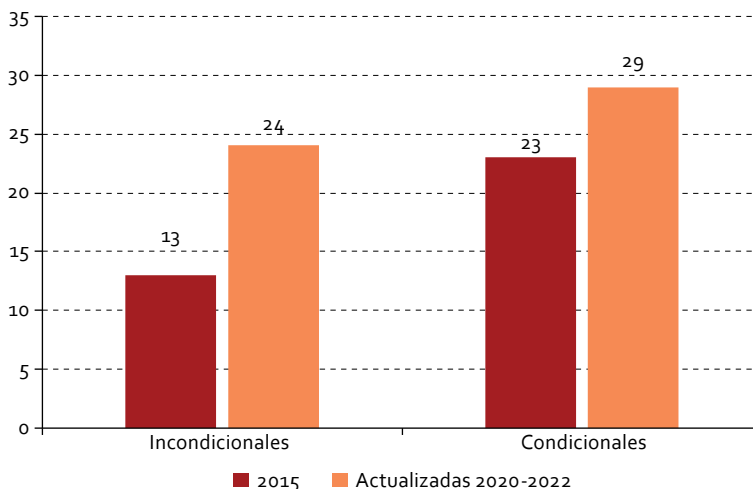


Fuente: Elaboración propia basada en datos de Minx, J. C. y otros (2021), "A comprehensive and synthetic dataset for global, regional, and national greenhouse gas emissions by sector 1970–2018 with an extension to 2019", Earth System Science Data, vol. 13, No. 11, Copernicus GmbH, 10 de noviembre y el Índice de Adaptación Global al Cambio Climático (GAIN) de la Universidad de Notre Dame.

Hasta junio de 2023, 29 de los 33 países de la región han presentado nuevos compromisos de acción climática. Estos países representan más del 95% de las emisiones regionales (cuadro 4). Las nuevas metas incondicionales apuntan a una reducción de emisiones del 24% a 2030 con respecto a un escenario tendencial o BAU (business-as-usual) y las metas condicionales implican una reducción de emisiones de 29%. Esto es un aumento de ambición respecto a las metas incondicional y condicional de 13% y 23% respectivamente, anunciadas en 2015 (Samaniego y otros, 2022, 2019).

La estimación de los compromisos regionales está sujeta a un nivel considerable de incertidumbre. Las NDC presentadas por los países son heterogéneas entre sí, en términos de la inclusión de sectores, horizontes de tiempo o sobre si las metas de reducción de emisiones son absolutas, relativas o basadas en medias (gráfico 8 y gráfico 9). De este modo, su agregación requiere la aplicación de algunos supuestos que añaden incertidumbre a la estimación. Una fuente adicional de incertidumbre es la base de datos utilizada en sustitución de los datos oficiales provenientes de los inventarios nacionales.

Gráfico 8
América Latina y el Caribe: objetivo de reducción de emisiones en las CDN originales y actualizadas
(Porcentaje de reducción con respecto al BAU)



Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

Argentina, Bahamas, Barbados, Belice, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Jamaica, Panamá, Perú, la República Dominicana y el Uruguay han anunciado compromisos para transitar hacia economías neutrales en carbono hacia 2050. Estos países dan cuenta de más del 50% de las emisiones regionales. Argentina, Belice, Chile, Colombia, Costa Rica, Guatemala, México y Uruguay han publicado sus estrategias de desarrollo bajo en carbono largo plazo hacia 2050, como mandata el Acuerdo de París (cuadro 4).

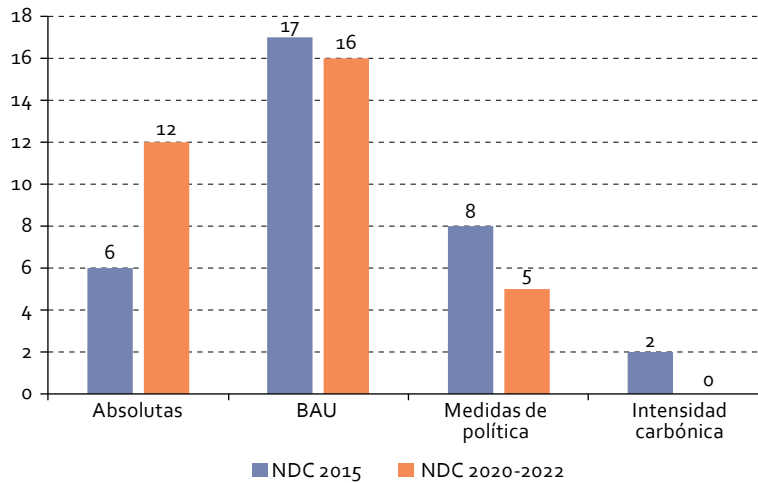
Cuadro 4
América Latina y el Caribe: contribuciones determinadas a nivel nacional

Primera contribución determinada a nivel nacional, 2015 (4 países)	Compromisos actualizados, 2019-2023 (29 países)	
Ecuador	Antigua y Barbuda	Haití
Guyana	Argentina	Honduras
San Vicente y las Granadinas	Bahamas	Jamaica
Trinidad y Tabago	Barbados	México
	Belice	Nicaragua
	Bolivia (Estado Plurinacional de)	Panamá
	Brasil	Perú
	Chile	Paraguay
	Colombia	República Dominicana
	Costa Rica	Saint Kitts y Nevis
	Cuba	Santa Lucía
	Dominica	Suriname
	El Salvador	Uruguay
	Granada	Venezuela (República Bolivariana de)
	Guatemala	

Fuente: Actualizado de J.L. Samaniego, J.E. Alatorre, R. Van Der Borgh y J. Ferrer "Panorama de las actualizaciones de las Contribuciones Determinadas a nivel Nacional de cara a la COP 26", Documentos de Proyectos (LC/TS.2021/190), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2022.

Nota: En negritas se incluyen los países que tienen el objetivo de alcanzar la neutralidad respecto del carbono en 2050. Antigua y Barbuda y Barbados tienen como objetivo alcanzar la neutralidad respecto del carbono en 2040 y 2030, respectivamente.

Gráfico 9
América Latina y el Caribe: tipo de objetivo de reducción de emisiones en las NDC originales y actualizadas
(En número de países)

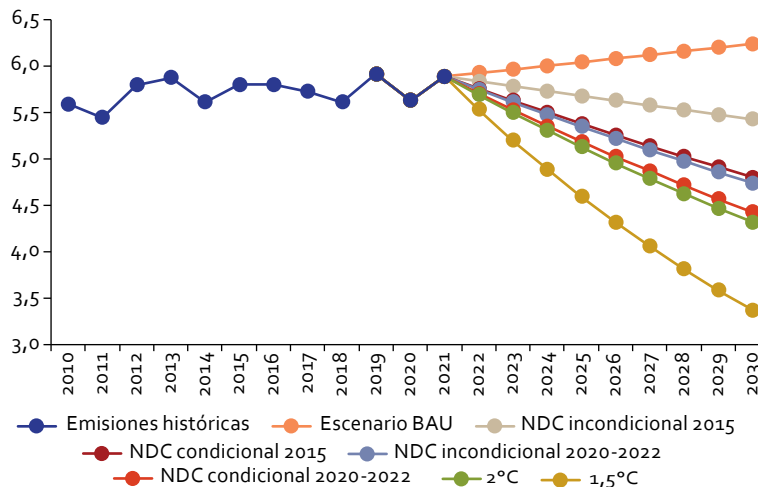


Fuente: Actualizado de J.L. Samaniego, J.E. Alatorre, R. Van Der Borgh y J. Ferrer “Panorama de las actualizaciones de las Contribuciones Determinadas a nivel Nacional de cara a la COP 26”, Documentos de Proyectos (LC/TS.2021/190), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2022.

En 2030, las emisiones regionales alcanzarían 6.2 GtCO₂ eq. El nivel de emisiones en un escenario tendencial o BAU crecería a una velocidad de 0.6% bajo el supuesto de un escaso crecimiento regional, como el experimentado entre 2010 y 2019 (cuadro 5).

La ambición agregada de América Latina y el Caribe, se aproxima, en el caso condicional, a las reducciones necesarias para mantener la temperatura por debajo de los 2°C. Al incluir los compromisos condicionales, el nivel de reducción pasa a 29% respecto al BAU en 2030 (gráfico 10), el escenario consistente con los 2°C² requiere reducciones de 31% con respecto al BAU (equivalente a 27% con respecto a los niveles de 2019).

Gráfico 10
América Latina y el Caribe: emisiones de GEI, 2010-2030
(En gigatoneladas de CO₂ eq)



Fuente: Elaboración propia con datos de Minx, J. C. y otros (2021), «A comprehensive and synthetic dataset for global, regional, and national greenhouse gas emissions by sector 1970–2018 with an extension to 2019», Earth System Science Data, vol. 13, No. 11, Copernicus GmbH, 10 de noviembre.

² Se asume, como punto de referencia, que todos los países reducen sus emisiones en el mismo porcentaje.

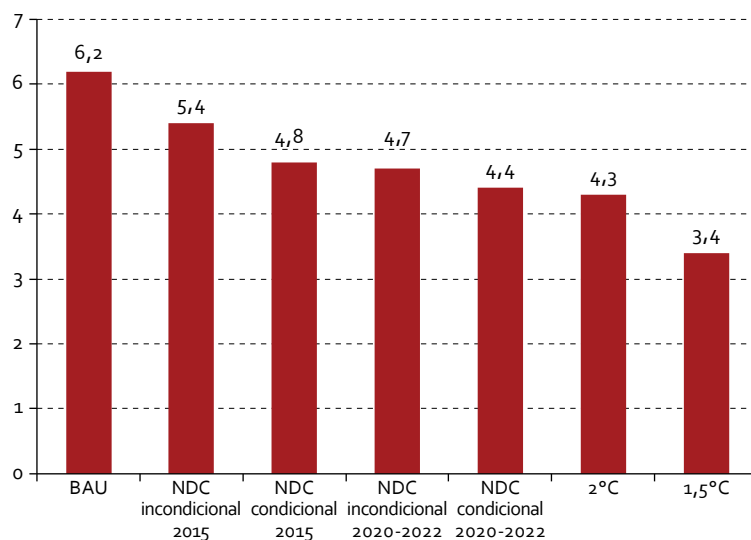
Lograr la meta de reducción de emisiones requiere un cambio estructural significativo. Entre 2010 y 2019, el desacople entre las emisiones y el PIB (descarbonización) se ha producido a una velocidad promedio de 0.9% anual. Lograr las metas establecidas en las NDC requiere aumentar esta velocidad entre 4 y 5 veces respecto a su nivel actual. Lograr las metas climáticas que demanda el Acuerdo de París requieren, a su vez, multiplicarla entre 6 y 8 veces (gráfico 11).

Cuadro 5
Proyecciones a 2030

Escenario	(a)	(b)	(c)	(d)
	Emisiones 2030 (GtCO ₂ eq)	Diferencia con respecto al BAU (GtCO ₂ eq)	Porcentaje con respecto al BAU	Velocidad anual de descarbonización 2022-2030 (En porcentajes)
BAU	6,2	-	-	-0,9
NDC Incondicional 2015	5,4	-0,8	-13	-2,4
NDC Condicional 2015	4,8	-1,4	-23	-3,8
NDC Incondicional 2019-2022	4,7	-1,5	-24	-3,9
NDC Condicional 2019-2022	4,4	-1,8	-29	-4,6
2°C	4,3	-1,9	-31	-4,9
1,5°C	3,4	-2,9	-46	-7,5

Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

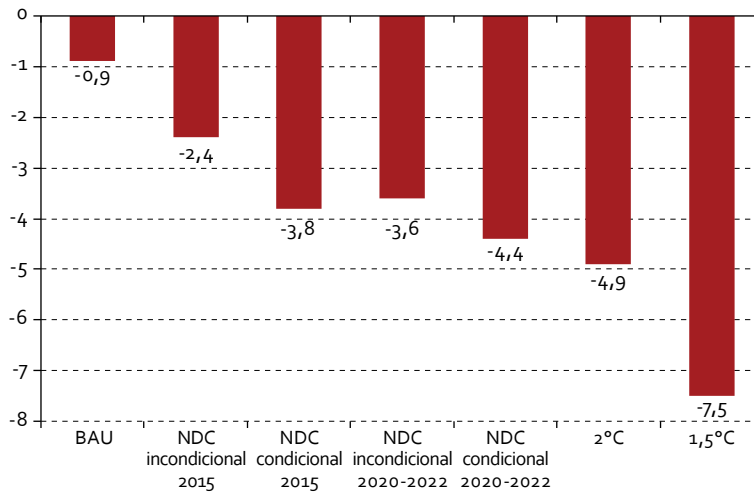
Gráfico 11
América Latina y el Caribe: emisiones de gases de efecto invernadero por escenario, 2030
(En gigatoneladas de CO₂ equivalente)



Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

América Latina y el Caribe exhibe un perfil de emisiones distinto al resto del mundo. En tanto que a nivel global las actividades relacionadas con el sistema energético (generación de electricidad y calefacción, extracción y refinación de petróleo, emisiones fugitivas) son la principal fuente de emisiones, en la región el 38% del total de las emisiones provienen del cambio de uso de suelo, principalmente por deforestación y 20% de la agricultura, ganadería y silvicultura (gráfico 13). Lo que resalta el patrón productivo de la región, ya que 90% de la deforestación se explica por la agricultura y ganadería (FAO and UNEP, 2020).

Gráfico 12
América Latina y el Caribe: velocidad anual de descarbonización por escenario
(En porcentajes)

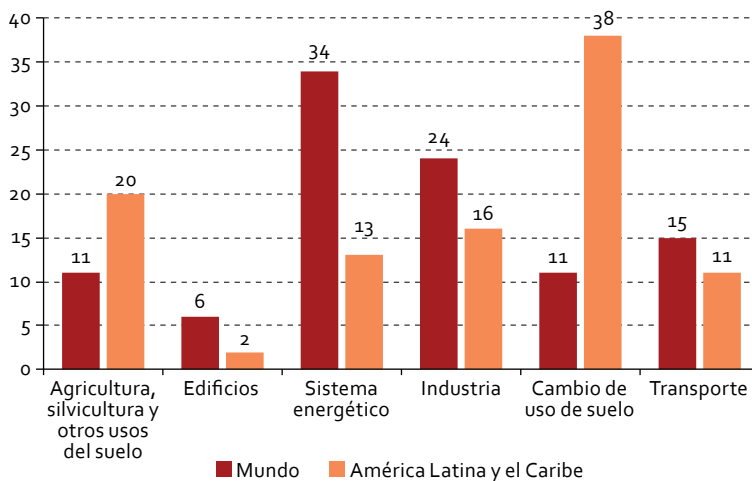


Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

En la región, el uso de energía en edificios, transporte, para la generación y distribución de electricidad y el sistema energético en general, produce 26% de las emisiones. Los procesos industriales y los residuos representan el 16% restante (Minx y otros, 2021a). Existen diferencias importantes entre países dependiendo de la matriz energética, la importancia del sector agrícola y ganadero y de la pérdida de cobertura forestal (gráfico 14).

Lograr los compromisos de reducción de emisiones requiere una estrategia que incorpore múltiples sectores. La combinación entre las distintas fuentes de emisiones en la región y la suma de compromisos regionales implica que las políticas de mitigación deben comprender diversas actividades entre las que destacan la deforestación, la ganadería, el transporte y la generación eléctrica.

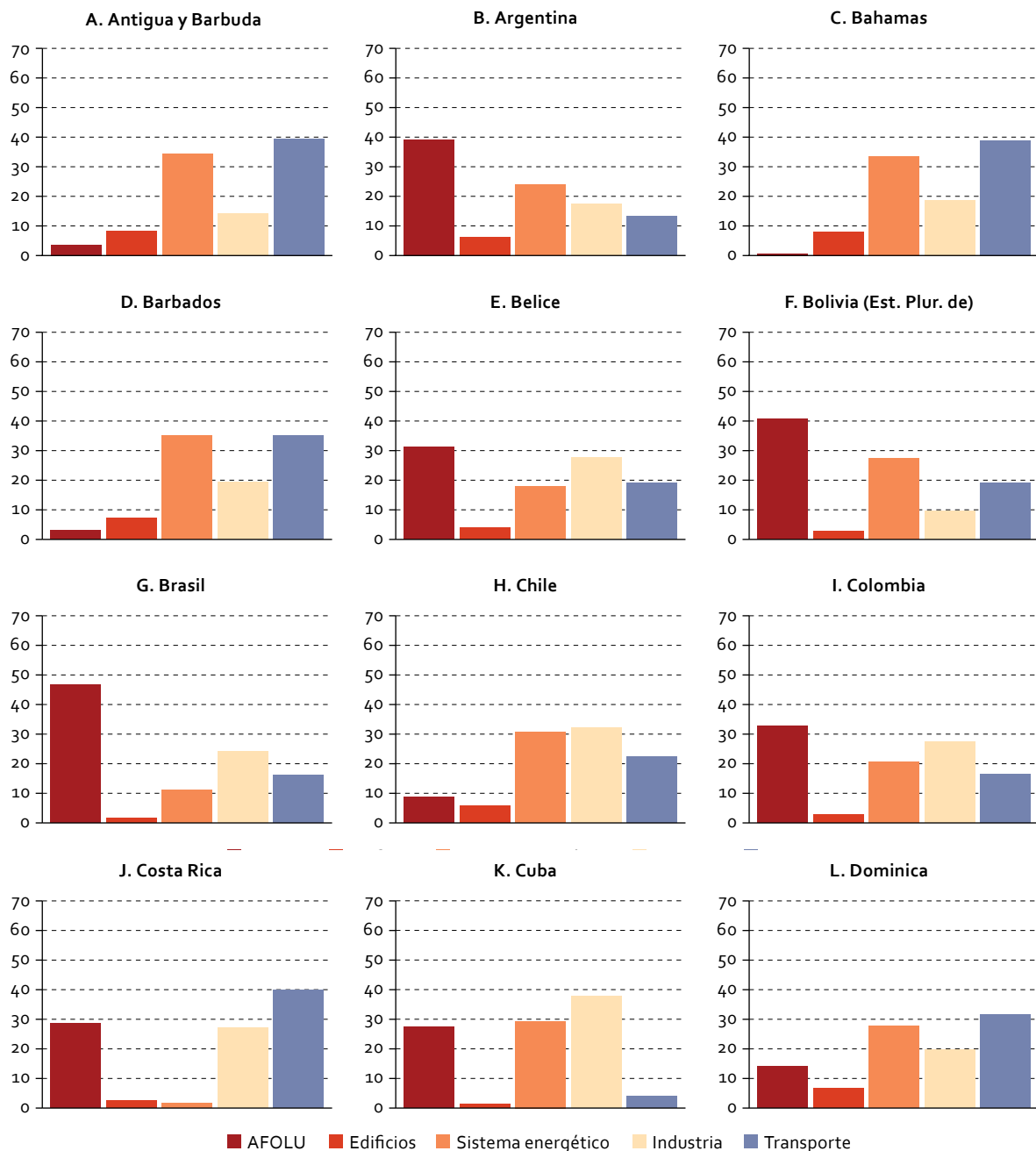
Gráfico 13
Mundo y América Latina y el Caribe: emisiones de gases de efecto invernadero por sector, 2019
(En porcentajes)

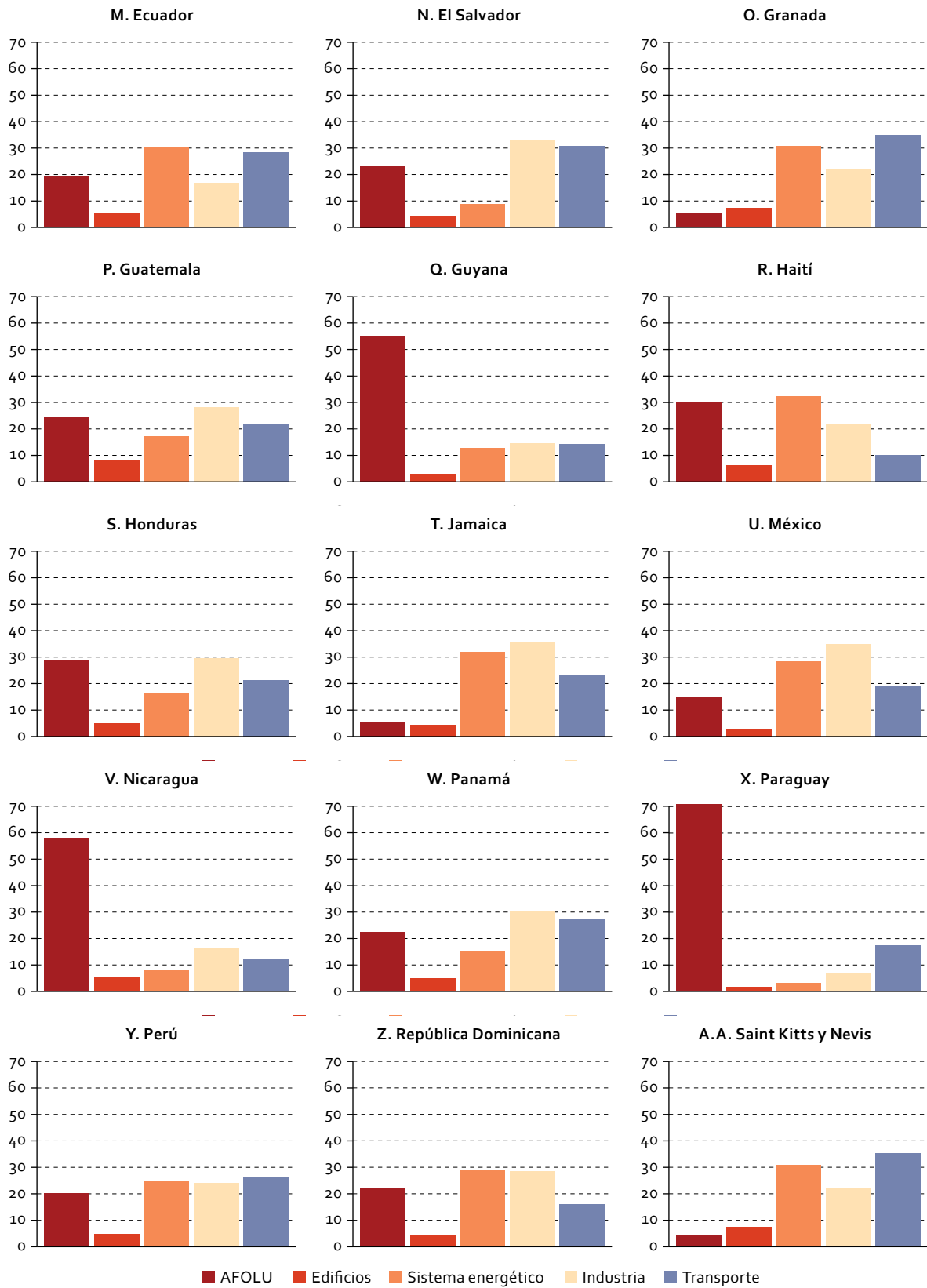


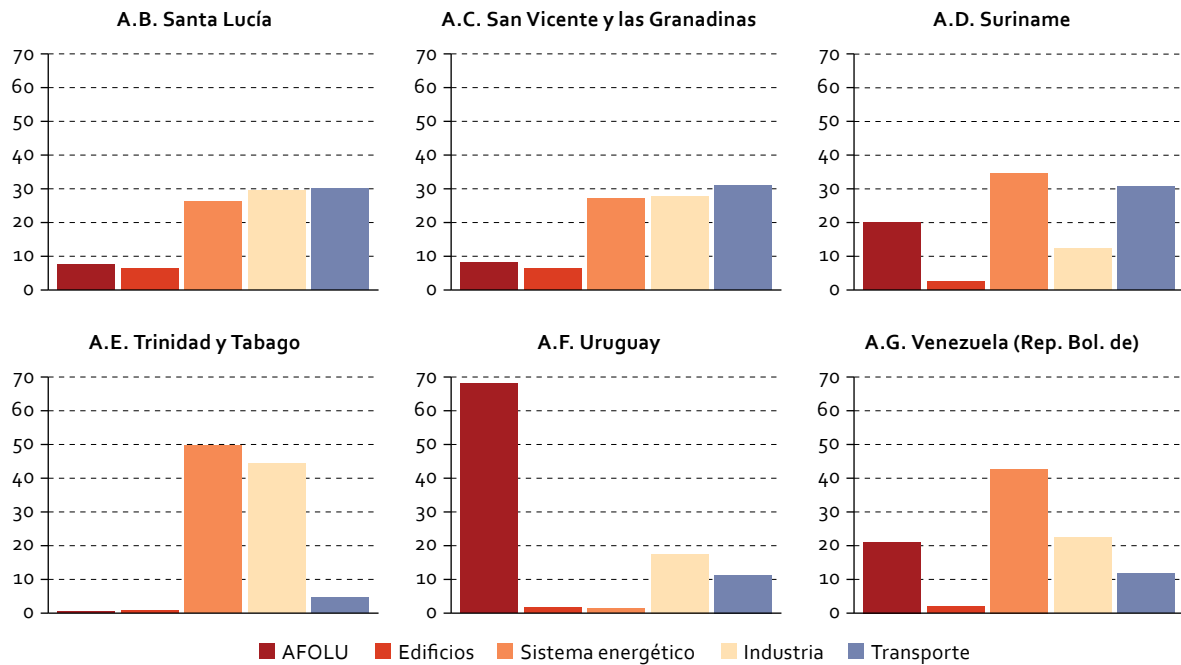
Fuente: Elaboración propia con datos de Minx, J. C. y otros (2021), «A comprehensive and synthetic dataset for global, regional, and national greenhouse gas emissions by sector 1970–2018 with an extension to 2019», Earth System Science Data, vol. 13, No. 11, Copernicus GmbH, 10 de noviembre.

Los países muestran diferencias importantes en cuanto a su perfil de emisiones. Dependiendo de su estructura productiva, de consumo y de generación de energía, la importancia de las distintas fuentes de emisiones varía por país. En este sentido, las prioridades de inversión difieren entre países. La energía hidroeléctrica ha sido una fuente fundamental para el consumo regional y la razón del diferente patrón de emisiones. Sin embargo, el cambio climático está acentuando la variabilidad de la pluviosidad reduciendo las capacidades actuales y poniendo en riesgo la participación de renovables de la matriz actual.

Gráfico 14
América Latina y el Caribe (33 países): emisiones de gases de efecto invernadero por sector, 2019
(En porcentajes)







Fuente: Elaboración propia con datos de Minx, J. C. y otros (2021), «A comprehensive and synthetic dataset for global, regional, and national greenhouse gas emissions by sector 1970–2018 with an extension to 2019», Earth System Science Data, vol. 13, No. 11, Copernicus GmbH, 10 de noviembre.

Quince países de la región cuentan con estimaciones de financiamiento necesario tanto en adaptación y/o mitigación en sus NDC. Los países representan 10.9% de las emisiones regionales. Los flujos estimados son tres veces mayores al total de financiamiento climático regional en 2020 (cuadro 6).

Cuadro 6
Países que han identificado y especificado el monto de financiamiento necesario total, de adaptación y mitigación
(Miles de millones de dólares)

País	Requerimiento adaptación	Requerimiento mitigación	Requerimiento total	Participación en emisiones de la región (En porcentajes)
Antigua y Barbuda	1,0-1,7 ^a		1,0-1,70	0,02
Belice	0,32	1,39	1,71	0,03
Bahamas	Sin especificación		0,004 ^a	0,07
Colombia	0,16	NA	0,16	5,72
Cuba	NA	13,78	13,78	1,27
Dominica	1,07	0,11	1,17	0,01
Granada	NA	1,05	1,05	0,01
Guyana	1,60	NA	1,60	0,14
Haití	16,6	8,77	25,37	0,38
Nicaragua	1,65	NA	1,65	0,55
República Dominicana	8,63	8,92	17,55	1,23
Saint Kitts y Nevis	0,13	0,64	0,77	0,01

País	Requerimiento adaptación	Requerimiento mitigación	Requerimiento total	Participación en emisiones de la región (En porcentajes)
Santa Lucía	NA	0,37	0,37	0,01
Suriname	Sin especificación		0,7 ^a	0,08
Trinidad y Tabago	NA	2,00	2,00	1,40
Total	30,16	37,03	68,88-69,58	10,93

Fuente: Elaboración propia con base en base a Climate Watch. 2023. Washington, D.C.: World Resources Institute. Disponible en: www.climatewatchdata.org; Participación en emisiones de la región en base a (Minx, JC, et al. 2021).

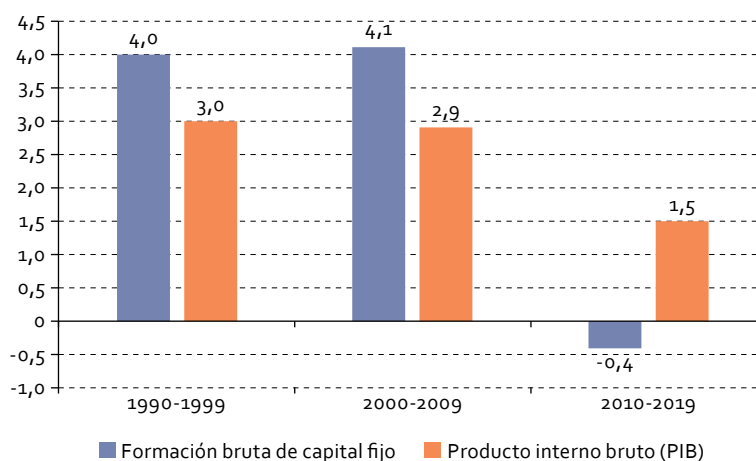
Nota: Para los países de Belice, Dominica, Haití, República Dominicana, y Saint Kitts y Nevis, se considera la NDC actualizada del 2020; Para Guyana se considera su primer NDC publicada en el 2016. Para la participación en las emisiones de la región se calcula con respecto al año 2019.

^a Dichos valores, por no estar especificados a qué categoría corresponden, se incluirán en la columna total, pero no en la columna de requerimiento adaptación ni mitigación.

La transición a economías bajas en carbono representa también una oportunidad. Generación de electricidad a través de fuentes renovable, electromovilidad, mejores prácticas agrícolas y ganaderas, fomento de la economía circular y soluciones basadas en la naturaleza son actividades con capacidad para reducir las emisiones a la vez que promueven el crecimiento económico, la generación de empleo y, potencialmente, una mejor inserción de la región en las cadenas de valor (CEPAL, 2020). Dado el perfil de emisiones regionales, evitar la deforestación y promover la reforestación es crucial. La creación de incentivos económicos y de marcos habilitantes por lo tanto resulta determinante para potenciar y acelerar las inversiones en estos sectores de baja huella de carbono.

Desde 2010 la región ha experimentado un entorno de bajo dinamismo económico. En el periodo 1990 a 2009 la región creció en promedio alrededor de 3% al año. Para el periodo 2010 - 2019 el ritmo de crecimiento se redujo a la mitad (gráfico 15). El bajo dinamismo se explica, en parte, por una caída en la inversión experimentada en la última década y que se agudiza por efectos que tuvo la pandemia y del conflicto bélico derivado de la invasión rusa a Ucrania.

Gráfico 15
América Latina y el Caribe: crecimiento anual promedio del PIB y de la inversión
(En porcentajes)



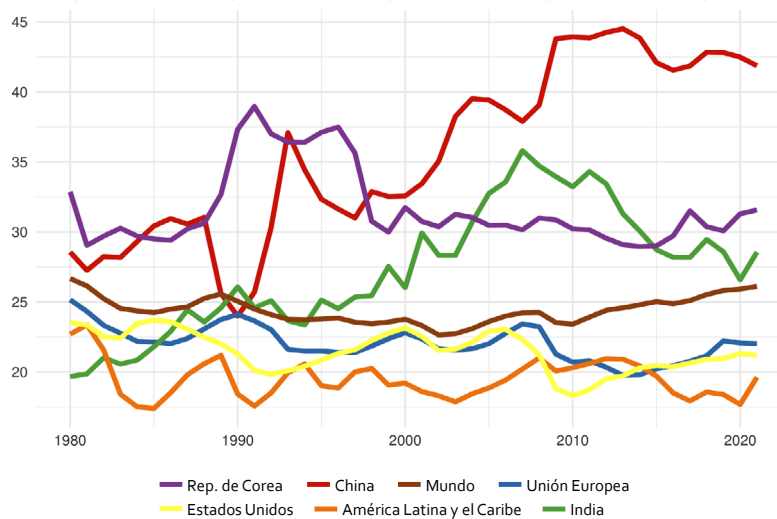
Fuente: CEPAL en base a CEPALSTAT.

La inversión es insuficiente para reducir las brechas y alcanzar las diversas metas de desarrollo. Desde la década de los ochenta, la inversión en la región como proporción del PIB se ha mantenido cerca del 19%, muy por debajo de economías como China, India o Corea que han invertido por encima del 30%

de su producto y por debajo del promedio mundial que se encuentra por encima del 20% (gráfico 16). La baja inversión en la región redonda en menor productividad, menor capacidad de crecimiento y de generación de empleos, lo cual dificulta la consecución de las metas de desarrollo de la región tales como la reducción de la pobreza y el acceso a servicios básicos de calidad (CEPAL, 2020, 2022b).

La erradicación de la pobreza a 2030 requiere un sólido crecimiento y medidas redistributivas de largo alcance. Se estima que la economía debe crecer, en promedio, al menos 4% para generar empleos que permitan reducir la pobreza y un paquete de medidas de redistribución del ingreso que transfieran hasta 3% del PIB hacia los hogares más vulnerables (CEPAL, 2020). Lograr un crecimiento de 4% requiere un esfuerzo de inversión como participación del PIB del 20% actual a 30% a 2030 (CEPAL, 2022c).

Gráfico 16
Regiones/países seleccionados: formación bruta de capital fijo
(Porcentaje del PIB)



Fuente: CEPAL en base a WDI.

III. Mitigación: los costos de la transición

A. Estimaciones de costos de transición a escala global

En esta sección se presentan una revisión, no extensiva, de estudios que presentan estimaciones sobre los montos de inversión necesarios para lograr la transición hacia economías bajas en carbono. Los estudios sirven como punto de referencia para las estimaciones que se presentan posteriormente. La sección presenta estimaciones a nivel global para acciones de mitigación.

Existen diversos enfoques y metodologías para estimar la inversión necesaria para cumplir con los objetivos climáticos. Una metodología común para estimar el costo de la transición a economías bajas en carbono es a través de modelos de evaluación integrados (IAMs por sus siglas en inglés). Este tipo de modelos incorporan la interrelación entre el sistema climático, la economía y el sistema energético. Modelos econométricos y de equilibrio general computable son de uso frecuente.

El cambio tecnológico es una fuente adicional de incertidumbre. Los costos de la generación de electricidad por fuentes renovables han visto un decrecimiento constante desde el año 2000 y muy acelerado en la última década. Entre 2010 y 2019, el costo para la generación de energía solar se redujo en 85%, de energía eólica 55% y 85% el costo de las baterías de iones de litio. La generación a través de solar fotovoltaica y eólica en tierra han bajado al punto de alcanzar niveles menores a los precios de la generación eléctrica por fuentes fósiles (IPCC, 2022a). Adicionalmente, la adopción de estas tecnologías se está generalizando a nivel global. Esto sugiere cierta convergencia entre los escenarios de políticas actuales y los del cumplimiento de NDC, al menos para el caso de la generación de energía eléctrica.

Hay un número limitado de estimaciones a nivel global sobre el costo de la transición. Las estimaciones difieren en alcance sectorial, el horizonte de tiempo y la metodología, estando la mayoría de ellos concentrados en el sector de energía. Los estudios permiten conocer los flujos necesarios, ya sea adicionales o que requieren ser redireccionados, para lograr las metas climáticas. A continuación, se detallan algunos de ellos.

De 2021 a 2050, McKinsey Global Institute (2022) estima que, la transición hacia economías con cero emisiones netas (consistente con un escenario de 1.5°C) requiere una inversión global anual

promedio de \$9.2 billones de dólares, 7.5% del PIB global. Este monto representa la inversión en activos físicos³ en los sectores de energía, movilidad, industria, edificios, agricultura, silvicultura y otros usos del suelo (gráfico 17).

Entre 2021 y 2050, la inversión anual adicional requerida, respecto a un escenario de políticas actuales, en inversiones bajas en carbono asciende en promedio a 1% del PIB global. El gasto anual adicional en activos bajos en emisiones requerido es de \$3.5 billones de dólares, respecto a las inversiones actuales. Se estima que el gasto será mayor durante los primeros años de la transición para luego decrecer hacia mediados de siglo. Para 2021 a 2025 la inversión adicional anual representa 0.8% del PIB global y alcanza un máximo de 1.4% entre 2026–2035, para fines de siglo la diferencia es menor a 1% del PIB. Adicionalmente, es necesario el redireccionamiento de inversiones de sectores altos en carbono, —tales como centrales eléctricas basadas en carbón o automóviles de motor de combustión interna—, hacia actividades bajas en carbono de alrededor de \$1 billón de dólares, aproximadamente 20% del gasto actual.

El gasto global acumulado a 2050 requeriría \$275 billones de dólares: la inversión en movilidad y energía son los sectores que más inversión requieren. Entre 2021-2050, la movilidad requiere un flujo acumulado de \$105 billones de dólares, el sector energético requiere un total de \$60 billones de dólares y edificios⁴ \$51 billones de dólares. Por otro lado, la agricultura, silvicultura y otros usos del suelo requerirán cerca de USD \$30 billones en gasto acumulado, en particular para expandir la producción agrícola, implementar prácticas agrícolas de bajas emisiones, como el uso más eficiente de fertilizantes e irrigación, evitar la deforestación y aumentar cobertura forestal en otras áreas (McKinsey Global Institute, 2022).

Los combustibles fósiles aún requerirán inversiones. Los combustibles fósiles tendrán demanda en sectores donde la electrificación no es una opción viable. El gasto en extracción, procesamiento y distribución de carbón, petróleo y gas ascendería a cerca de \$20 billones de dólares en total. Sectores como el acero y el cemento requerirán capital para construir una capacidad de producción alternativa y la expansión de la capacidad y la infraestructura para otros combustibles bajos en carbono (hidrógeno, calor y biocombustibles) requerirá un gasto de capital total de \$6.9 billones de dólares.

IPCC (2022) realiza una estimación de los flujos globales para la mitigación, en este caso para 2030 bajo escenarios de 2°C y 1.5°C. Estima que deben aumentar en un factor de entre 3 y 7 veces en relación con los flujos actuales. Actualmente la inversión global en mitigación asciende a \$0.7 billones de dólares por año, pero el rango de incremento deberá ubicarse entre los \$2.3 y los \$4.6 billones de dólares anuales a 2030, si se desean alcanzar escenarios que limiten el calentamiento global a 2°C y 1.5°C⁵, respectivamente.

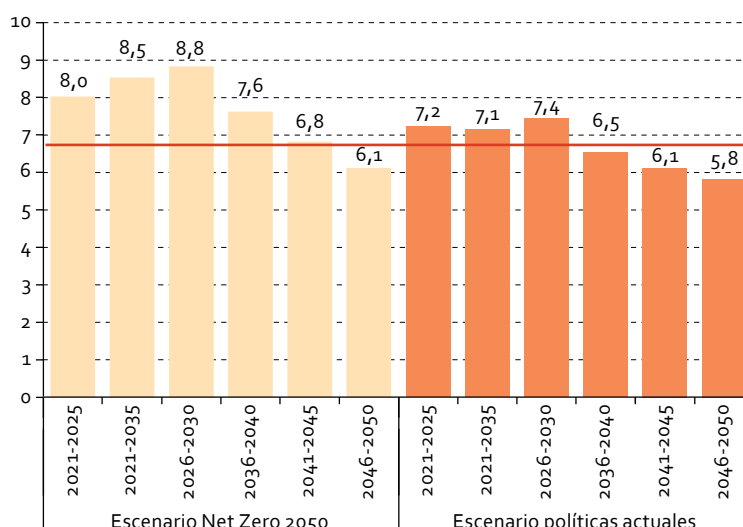
El sector transporte y energía concentran la mayor parte de los requerimientos de inversión. La inversión anual en el sector de energía se ubica entre el rango de \$0.75 billones y \$1.5 billones, el sector de eficiencia energética entre \$0.5 billones y \$1.7 billones, transporte entre \$0.95 billones y \$1.1 billones, mientras que AFOLU posee el requerimiento de entre \$0.1 billones y \$0.3 billones (gráfico 18).

³ El gasto total en activos físicos incluye los sectores de energía, movilidad, combustibles fósiles, biocombustibles, hidrógeno, calor, CCS (sin incluir almacenamiento), edificios, industria (acero y cemento), agricultura y silvicultura. Es decir, la estimación incluye el gasto en activos físicos en varias formas de suministro de energía (sistemas de energía, suministro de hidrógeno y biocombustibles, entre otros), demanda de energía y uso de la tierra. Esto incluye tanto lo que normalmente se considera "inversiones" en las cuentas nacionales como el gasto, en algunos casos, en bienes de consumo duraderos, como automóviles personales. Escenario basado en el escenario NGFS Net Zero 2050 utilizando REMIND-MAGPIE (fase 2). Basado en el análisis de sistemas que representan 85% de las emisiones totales de dióxido de carbono equivalente (CO₂e) en la actualidad.

⁴ Instalación de sistemas de calefacción y cocina con electricidad y otras alternativas y para mejorar el aislamiento.

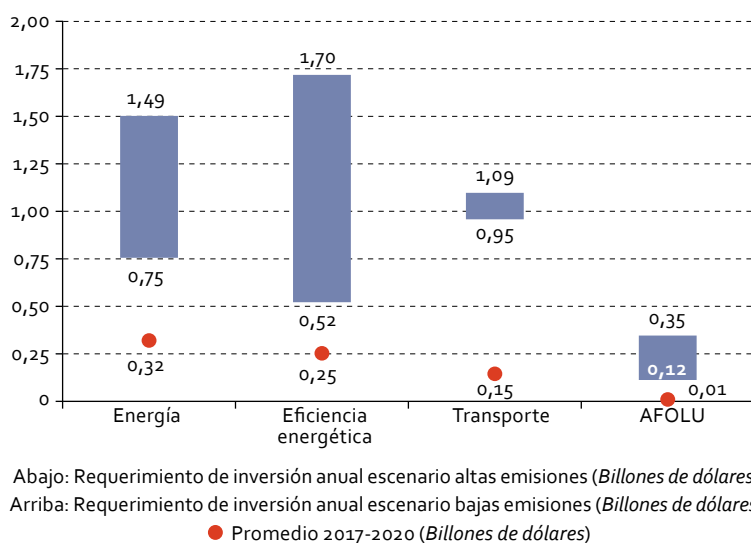
⁵ Los sectores incluidos en el análisis son: los sectores agrícola y forestal, electricidad, eficiencia energética y transporte. Se excluyen las transacciones vinculadas a la adaptación. Se excluyen del análisis la asistencia técnica (es decir, el apoyo a las políticas y al presupuesto nacional o el desarrollo de capacidades) y otras financiaciones no relacionadas con el despliegue tecnológico. Para la electricidad, se basó en los resultados de la IAM más las necesidades de inversión incrementales para T&D y almacenamiento. Para la Eficiencia Energética, se basó en el Escenario de Transformación Energética (TES) de IRENA y ajustada a las categorías regionales del IPCC en función del PIB. Los sectores de agricultura y silvicultura se basaron en el análisis del capítulo 7.4 del informe anual del IPCC (IPCC, 2021) y necesidades adicionales basadas en el PIB. Las inversiones en transporte para el ferrocarril se basan en las necesidades de inversión ferroviaria de GIO por país y en el desglose regional de IRENA para la eficiencia energética total de las necesidades de infraestructura de carga de vehículos eléctricos, eficiencia energética en el transporte y costes de las baterías de los vehículos eléctricos.

Gráfico 17
Requerimiento global de inversión en activos físicos por escenario: Net Zero 2050 y políticas actuales
(Porcentaje de PIB)



Fuente: McKinsey, "The net-zero Transition", 2022.

Gráfico 18
Mundo: requerimiento de inversión anual por escenario y sector
(En billones de dólares)



Fuente: Elaboración propia en base a IPCC, "AR6 Cambio Climático 2022: Mitigación del Cambio Climático", 2022.

En línea con los montos citados anteriormente, Climate Policy Initiative (2022), detalló que el financiamiento global para el clima casi se duplicó en la última década. Entre 2011-2020, el monto acumulado fue de \$4.8 billones en financiamiento para el clima comprometido, un promedio anual de \$480 mil millones. Si bien el financiamiento para el clima aumentó a una tasa de crecimiento anual promedio acumulada del 7%, los niveles actuales de aumento no van a la velocidad requerida para cumplir con un escenario de calentamiento global de 1.5 °C. Para ello, se necesitarían, al menos, \$4.3 billones en flujos financieros anuales para 2030. En 2020 existían \$200 billones de dólares en poder de los inversores.

PNUMA (2022) expone que la transformación global hacia una economía baja en carbono requiere inversiones anuales de, al menos, entre \$4 y 6 billones. Esta es una parte relativamente pequeña de los activos financieros totales a nivel global, sumando entre 1.5% y 2%, pero significativo, ya que representa entre 20% y 28% de los recursos anuales adicionales necesarios para la transición (PNUMA, 2022). El sistema financiero debe convertirse en un facilitador crítico de transformación en todos los sectores.

B. Estimaciones para el sector energético global

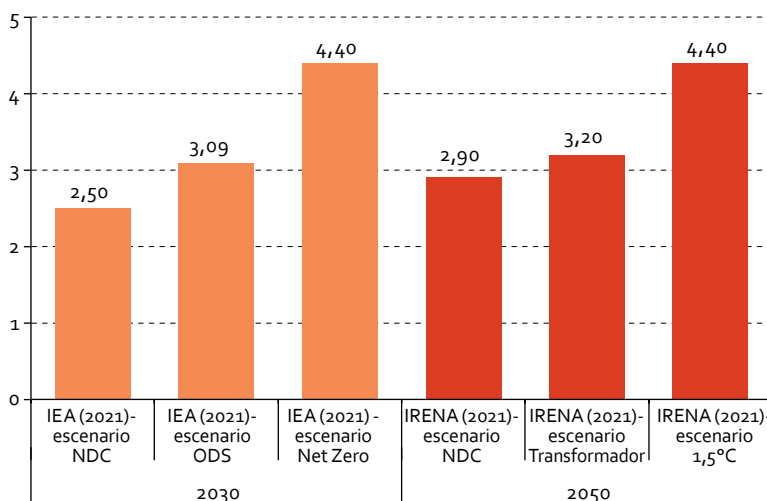
IRENA (2021) estima que, para el periodo 2021 - 2050, para lograr las metas climáticas del 1.5°C se requiere un flujo de inversión anual en el sistema energético de 4.4 billones de dólares. Esto de contrastarse con el flujo relativo a las políticas actuales que se estima en \$3.3 billones de dólares.

La inversión necesaria es mayor para el periodo 2021 – 2030 respecto al periodo 2031 – 2050. Para el primer periodo, el escenario consistente con el 1.5°C, involucra un flujo de inversión de \$5.7 billones anuales, mientras que entre 2031 y 2050 este flujo se reduce a \$3.7 billones (IRENA, 2021).

En la misma línea, IEA (2022) estima que para transitar hacia las emisiones netas cero para 2050 se requieren duplicar el monto de inversión en el sistema energético actual. En 2021, se invirtieron \$2.2 billones en el sistema energético mundial, de los cuales \$0.8 billones fueron en combustibles fósiles y \$1.3 billones en energías limpia. Para 2030, el escenario de políticas establecidas y anunciadas por los gobiernos, la inversión en el sistema energético llegaría a \$2.5 billones, mientras que en el escenario de cero emisiones netas (NZE) la inversión asciende a \$4.4 billones de dólares.

Entre 2017 y 2021, el gasto en inversión en energía como porcentaje del PIB representó alrededor del 2% del PIB mundial en promedio, en el escenario NZE a 2030, el monto se eleva a 4.1% del PIB. El aumento en la inversión se destina fundamentalmente a las energías renovables, que aumenta más de un factor de tres durante este período. Es decir, si en la actualidad por cada dólar gastado a nivel mundial en combustibles fósiles, se gasta \$1.5 dólares en tecnologías de energía limpia, en el escenario NZE a 2030, cada \$1 gastado en combustibles fósiles es superado por \$5 en suministro de energía limpia y otros \$4 en eficiencia y usos finales (IEA, 2022).

Gráfico 19
Mundo: inversión anual necesaria para la transición energética entre 2021-2030 y 2021-2050, según la IEA e IRENA
(En billones de dólares)



Fuente: Elaboración propia en base a IRENA (2021), "World Energy Transitions Outlook: 1.5°C Pathway", Abu Dhabi, International Renewable Energy Agency; IEA (2021), "Investment Data Explorer".

Bhattacharya y otros (2022), realizan una estimación enfocada en los países en desarrollo, excluyendo China, enfocada en los niveles necesarios de inversión anual para cumplir con los ODS. Los autores estiman que, para cumplir con los ODS, los niveles de gasto en capital humano, infraestructura sostenible (incluyendo transición energética), adaptación y resiliencia y capital natural deben incrementarse en 3,500 mil millones de dólares a 2030, alcanzando 18.2% del PIB de este conjunto de países (Bhattacharya y otros, 2022). En 2019, las inversiones en estos rubros ascendieron a 11.3% del PIB, por lo cual la brecha entre los montos actuales y el deseado a 2030 es de 6.9% del PIB. La inversión climática, que incluyen inversiones transición energética, adaptación y resiliencia y AFOLU, debería ascender a 2030 a 2,250 mil millones de dólares de los 450 mil millones actuales. Representando una brecha de 4.8% del PIB (cuadro 7).

Cuadro 7
Necesidades de inversión anual para el desarrollo sostenible y la acción climática para los países en desarrollo
(Miles de millones de dólares y porcentaje del PIB)

	2019 (Miles de millones de dólares)	2019 (Porcentaje del PIB)	2030 (Miles de millones de dólares)	2030 (Porcentaje del PIB)	Brecha 2019-2030 (Miles de millones de dólares)	Brecha 2019-2030 (Porcentaje del PIB)
Inversión relacionada con ODS	2 385	11,3	5 880	18,2	3,500	6,9
De la cual: Inversión climática	450	2,1	2 250	6,9	1,800	4,8

Fuente: Finance for climate action Scaling up investment for climate and development. Report of the Independent High-Level Expert Group on Climate Finance (<https://www.lse.ac.uk/granthaminstitute/wp-content/uploads/2022/11/IHLEG-Finance-for-Climate-Action-1.pdf>) y Bhattacharya et al. (2022).

Nota: Inversiones relacionadas con ODS incluyen inversiones en capital humano, infraestructura sostenible (incluyendo transición energética), adaptación y resiliencia y capital natural. Inversiones climáticas incluyen inversiones transición energética, adaptación y resiliencia y AFOLU.

C. Estimaciones de costos de la transición en América Latina y el Caribe

En América Latina y el Caribe, la inversión anual promedio para lograr cero emisiones netas (escenario de 1.5°C) a 2050 ascendería a 9.4% del PIB regional. El gasto anual equivaldría a \$0.7 billones y se destinaría principalmente a movilidad (~40%), agricultura (~20%) y generación eléctrica y edificios (~20%), el resto se distribuye entre energías fósiles, hidrógeno, biocombustibles y calor, silvicultura e industria (McKinsey Global Institute, 2022).

Entre 2021 y 2050, la inversión anual en el escenario de emisiones netas cero es, en promedio, mayor en 1% del PIB⁶ a la inversión en el escenario de políticas actuales. Como porcentaje del PIB, la inversión anual en un escenario de políticas actuales asciende a 8.4% mientras que en el escenario de cero emisiones netas es de 9.4%. Evidentemente, el rubro de gasto difiere por escenario, y el gasto en rubros como cultivos bajos en emisiones y reforestación aumentarían en más de 50% (McKinsey Global Institute, 2022).

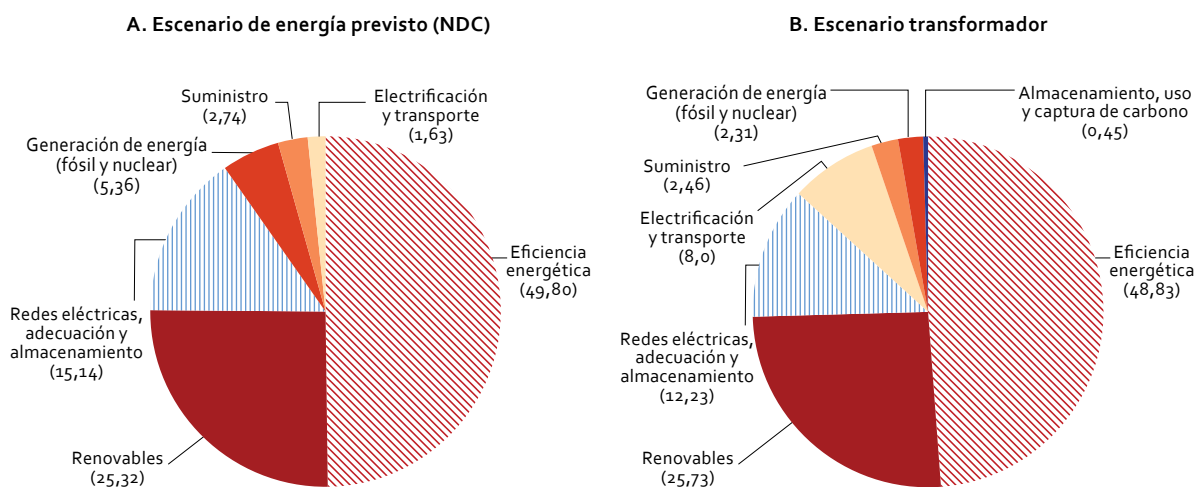
Por otro lado, el IPCC (2022) estima que el flujo de inversión en mitigación debe aumentar en un factor de 4 a 8 en América Latina y el Caribe. El flujo promedio anual de inversión en mitigación entre 2017-2020 es de \$0.04 billones de dólares, este monto debe incrementarse entre \$0.2 a \$0.38 billones anualmente, para cumplir con escenarios consistentes con un aumento de la temperatura global menor a 2°C y 1.5°C. Como porcentaje del PIB, los requerimientos se sitúan entre el 4% y el 9% del PIB para los países en desarrollo, mientras que para los países desarrollados entre 2% y el 4% (IPCC, 2022a).

⁶ La estimación se realizó bajo el supuesto de que la distribución global del gasto entre regiones se mantiene constante.

1. Estimaciones para el sector energético de América Latina y el Caribe

Centrando la atención en el sistema energético de la región, IRENA (2021) estima que entre 2021 y 2050, la inversión acumulada en el escenario de políticas energéticas planificadas, en América Latina y el Caribe, es de \$2.9 billones de dólares⁷. Esto es, una inversión anual promedio de \$102 mil millones de dólares destinadas principalmente a acciones de eficiencia energética (50%), energías renovables (25%), y redes eléctricas, adecuación y almacenamiento (15%) (IRENA, 2021). Para cumplir con las metas de transformación energética, la inversión requerida aumenta 40%, donde la inversión acumulada alcanza \$4 billones entre 2021 y 2050. Es decir, \$141 mil millones de dólares anuales. La mayor parte de la inversión se sigue concentrando en acciones de eficiencia energética (48%) y renovables (25%), pero la electrificación de la calefacción y el transporte pasa de 1% en el escenario de políticas energéticas planificadas a 8% en el escenario de transformación energética (IRENA, 2021).

Gráfico 20
América Latina y el Caribe: requerimiento de inversión en energía por sector
(En porcentajes)



Fuente: Elaboración propia en base a IRENA, "World Energy Transitions Outlook: 1.5°C Pathway", 2021.

Nota: El "Escenario Transformador (EET)" describe una vía de transformación energética ambiciosa, pero realista, basada en gran medida en las fuentes de energía renovables y en una mejora constante de la eficiencia energética (aunque no limitada exclusivamente a estas tecnologías). Esto situaría al sistema energético en la senda necesaria para mantener el aumento de la temperatura global muy por debajo de los 2 grados centígrados (°C) y hacia los 1,5 °C durante este siglo. El Escenario Energético Previsto (PES, por su sigla en inglés) está basado en los planes energéticos actuales de los gobiernos y en otros objetivos y políticas previstos, incluidas las Contribuciones Nacionalmente Determinadas (NDC).

⁷ Dentro del análisis, se considera: eficiencia energética - incluye medidas de eficiencia desplegadas en sectores de uso final como industria, edificios y transporte y las inversiones necesarias para la renovación de edificios y cambios estructurales excluido el cambio modal en el transporte; energías renovables - incluyen las inversiones necesarias para el despliegue de tecnologías renovables para la generación de energía, así como aplicaciones de uso final directo; electrificación y transporte - incluye inversiones realizadas en infraestructura de carga para vehículos eléctricos y para la electrificación de vías férreas y para desplegar unidades de bombas de calor en edificios, y sectores industriales; redes eléctricas y flexibilidad energética - incluye las inversiones realizadas para la ampliación y renovación de redes de transmisión y distribución, inversiones relacionadas con infraestructura medidores inteligentes, capacidad hidroeléctrica bombeada, almacenamiento de batería estacionario descentralizado y a escala de servicio público y capacidad de generación de energía nueva y modernizada para garantizar la adecuación de la generación; suministro - incluye las inversiones realizadas en el suministro de combustibles fósiles, producción de biocombustibles y electrolizadores de hidrógeno para el mundo; CCS se refiere a la captura y almacenamiento de carbono.

Para América Latina, IEA (2021) señala que entre 2016 y 2020, el flujo de inversión promedio en energía para uso final fue de \$119 mil millones de dólares, 2.3% del PIB. En un escenario de políticas actuales, la inversión anual promedio llegaría en los periodos 2021-2025 y 2026-2030 a \$160 mil millones de dólares (2.9% del PIB) y \$180 mil millones (2.8% del PIB) respectivamente. En un escenario consistente con el Acuerdo de París y los ODS (escenario de desarrollo sostenible⁸), la inversión debe aumentar a \$162 mil millones de dólares (2.9% del PIB) en 2021 – 2025, mientras que entre 2026-2030 alcanza los \$189 mil millones (3% del PIB) (IEA, 2021).

a) Estimaciones adicionales para el sistema energético

En esta sección se presentan estimaciones sobre los niveles de inversión requeridos para el sistema energético de la región⁹ a 2030. Los resultados presentados, provienen de los escenarios elaborados para la Fase 3 del Network for Greening the Financial System (NGFS) en base a los modelos de evaluación integrados (véase el recuadro 1): MESSAGEix-GLOBIOM 1.1-M-R12 y REMIND-MAGPIE 3.0-4.4 (incluyéndose la extensión del modelo REMIND-MAGPIE 3.0-4.4 que incluye impactos físicos).

Los modelos seleccionados¹⁰ incorporan las interacciones principales entre el sistema energético, económico y ambiental. Estos modelos son utilizados para evaluar los costos de alcanzar los objetivos de políticas ambientales (Riahi et al., 2021; McCollum et al., 2018).

Para mostrar distintos niveles de riesgo, la NGFS desarrolló categorías de escenarios (cuadro 8):

- **Escenarios ordenados (orderly scenarios).** Suponen la introducción temprana de políticas climáticas, las cuales se vuelven progresivamente más restrictivas. Los riesgos físicos y de transición son relativamente atenuados.
- **Escenarios desordenados (disorderly scenarios).** Exploran riesgos de transición mayores derivados de que las políticas se aplazan o son divergentes entre sectores y países. Por ejemplo, los precios del carbono (como indicador no sólo de la introducción de un precio al carbono- impuesto, precios sombra o mercado de emisiones, sino también de diversas políticas restrictivas o reguladoras de las actividades intensivas en emisiones de gases de efecto invernadero) requieren aumentar abruptamente después de ser aplazados.
- **Escenarios mundo de la casa caliente (Hot house world scenarios).** Asume que algunas políticas climáticas son implementadas en algunas jurisdicciones, pero los esfuerzos globales resultan insuficientes para detener significativamente el calentamiento global. Los escenarios resultan en riesgo físico severo incluyendo impactos irreversibles como el aumento del nivel del mar.

⁸ El escenario de desarrollo sostenible de IEA representa una visión de un sistema energético futuro que es consistente con el logro de los objetivos de desarrollo sostenible y se alinea con los objetivos del Acuerdo de París sobre el cambio climático. Dicho escenario toma acciones que reducen las emisiones de CO₂ al tiempo que combate la contaminación atmosférica, logrando un acceso universal a la energía. La trayectoria de las emisiones de CO₂ hasta 2050 en el Escenario de Desarrollo Sostenible se sitúa dentro de los escenarios de 1,5 °C utilizados por el IPCC. La acción climática después de 2050 determinará el resultado final de la temperatura: si las emisiones se vuelven negativas netas después de 2070, el Escenario de Desarrollo Sostenible podría dar lugar a un 50% de posibilidades de limitar el aumento de la temperatura por debajo de 1,5 °C.

⁹ Incluye América Latina y el Caribe (R5): Argentina, Barbados, Bahamas, Belice, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, República Dominicana, Ecuador, El Salvador, Granada, Guatemala, Guyana, Haití, Honduras, Jamaica, Martinica, México, Anguila, Suriname, Nicaragua, Paraguay, Perú, Panamá, Sain Kitts and Nevis, Santa Lucía, Trinidad y Tabago, Uruguay, San Vicente y las Granadinas, Venezuela, Guadalupe, Antillas Holandesas, Uruguay, Venezuela, Trinidad y Tabago.

¹⁰ Para efectos de la presentación de resultados, los nombres de los modelos serán abreviados de la siguiente manera: el REMIND-MAGPIE (el REMIND-MAGPIE 3.0-4.4); REMIND-MAGPIE (IFD) (REMIND-MAGPIE 3.0-4.4 IntegratedPhysicalDamages, median); MESSAGEix-GLOBIOM (MESSAGEix-GLOBIOM 1.1-M-R12).

Recuadro 1
Descripción de los modelos

IAM	MESSAGEix-GLOBIOM (IIASA)	REMIND-MAGPIE 3.0-4.4
Nombre	Modelo de alternativas de oferta energética y sus impactos ambientales generales. (MESSAGEix) Modelo de administración global de la biosfera (GLOBIOM)	Modelo Regional de Inversión y Desarrollo (REMIND) Modelo de Producción Agrícola y sus Impactos en el Medio Ambiente (MAGPIE)
Concepto y método de solución	Equilibrio general y Maximización del bienestar (esta versión contiene demandas fijas por materiales)	REMIND: equilibrio general y maximización del bienestar MAGPIE: modelo de equilibrio parcial del sector agrícola y minimización de costos
Anticipación	Inter temporal	REMIND: inter temporal MAGPIE: recursividad dinámica (miope)
Dimensión temporal	Año base: 2010, para utilizar la secuencia de 10 años (2060-2100) Año base: 2015, para utilizar la secuencia de 5 años (2015-2060)	Año base: 2005 Secuencia: 5 años (2005-2060) 10 años (2060-2100) Horizonte: 2100
Dimensión espacial	12 regiones del mundo	12 regiones del mundo
Cambios tecnológicos	Exógeno	Endógeno para solar, viento y baterías
Dimensión tecnológica	64 conversiones tecnológicas	50 conversiones tecnológicas
Inclusión del sector cambio y uso de suelo	Incluye	Incluye
Sectores de demanda y detalle de subsectores	Edificios. Industria (cemento, químicos, metales, metales no ferrosos, otros) Transporte	Edificios. Industria (cemento, químicos, metales, otros) Transporte. (variados modos y tecnologías)
Agregado de la región en el modelo y países que considera	LAM; Latin America and the Caribbean Incluye 45 países (Antigua y Barbuda, Argentina, Barbados, Bermuda, Bahamas, Belice, Bolivia (Estado Plurinacional de), Brasil, Chile, Islas Caimán, Colombia, Costa Rica, Cuba, Dominica, República Dominicana, Ecuador, El Salvador, Guyana Francesa, Islas Malvinas, Granada, Guatemala, Guyana, Haití, Honduras, Jamaica, Martinica, Monserrat, México, Aruba, Anguila, Suriname, Nicaragua, Paraguay, Perú, Panamá, Saint Kitts y Nevis, Santa Lucía, Trinidad y Tabago, Uruguay, San Vicente y las Granadinas, Venezuela (República Bolivariana de), Guadalupe, Antillas Holandesas, Islas Turcas y Caicos)	LAM: Latin America and the Caribbean. Incluye 54 países (Antigua y Barbuda, Argentina, Barbados, Bermuda, Bahamas, Belice, Bolivia (Estado Plurinacional de), Brasil, Chile, Islas Caimán, Colombia, Costa Rica, Cuba, Dominica, República Dominicana, Ecuador, El Salvador, Guyana Francesa, Islas Malvinas, Granada, Guatemala, Guyana, Haití, Honduras, Jamaica, Martinica, Monserrat, México, Aruba, ,Antártica, Anguila, Suriname, Nicaragua, Paraguay, Perú, Panamá, Saint Kitts y Nevis, San Martín, Santa Lucía, Trinidad y Tabago, Uruguay, San Vicente y las Granadinas, Venezuela (República Bolivariana de), Guadalupe, Antillas Holandesas, Islas Turcas y Caicos, Georgia del Sur, Islas Vírgenes Británicas, Islas Vírgenes de Estados Unidos)

Fuente: NGFS fase 3, 2022.

Cuadro 8
Escenarios NGFS, fase 3

Categoría	Escenario	Temperatura promedio fin de siglo	Reacción política	Cambio tecnológico	Eliminación de dióxido de carbono	Variación de la política regional
Ordenado	Net Zero 2050	1,4 °C	Inmediata y gradual	Rápido	Uso medio-alto	Media
	Below 2°C	1,6 °C	Inmediata y gradual	Rápido	Uso medio-alto	Baja
Desordenado	Delayed Transition	1,6 °C	Tardía	Lento/tardío	Uso medio-bajo	Alta
	Divergent Net Zero	1,4 °C	Inmediata, divergente entre sectores	Moderado	Uso medio-bajo	Media
Alto nivel de calentamiento global	Contribuciones determinadas a nivel nacional	2,6 °C	Cumplimiento de NDC (marzo 2022)	Lento/tardío	Uso medio-bajo	Media
	Políticas actuales	3 °C (+)	Ninguna-políticas actuales	Lento-tardío	Uso bajo	Baja

Fuente: NGFS fase 3, 2022.

Dado que la reducción de emisiones a que se ha comprometido la región es cercana al escenario consistente con limitar el aumento de temperatura por debajo de los 2°C (**"Below 2°C"**), **se elige este escenario como escenario de referencia para la región.**

La inversión total del sistema energético (oferta + demanda) se compone de inversiones para la adición o sustitución de equipo del lado de la oferta del sistema energético y, del lado de la demanda, en eficiencia energética en los diversos sectores de uso final (edificios, transporte e industria). En particular, estas inversiones se dividen en: extracción y conversión de combustibles fósiles, extracción y conversión de energía nuclear, extracción y conversión de bioenergía, generación de electricidad por las diversas fuentes, la transmisión y distribución de energía y su almacenamiento, la producción de electricidad por fuentes fósiles con captura de carbono, así como las acciones de eficiencia energética (McCollum y otros, 2018).

Entre 2020 y 2030, la inversión anual deberá aumentar entre un 0.2 a 1.0% del PIB en un escenario consistente con las NDC (**"Below 2°C"**) en comparación a los niveles del 2020. Al promediar los modelos, la inversión anual debe incrementarse en 0.7% del PIB regional respecto al nivel de inversión del 2020 (cuadro 9 y gráfico 21).

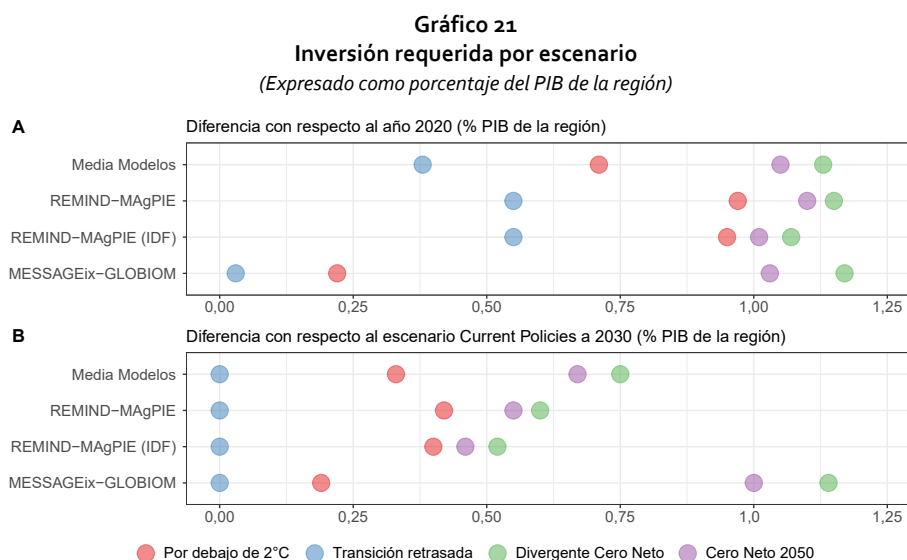
Al comparar el escenario **consistente con las NDC ("Below 2°C")** con el escenario de políticas actuales, **la inversión media anual adicional entre 2020 y 2030 se encuentra entre 0.2% y 0.4% del PIB regional.** El promedio de los modelos indica que **se requiere invertir anualmente un 0.3% del PIB adicional al nivel** requerido para satisfacer la demanda energética al 2030 con una matriz consistente con las NDC de la región (cuadro 9 y gráfico 21).

Cuadro 9
Diferencias de inversión media anual según escenario, 2021-2030
(Expresado como porcentaje del PIB de la región)

	Diferencia con respecto a	Políticas actuales	Transición retrasada	NDC	Por debajo de 2°C	Cero Neto 2050	Divergente Cero Neto
MESSAGEix-GLOBIOM	2020	0,03	0,03	0,05	0,22	1,03	1,17
	Políticas actuales	-	0,00	0,02	0,19	1,00	1,14

	Diferencia con respecto a	Políticas actuales	Transición retrasada	NDC	Por debajo de 2°C	Cero Neto 2050	Divergente Cero Neto
REMIND-MAgPIE	2020	0,55	0,55	0,79	0,97	1,10	1,15
	Políticas actuales	-	0,00	0,24	0,42	0,55	0,60
REMIND-MAgPIE 2	2020	0,55	0,55	0,75	0,95	1,01	1,07
	Políticas actuales	-	0,00	0,20	0,40	0,46	0,52
Media	2020	0,38	0,38	0,53	0,71	1,05	1,13
	Políticas actuales	-	0,00	0,15	0,33	0,67	0,75

Fuente: Elaboración propia en base a NGFS fase 3.



Fuente: Elaboración propia en base a NGFS fase 3.

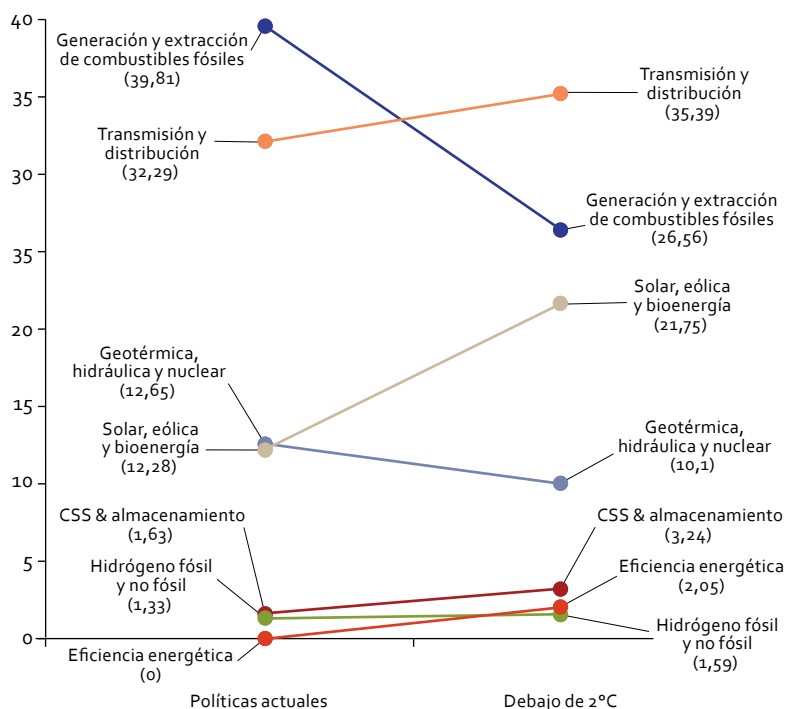
Nota: Los escenarios son abreviados bajo las siguientes siglas. B2°C (Below 2°C), Delayed Transition (DT), Net Zero 2050 (NZ2050), Divergent Net Zero (DVNZ).

El destino de las inversiones en el escenario consistente con las NDC ("Below 2°C") muestra cambios significativos respecto al escenario de políticas actuales. La inversión en transmisión y distribución es el rubro de mayor relevancia con el 35% del total de la inversión. La inversión en fósiles disminuye de 40% en un escenario de políticas actuales a 27% en el escenario consistente con las NDC. La inversión en renovables: solar, eólica y bioenergía, pasa de 12% a 21% (gráfico 22 y cuadro 10).

Las variaciones en los flujos de la inversión y en su distribución entre los sectores, van de la mano con una **transformación en la matriz energética**. En un escenario en línea con las NDC (Below 2°C) la participación de las energías renovables en la matriz energética al 2030 alcanza una participación media de 35%, lo cual es 7 puntos porcentuales por encima a la participación de energías renovables del 2020 (gráfico 23).

Las inversiones en el sector energético en el escenario consistente a las NDC ("Below 2°C") permiten reducir las emisiones de CO₂ del sector energético en un rango de 19 a 22% con respecto al escenario de políticas actuales (gráfico 24).

Gráfico 22
Participación inversión media anual, 2021-2030
(Como porcentaje de la participación del total de inversión media anual)



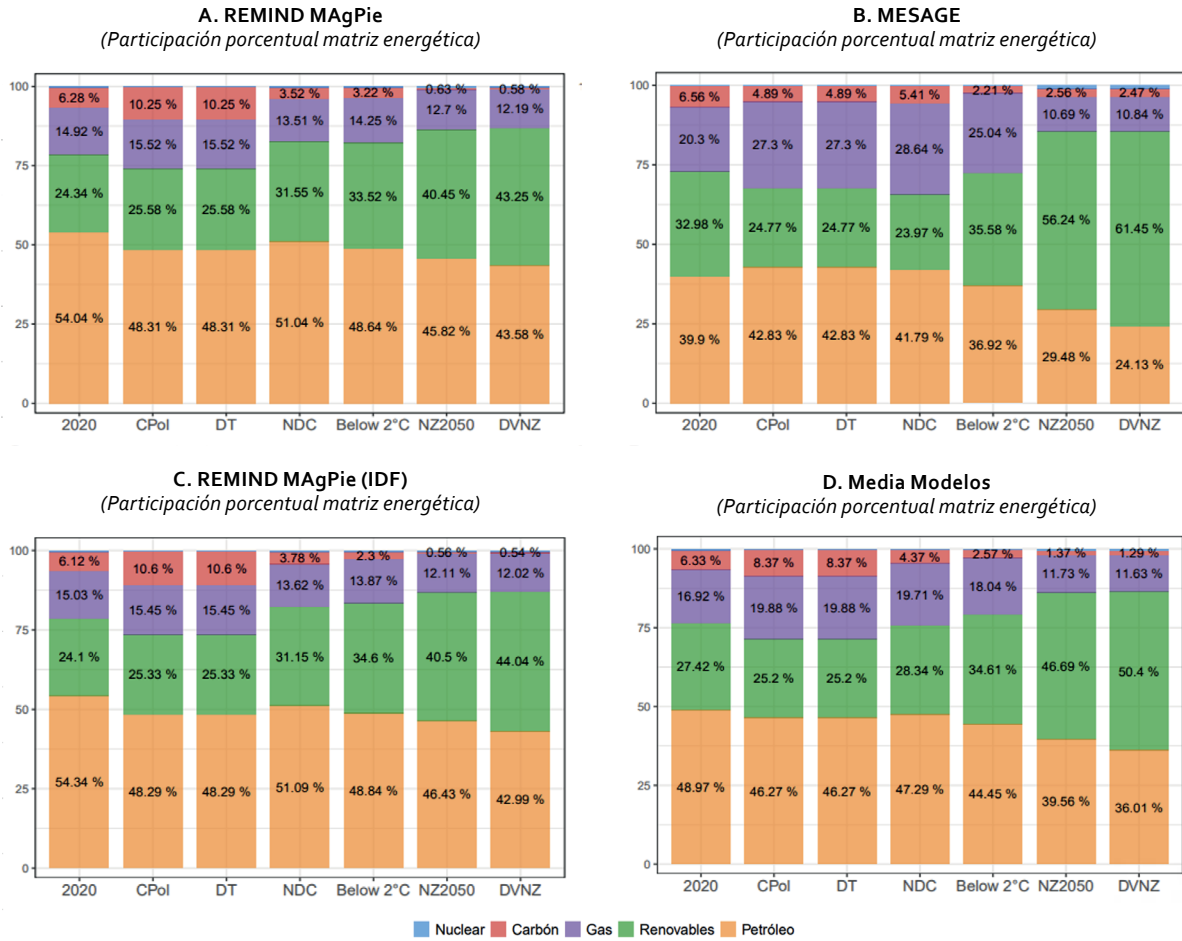
Fuente: Elaboración propia en base a NGFS fase 3.

Cuadro 10
Diferencias de inversión media anual por fuente
(Expresado como variación de la participación porcentual del total de inversión media anual)

Sector	Diferencia con respecto a	Políticas actuales	Transición retrasada	NDC	Por debajo de 2°C	Cero neto 2050	Divergente Cero Neto
Eficiencia energética	2020	0,58	4,10	2,05	0,00	3,34	0,00
	Políticas actuales	0,58	4,10	0,00	0,00	3,34	0,00
CSS y almacenamiento	2020	1,20	2,41	1,20	2,81	4,65	4,55
	Políticas actuales	0,00	1,22	0,00	1,61	3,46	3,36
Generación y extracción de combustibles fósiles	2020	-16,77	-20,45	-16,77	-28,98	-38,01	-37,42
	Políticas actuales	0,00	-3,87	0,00	-13,25	-23,17	-22,61
Geotérmica, hidráulica y nuclear	2020	-3,62	-4,85	-3,62	-6,17	-4,18	-3,76
	Políticas actuales	0,00	-1,23	0,00	-2,55	-0,56	-0,14
Solar, eólica y bioenergía	2020	-0,80	1,27	-0,80	8,67	12,45	12,52
	Políticas actuales	0,00	3,30	0,00	12,62	16,09	15,57
Transmisión y distribución	2020	19,90	21,11	19,90	22,99	22,66	22,07
	Políticas actuales	0,00	1,22	0,00	3,10	2,77	2,17
Hidrógeno fósil y no fósil	2020	0,26	0,47	0,26	0,52	1,79	1,93
	Políticas actuales	0,00	0,21	0,00	0,26	1,53	1,66

Fuente: Elaboración propia en base a NGFS fase 3.

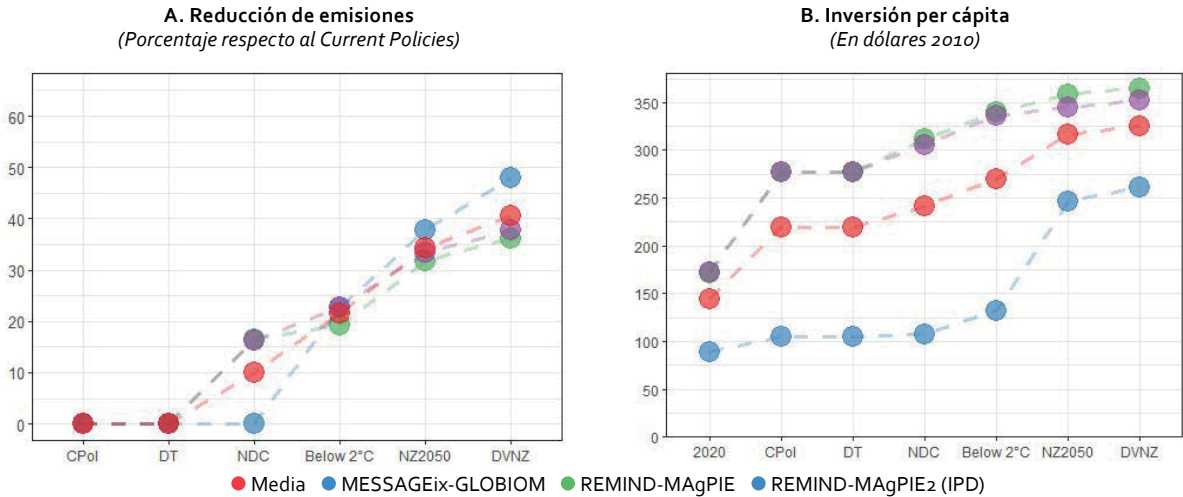
Gráfico 23
Participación por sector matriz energética, 2030

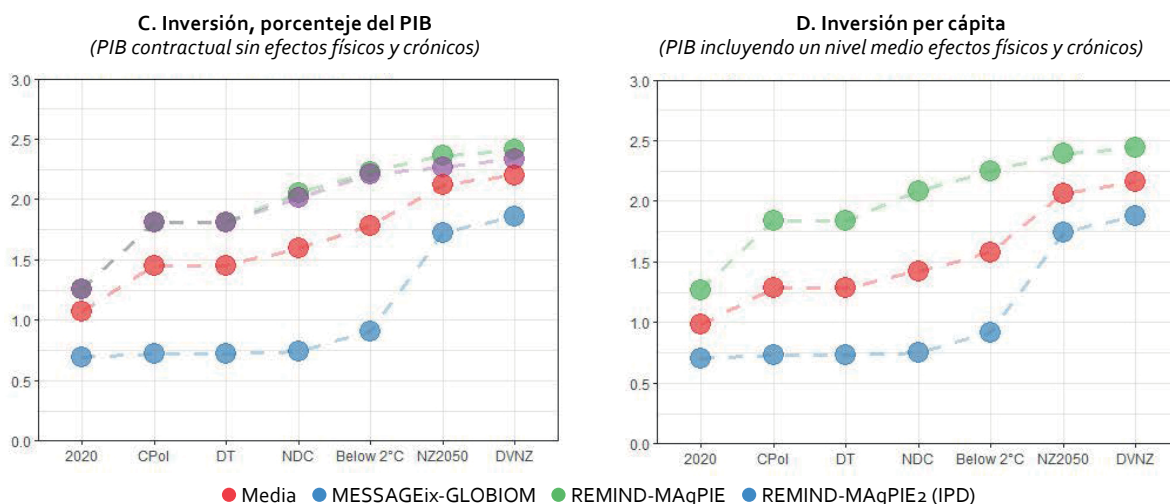


Fuente: Elaboración propia en base a NGFS fase 3.

Nota: Los escenarios son abreviados bajo las siguientes siglas. Current Policies (CPol), Delayed Transition (DT), Net Zero 2050 (NZ2050), Divergent Net Zero (DVNZ).

Gráfico 24
Inversión, sistema eléctrico y reducción emisiones de CO₂, 2030





Fuente: Elaboración en base la fase 3 de la NGFS 2022.

Nota: Dado que el PIB sin efectos físicos crónicos y el con efectos físicos crónicos no tienen mayor diferencia en la base de datos, los resultados y las gráficas de la sección del sistema energético se expresan con respecto al PIB sin efectos físicos, a menos que se diga explícitamente lo contrario. Los escenarios son abreviados bajo las siguientes siglas. Current Policies (CPol), Delayed Transition (DT), Net Zero 2050 (NZ2050), Divergent Net Zero (DVNZ).

D. Inversión requerida para electrificar la flota de transporte público

América Latina y el Caribe tiene el mayor uso de buses per cápita en el mundo (UNEP, 2021). En una región donde el sector transporte representó aproximadamente un 11% de las emisiones de gases de efecto invernadero de la región en el año 2019 (Minx y otros, 2021b). Estas características, sumadas a una distribución poblacional donde casi 80% de las personas viven en zonas urbanas, hacen que el sector de transporte tome una gran relevancia a la hora de pensar en un plan de desarrollo urbano accesible, sostenible e inclusivo.

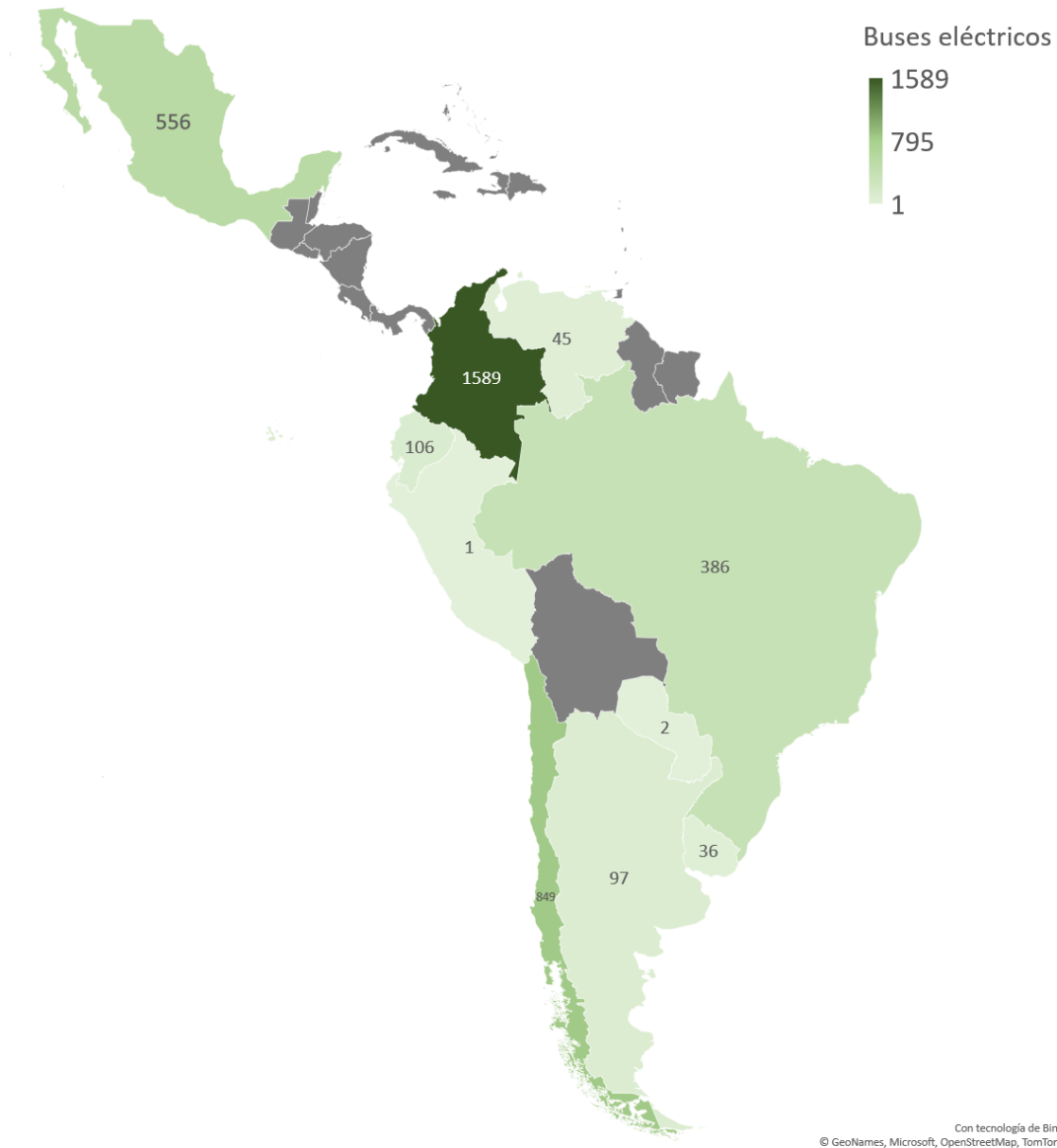
1. Panorama de la región

La disponibilidad de información referente a la flota de transporte público en la región es limitada, por tanto, este análisis es parcial y se refiere a la muestra de datos disponible en el E – BUS – RADAR. A diciembre de 2022, en ciudades seleccionadas de 11 países de la región (véase el mapa 1), hay registrados un total de 3 716 buses eléctricos¹¹, los cuáles contemplan trolebús (normales y de nueva generación), autobuses a batería medianos (8 – 11 metros), estándares (12 – 15 metros) y articulados (+ 18 metros).

Colombia y Chile son los países con mayor número de autobuses eléctricos. Por un lado, Colombia cuenta con 1 589 buses en operación, de los cuáles la gran mayoría corresponden a buses estándar 12 – 15 metros (804) y buses medianos de 8 a 11 metros (784). Estos operan en las ciudades de Bogotá (1 485), Medellín (69) y Cali (35). Por otro lado, Chile cuenta con 849, de los cuáles la gran mayoría corresponden a buses de tamaño estándar (12 – 15m), y operan en las ciudades de Santiago (819) y Valparaíso (30).

¹¹ Las ciudades y países incluidos, son: Argentina: Córdoba, Mendoza, Rosario, San Juan; Barbados: Bridgetown; Brasil: Bauru, Brasilia, Campinas, Maringá, Salvador, Salvador - Región Metropolitana, Santos, São José dos Campos, São Paulo, São Paulo - Región Metropolitana, Volta Redonda; Chile: La Reina, Las Condes, Santiago, Valparaíso; Colombia: Bogotá, Cali, Medellín; Ecuador: Guayaquil, Quito, Santa Cruz; México: Ciudad de México, Guadalajara; Paraguay: Asunción; Perú: Lima; Uruguay: Canelones, Montevideo; Venezuela: Mérida.

Mapa 1
Autobuses eléctricos: datos de diciembre 2022

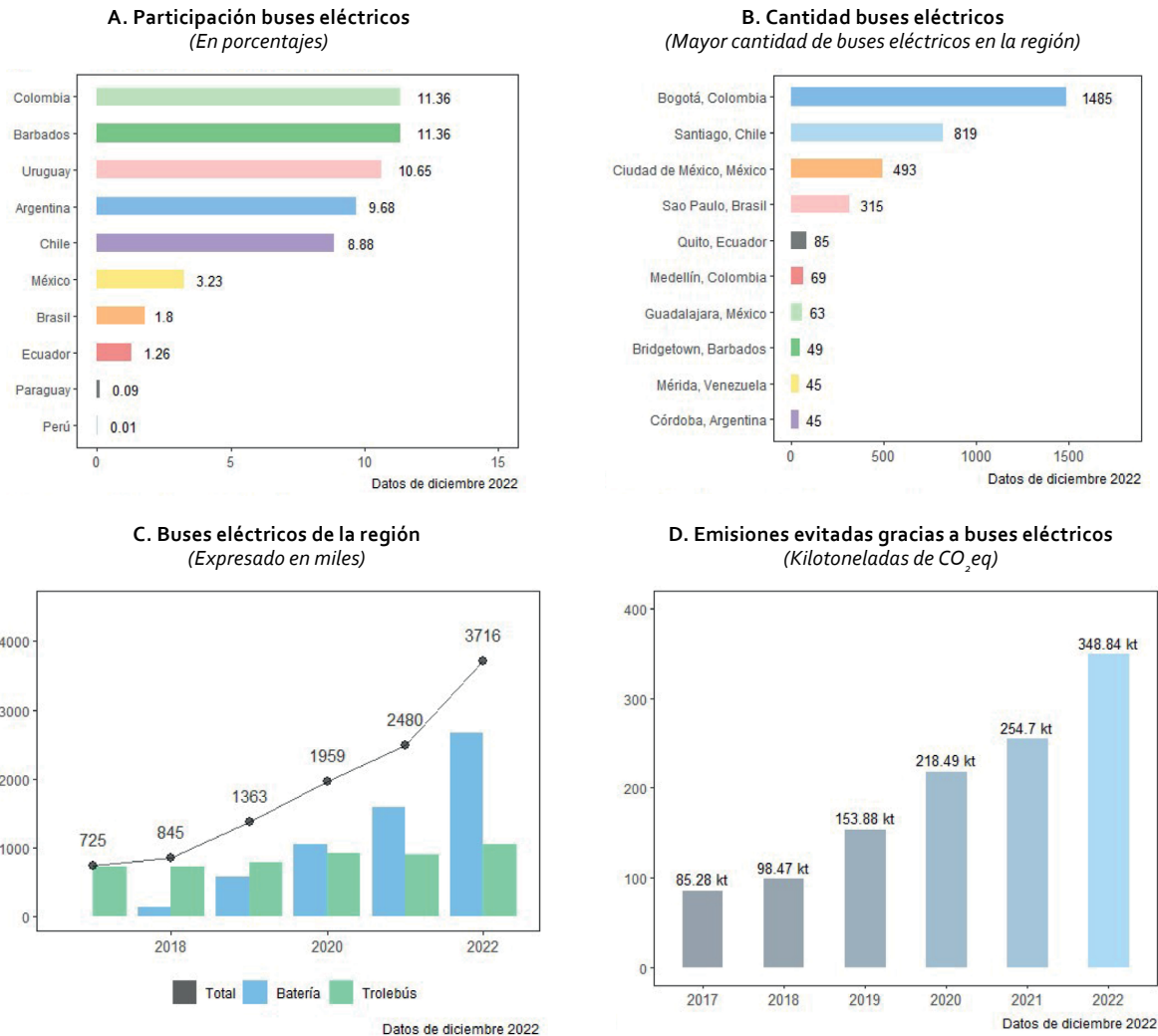


Fuente: Elaboración propia en base a E – BUS – RADAR.

Nota: Las ciudades y países incluidos, son: Argentina: Córdoba, Mendoza, Rosario, San Juan; Barbados: Bridgetown; Brasil: Bauru, Brasília, Campinas, Maringá, Salvador, Salvador - Región Metropolitana, Santos, São José dos Campos, São Paulo, São Paulo - Región Metropolitana, Volta Redonda; Chile: La Reina, Las Condes, Santiago, Valparaíso; Colombia: Bogotá, Cali, Medellín; Ecuador: Guayaquil, Quito, Santa Cruz; México: Ciudad de México, Guadalajara; Paraguay: Asunción; Perú: Lima; Uruguay: Canelones, Montevideo; Venezuela (República Bolivariana de): Mérida.

Los límites y los nombres que figuran en este mapa no implican su apoyo o aceptación oficial por las Naciones Unidas.

Gráfico 25
Países seleccionados en la región: buses eléctricos y emisiones evitadas, 2022



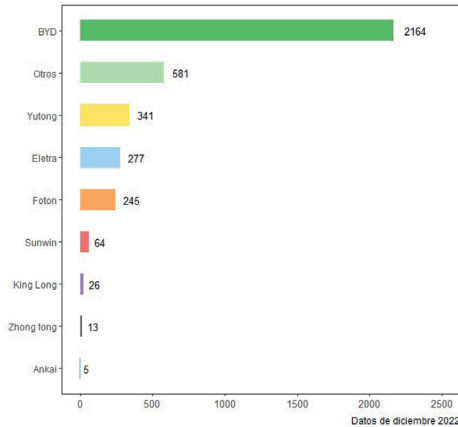
Fuente: Elaboración propia en base E – BUS – RADAR.

La cantidad de buses eléctricos operativos a diciembre del 2022, representan cinco veces la cantidad de buses eléctricos operativos en el 2017, ascendiendo a un total de 3716 buses eléctricos, equivalente al 4.15% de la flota total de buses de transporte público en la muestra que se tiene de las ciudades y países analizados¹². Es importante destacar que la muestra no incluye todos tipo de vehículos utilizados en los sistemas de transporte público, por lo que la muestra es parcial (véase <https://www.ebusradar.org/es/>). Es importante destacar El uso de buses eléctricos permite evitar un total de 349 kilotoneladas (kt) de emisiones. Eliminando 0.1 kilotoneladas x año por unidad de autobús eléctrico introducido en el sistema (Promedio considerando autobuses a batería y trolebús).

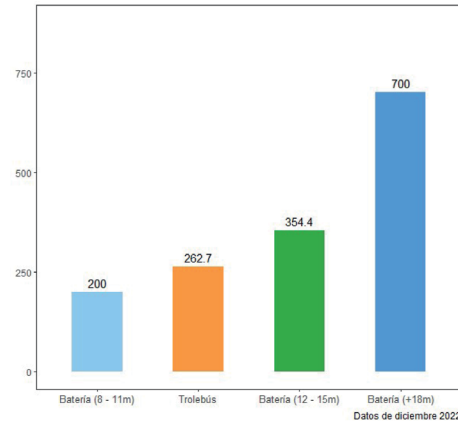
¹² Ver Mapa 1.

Gráfico 26
Países seleccionados en la región: datos sobre flota de buses eléctricos, 2022

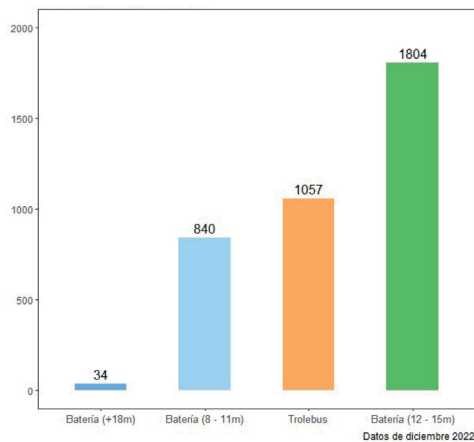
A. Empresas proveedoras de buses eléctricos
(Número de buses)



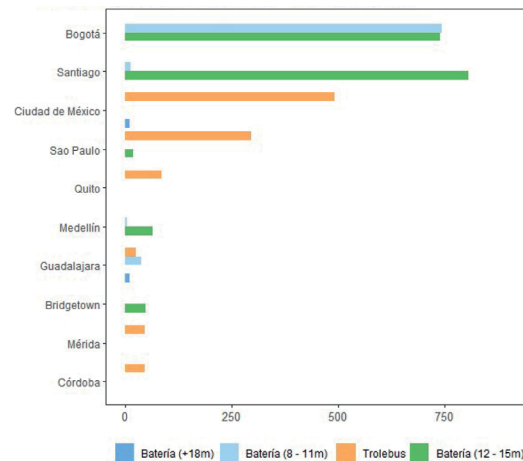
B. Costo por unidad según tipo de autobús
(Promedio para la región en miles de dólares valores contantes)



C. Flota de buses eléctricos según tamaño de autobús
(Número de buses)



D. Flota de buses eléctricos según tipo de autobús
(Número de buses)



Fuente: Elaboración propia en base a E – BUS – RADAR Y PNUMA (2022).

Como se muestra en el gráfico 26, más del 80% de los proveedores de buses eléctricos de la región, son empresas de China. Los buses eléctricos, tienen un costo de capital (adquisición), mayor a los buses de diésel y biodiésel. No obstante, esto se compensa a lo largo del tiempo de uso efectivo del bus con costos operativos menores (ver abajo). Los buses de batería estándar (12 – 15m) son los que tienen mayor presencia en la región, con una flota operante de 1804 unidades. En las dos áreas metropolitanas más pobladas de la región, la Ciudad de México y Sao Paulo, predomina la circulación de trolebuses, siendo de 493 y 296, respectivamente.

a) Análisis de costos

Al analizar el costo total que tiene la compra y adecuación de la infraestructura urbana para poder implementar una política adecuada de electrificación del transporte público, se debe tener en cuenta el Costo Total de Propiedad (CTP)¹³ de adquirir un autobús. Los componentes del CTP pueden ser estructurados de la siguiente manera:

¹³ El Costo Total de Propiedad (CTP), es una técnica que estima el costo del ciclo de vida de un proyecto (Banco Interamericano de Desarrollo, 2020).

- **Costo de Capital.** Contempla la capacidad de batería (KW), costo del cargador y el costo adecuación de la infraestructura.
- **Costos de Operación.** Contempla el costo de consumo de diésel/ kWh del autobús, el consumo de DEF AdBlue¹⁴ (% por litro de diésel) y los seguros.
- **Costos de mantenimiento.** Contempla los costos de mantenimiento correctivo, la revisión de vida media de motor, el recambio de baterías y los costos de mantenimiento preventivo.

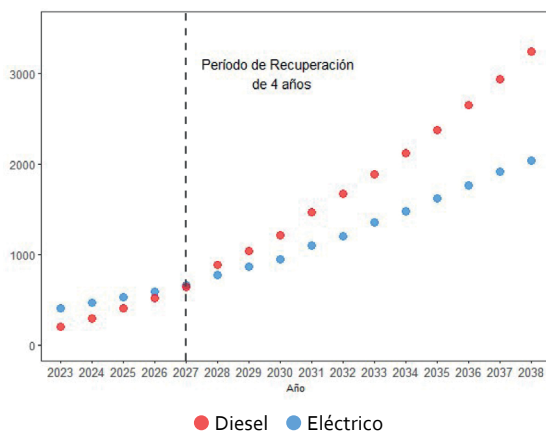
Teniendo en cuenta esta información, se procede a realizar un ejercicio de CTP (gráfico 27 y gráfico 28), considerando como supuestos:

- Independientemente del tipo de bus, cada unidad recorre 200 kilómetros diarios y opera los 365 días del año, equivalente a recorrer 73.000 km cada año.
- Costo del combustible de 1.5 USD por litro y del Kwh de 0.2.
- Para los demás parámetros se toma el promedio de los valores presentados en el informe ZEBRA (2022). (Disponibles en el Anexo).

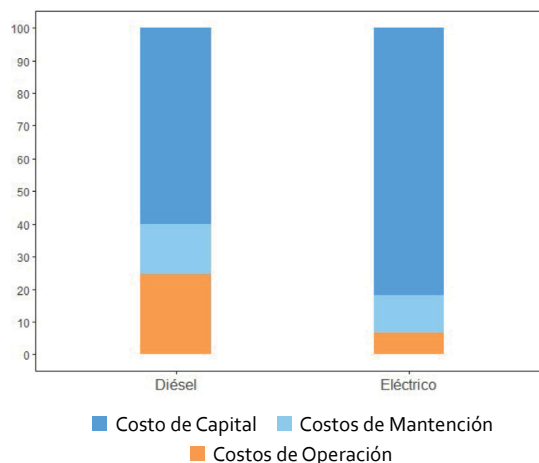
El gráfico 27, presenta los resultados de la simulación del CTP, para dos tipos de buses, estándar (de 12m) y articulado (de 18m). Resalta que el costo de capital es mayor para los buses eléctricos. Representando entre 82–88% (buses 12 y 18m, respectivamente) de participación del costo total para los eléctricos, y entre un 60 y 63% para los autobuses de diésel. El costo de operación es menor para los buses eléctricos. Representando entre 4 y 7% (buses 18 y 12 m, respectivamente) de participación en el costo total para los eléctricos, y entre un 21 y 25 % para los autobuses de diésel. A lo largo de la vida útil de uso de los autobuses, los eléctricos se vuelven más económicos que los que utilizan diésel. Para los buses estándar (12 m), esto ocurre a partir del cuarto año de uso, y para los buses articulados (18m), a partir del año décimo primero. Esto es atribuido a la diferencia en los costos de operación.

Gráfico 27
Resultados de la simulación del CTP, para dos tipos de buses, estándar (de 12m) y articulado (de 18m)

A. Evolución del costo según tipo de autobús. Buses de 12 metros
(En miles de dólares valores constantes)

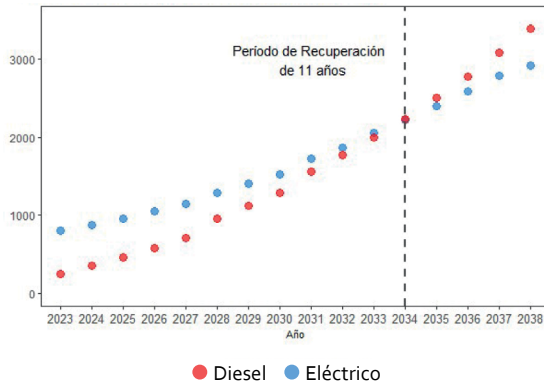


B. Comparación según costo. Buses de 12 metros
(Porcentaje de participación costo total)

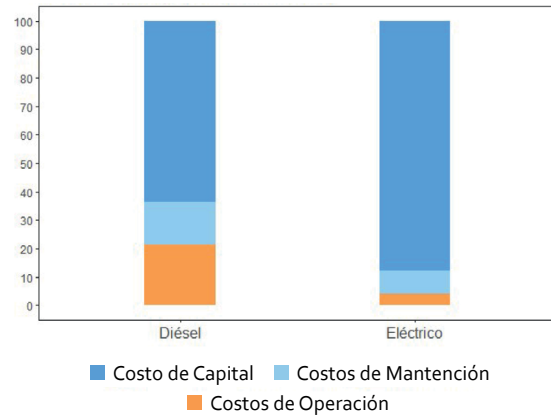


¹⁴ DEF AdBlue hace referencia al uso y consumo del Agente Reductor Líquido Diesel (Diesel Exhaust Fluid - DEF) o también conocido como AdBlue en algunos países. El DEF es un líquido que se utiliza en los vehículos diésel equipados con tecnología de reducción catalítica selectiva (SCR, por sus siglas en inglés) para reducir las emisiones de óxidos de nitrógeno generadas por el escape del motor.

C. Evolución del costo según tipo de autobús. Buses de 18 metros
(En miles de dólares valores constantes)



D. Comparación según costo. Buses de 18 metros
(Porcentaje de participación costo total)



Fuente: Elaboración propia en base a ZEBRA, (2022); PNUMA, (2022); y World Bank, (2022).

Nota: Para la evolución del costo de los autobuses y para los costos según el tipo de autobús, se considera tasa de interés (descuento) del 5%.

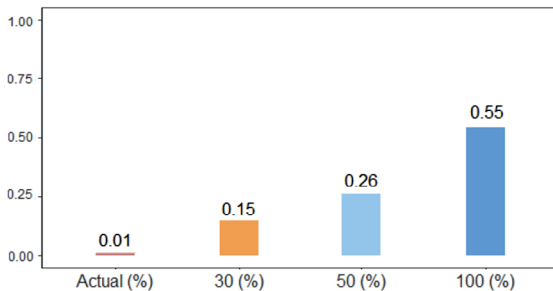
Con los resultados obtenidos de la simulación del modelo CTP para la región se puede calcular el costo de que la participación de autobuses eléctricos de la región alcance un 30%, 50% y 100% en la flota total de transporte público. Para la estimación, se considera como supuesto, que la composición de la flota de autobuses eléctricos sigue la misma proporción que tiene la región a diciembre de 2022, excluyendo los trolebuses.

En el gráfico 28, se muestra que si se adquiriera una cantidad de buses eléctricos tal que la participación de estos en la flota total de transporte público en el año 2023 se incremente hasta un 30% a 100%. Ello requiere un costo de capital, que representa entre 0.15% y 0.55% del PIB regional del año 2021, o alternativamente, en promedio 0.02% y 0.08% anual. Si la flota de buses eléctricos es de entre un 30% a 100%, se reducirían anualmente entre 2.69 – 8.95 MtCO₂eq de gases de efecto invernadero. Estas emisiones reducidas comercializadas en un mercado de carbono pueden generar recursos y contribuir al financiamiento del costo de capital. Esto es, con un precio de 60 USD la tonelada de CO₂ reducida se podrían obtener recursos de entre 161.4 y 537.0 millones de dólares (2.0% y 6.5% del costo de capital). En un escenario de 90 USD la tonelada de CO₂ los ingresos que se podrían obtener estarían entre 242.1 y 805.5 millones de dólares (2.9 y 9.7% del costo de capital).

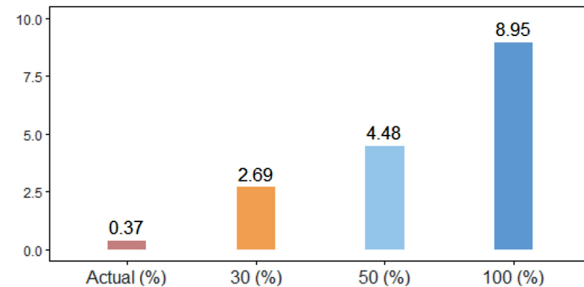
Gráfico 28

Costos y emisiones por cambio de flota del transporte público a buses eléctricos, 2023

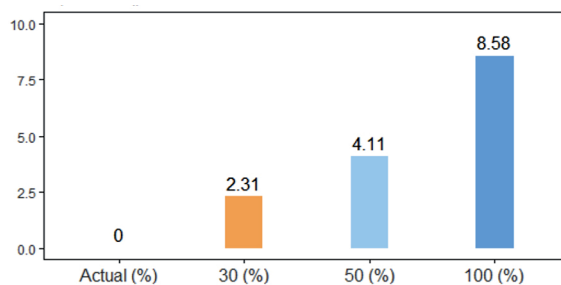
A. Costos del capital cambio flota transporte público a buses eléctricos en el 2023
(Porcentaje del PIB regional del año 2021)



B. Reducción de emisiones
(Mt CO₂eq)



C. Reducción de emisiones adicionales
(Mt CO₂eq)



Fuente: Elaboración propia en base E- BUS- RADAR, (2022), ZEBRA (2022) y PNUMA (2022).

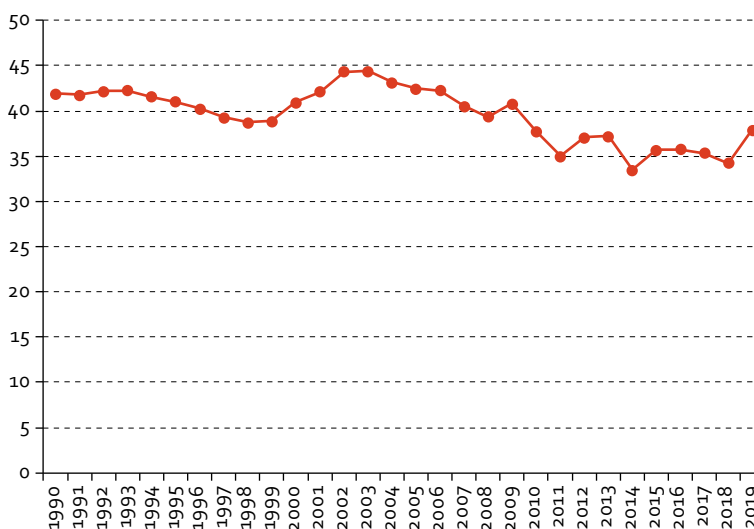
Nota: Las ciudades y países incluidos en la estimación, son: Argentina: Córdoba, Mendoza, Rosario, San Juan; Barbados: Bridgetown; Brasil: Bauru, Brasilia, Campinas, Maringá, Salvador, Salvador - Región Metropolitana, Santos, São José dos Campos, São Paulo, São Paulo - Región Metropolitana, Volta Redonda; Chile: La Reina, Las Condes, Santiago, Valparaíso; Colombia: Bogotá, Cali, Medellín; Ecuador: Guayaquil, Quito, Santa Cruz; México: Ciudad de México, Guadalajara; Paraguay: Asunción; Perú: Lima; Uruguay: Canelones, Montevideo; Venezuela (República Bolivariana de): Mérida.

E. Inversión requerida para evitar la deforestación

1. Contexto regional

En América Latina y el Caribe las emisiones por cambio de uso de suelo, asociadas principalmente a deforestación son responsables por el 38% de las emisiones totales de gases de efecto invernadero. Si bien ha habido una disminución desde los años noventa de alrededor de 10 puntos porcentuales es actualmente la segunda región que más GEI genera por cambio de uso de suelo (2010-2020) habiendo sido la primera en las dos décadas anteriores (1990-2010) (<https://www.fao.org/forest-resources-assessment/2020/es>).

Gráfico 29
Porcentaje de las emisiones de GEI generado por cambio de uso de suelo América Latina y el Caribe, 1990-2020



Fuente: Elaboración propia con datos de Minx, J. C. y otros (2021), «A comprehensive and synthetic dataset for global, regional, and national greenhouse gas emissions by sector 1970–2018 with an extension to 2019», Earth System Science Data, vol. 13, No. 11, Copernicus GmbH, 10 de noviembre.

Según datos de FAO (FRA2020), la deforestación se ha ido reduciendo en América del Sur desde un promedio de 5.837.000 ha/año en la década 1990-2000 a 2.953.000 en el quinquenio (2015-2020). En América Central ha ocurrido un proceso similar, desde 228.000 ha/año en la década de los noventa hasta 168.000 en el quinquenio 2015-2020, si bien esta tasa supera la del quinquenio anterior (142.000 ha/año). En El Caribe la evolución es más irregular, desde 3.000 ha/año en la década 1990-2000 hasta 23.000 ha/año en el periodo 2010/2015 para bajar a 5.000 ha/año en 2015/2020.

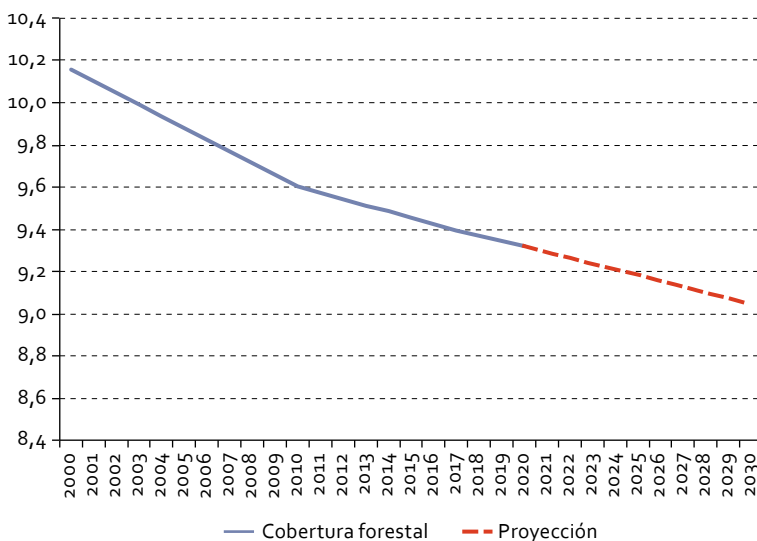
Dada la importancia para la región de las emisiones de GEI de este sector la mayor parte de los países de América Latina y el Caribe firmaron la Declaración sobre Bosques y Uso de la Tierra que fue presentada en la cumbre climática de Glasgow (2021), en la que "(...) nos comprometemos a trabajar colectivamente para detener y revertir la pérdida de bosques y la degradación de la tierra para 2030, al tiempo que aseguramos un desarrollo sostenible y promovemos una transformación rural inclusiva"¹⁵.

Antes de sumarse a la Declaración de Bosques y Uso de La Tierra varios países de la región ya incluían su compromiso de deforestación ilegal en 2030 dentro de sus NDC.

2. Aproximación de las necesidades de inversión a partir de los precios de mercado

En 2020 la cobertura forestal de la región alcanzó los 9.3 millones de kilómetros cuadrados. Entre 2010 y 2021 se perdieron 280 mil kilómetros cuadrados, es decir, una pérdida a una velocidad anual de 0.3% por año. En un escenario tendencial, la región perdería 272 mil kilómetros cuadrados adicionales a 2030.

Gráfico 30
América Latina y el Caribe: cobertura forestal, 2000-2030
(Millones de kilómetros cuadrados)



Fuente: Elaboración propia con base en datos del WDI.

El precio de mercado del terreno despejado en la Amazonía brasileña asciende a \$1,200 dólares por hectárea (Ardila y otros, 2021). Una estimación preliminar del costo de reducir la deforestación es asignando un valor económico a la zona deforestada. Asumiendo que se paga el precio de mercado de la hectárea que se proyecta ser deforestada, evitando así su deforestación, el monto de inversión promedio anual de 0.06% del PIB regional (equivalente a \$3.3 mil millones de dólares).

¹⁵ Los países de la región que no firmaron fueron: Antigua y Barbuda, Bahamas, Barbados, Bolivia, Dominica, St Kitts and Nevis, Trinidad y Tabago y Venezuela.

Recuadro 2

Estimación de costos de reducción de la deforestación en la Amazonía

La deforestación es un fenómeno complejo cuyas causas dependen en gran medida del contexto en que se produce. Existe una agricultura itinerante donde se deforesta un pequeño pedazo de tierra, se cultiva durante un corto periodo de tiempo hasta que el suelo pierde fertilidad y a continuación se abandona para ocupar un nuevo lugar. El área deforestada se recupera lentamente de forma natural a menos de que otros procesos la degraden irreversiblemente (erosión física, sequía u otro). También existe una deforestación a gran escala, en ocasiones con polígonos de deforestación mayores a mil hectáreas, en que el suelo se convierte para producción ganadera de baja intensidad o para cultivos agrícolas. Además del uso agrícola o ganadero hay otro tipo de intervenciones que tienen como resultado el cambio de uso suelo: la minería, legal o ilegal, construcción de infraestructuras, urbanización, acopio de leña y la propia ocurrencia de incendios.

Los costos de reducción de la deforestación dependen de muchos factores. En muchos casos enfrentar la deforestación implica, entre otras tareas, regularizar la tenencia de la tierra, ordenar el territorio protegiendo algunas áreas (declaración de áreas protegidas), reconocimiento y demarcación de territorios indígenas y de comunidades tradicionales, generación de reglas de acceso y uso sostenible en casos de áreas comunitarias, establecimiento de sistemas de monitoreo y control permanente (sistemas satelitales, terrestres y uso de drones), intervención de fuerzas terrestres y posteriormente procesos legales asociados. A todas las actividades anteriores se puede sumar el seguimiento y aplicación de la ley al comercio de las producciones obtenidas ilegalmente (madera, carne) e incluso incentivos para impulsar actividades productivas compatibles con el uso sostenible de los bosques y que puedan ser una alternativa a aquellas que causan la deforestación.

Como una primera aproximación a los costos de reducir la deforestación se consideran en este documento dos tipos de acciones para las que existen datos de estudios llevados a cabo en el bioma Amazonas.

- i) Garantizar la seguridad de tenencia de los territorios indígenas en aquellos territorios de la Amazonía en que los países todavía no han reconocido los derechos colectivos de propiedad o usufructo.
- ii) Los costos del Plan de Prevención y Control de la Deforestación en la Amazonía Legal (PPCDAm) de Brasil. Se trata de uno de los planes que ha tenido más éxito en la lucha contra la deforestación en la Amazonía.

En realidad, el PPCDAm incluía actividades de demarcación y homologación de territorios indígenas, pero solo representó una parte pequeña de su presupuesto.

Garantizar la seguridad de tenencia de los territorios indígenas

A través de diversas figuras jurídicas, los estados de la región han reconocido los derechos de propiedad o usufructo a largo plazo de las comunidades indígenas y tribales a más de 270 millones de hectáreas de tierras y 200 millones de hectáreas de bosques, sobre todo en la Cuenca Amazónica. Aun así, todavía quedan decenas de millones de hectáreas sobre las cuales los pueblos indígenas y tribales tienen derechos consuetudinarios que no han sido debidamente reconocidos (RRI, 2020).

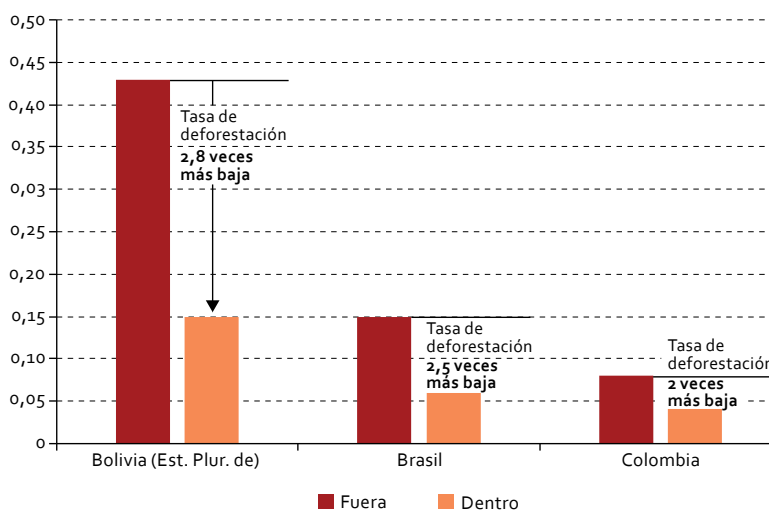
De acuerdo con un estudio de WRI, los costos económicos asociados a garantizar la seguridad de tenencia de los territorios indígenas son muy bajos (WRI, 2016). Asegurar la tenencia de los territorios tiene como resultado una caída drástica en las tasas de deforestación (ver figura 1), por lo que este tipo de intervención constituye una de las maneras más eficientes de mitigación del cambio climático. Los costos estimados de la mitigación del carbono a través de programas de seguridad de tenencia de tierras forestales indígenas en Bolivia, Brasil y Colombia oscilan entre USD2,04 y USD3,66/tCO₂, USD8,74-11,88/tCO₂ y USD\$4,75-7,26/tCO₂, respectivamente.

Otros estudios también confirman menores tasas de deforestación en los territorios indígenas de la Amazonía e incluso una importante contribución a la recuperación de la vegetación nativa. Las Tierras Indígenas perdieron 17 veces menos cobertura de vegetación nativa que sus áreas de control sin protección, entre los años 2005-2012 en la Amazonía brasileña^a (Alves-Pinto, H. et al, 2022).

Los costos asociados a asegurar la tenencia de los territorios indígenas se dividen en tres grupos, de acuerdo al estudio de WRI:

- i) Aspectos legales: pueden tener distintas formas, como decretos gubernamentales o implicar reformas legales.
- ii) Establecimiento en terreno: Declaración de tierras indígenas, delimitación, demarcación y registro.
- iii) Gestión forestal, operación y monitoreo: desarrollo de planes de manejo forestal, monitoreo del proceso de titulación de tierras, fortalecimiento institucional, etc.

Gráfico 1
Comparación de las tasas deforestación, dentro y fuera de las tierras boscosas indígenas con tenencia asegurada



Fuente: WRI, 2016. Climate benefits, tenure costs. The Economic Case For Securing Indigenous Land Rights in the Amazon.

Los costos anuales en USD/ha/año fueron estimados en 5,35 (Bolivia), 5,58 (Brasil) y 1,35 (Colombia). El promedio es 4,1 USD/ha/año.

Los datos sobre territorios indígenas sin reconocimiento oficial en la Amazonía en 2021 ascienden a 41.869.100 ha según datos de la Red Amazónica de Información Socioambiental Georreferenciada (RAISG)^b.

De acuerdo con los datos anteriores, el costo de garantizar la seguridad de tenencia en los territorios indígenas sin reconocimiento oficial de la Amazonía sería de USD 172 millones anuales.

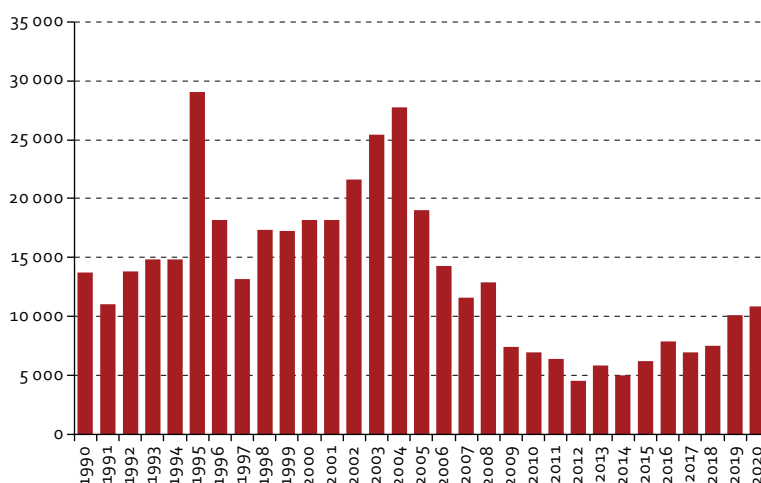
Prevención y control de la deforestación

En 2004 comenzó la implementación del Plan de Prevención y Control de la Deforestación en la Amazonía Legal (PPCDAm) con respaldo político del más alto nivel en Brasil (Casa Civil de la Presidencia). Se desarrolló en tres ejes: titulación de tierras y ordenamiento territorial, vigilancia y control, y fomento de actividades productivas sostenibles. Como se puede ver en el Gráfico 2, a partir de ese año la deforestación se reduce drásticamente. En términos de vigilancia y control, el INPE (Instituto Nacional de Investigaciones Espaciales) dispone por primera vez de sistemas para detectar la deforestación en tiempo real a partir de imágenes de satélite. Distintas instituciones federales como cuerpos policiales e instituciones ambientales intervienen en la vigilancia, reforzada además por una legislación que permite la confiscación de equipos y maquinaria, productos y otros activos de los infractores. Las medidas que se despliegan abarcan desde limitaciones al crédito para actividades que conlleven deforestación, créditos para recuperación de suelos, subsidios a algunas producciones provenientes de sistemas agroforestales, precios mínimos para productos de la socio-biodiversidad, fomento de sistemas agroforestales, etc. También se incrementa la vigilancia en torno al origen de la producción de madera y ganado.

Brasil logró resultados impresionantes en términos de reducción de emisiones al disminuir la tasa de deforestación en la Amazonia brasileña un 82% entre 2004 y 2014. La utilización de nuevas tecnologías (imágenes de satélite) que permiten detectar la deforestación en tiempo real en un territorio de extensión gigantesca, una voluntad clara por parte de las autoridades de más alto nivel de Brasil y una presencia activa de las instituciones del Estado en el terreno fueron claves en este proceso. Los resultados de las políticas de lucha contra la deforestación en la Amazonía son aún más notables si se considera que el periodo de caída más importante en las tasas de deforestación coincide con un gran boom en los precios internacionales de la carne y la soja.

Sin embargo, con el paso del tiempo, la tendencia comenzó a sufrir una reversión, en parte vinculada a los elevados costos sociales del cambio de modelo. La otra cara de la reducción de la deforestación es la del crecimiento del desempleo, generador de malestar en aquellos que dependían del trabajo en actividades asociadas a los procesos de deforestación, como los aserraderos, y de la subsiguiente actividad agropecuaria. Por otro lado, la vigilancia por parte de las autoridades hizo cambiar el patrón de deforestación hacia parcelas más pequeñas y dispersas más difíciles de detectar por lo que la vigilancia resulta cada vez más compleja y costosa.

Gráfico 2
Tasa anual de deforestación de la Amazonía Legal de Brasil
 (Km²/año)



Fuente: Elaboración propia a partir de PRODES (2021).

El nuevo modelo de desarrollo para la Amazonía requiere un elevado número de recursos. Entre 2009 y 2011, la contribución del gobierno federal de Brasil para prevención y control de la deforestación en la Amazonía asciende a:

2009 1.106 USD millones

2010 912 USD millones

2011 1.056 USD millones

Las cifras anteriores incluyen el financiamiento de las acciones del PPCDAm y algunos de los costos administrativos de las principales agencias federales involucradas en la implementación del plan. No incluyen los aportes de los estados y municipios amazónicos, ni de los donantes internacionales.

Una primera aproximación a los costos de reducir la deforestación en la Amazonía

Extrapolando por superficie los costos para prevención y control de la deforestación de Brasil al resto de países amazónicos, una estimación conservadora de la inversión necesaria para reducir la deforestación y asegurar la tenencia de los territorios indígenas en el bioma amazónico es de USD 1.486 millones anuales.

La importancia del financiamiento internacional

Como se mencionó anteriormente, la deforestación es un fenómeno complejo cuyas causas dependen en gran medida del contexto en que se produce. En consecuencia, los costos de reducción de la deforestación pueden variar significativamente en función de distintos factores.

El combate a la deforestación implica, como mínimo, la existencia de una ley que la declara ilegal (hay distintos grados de gravedad según las legislaciones) y los mecanismos para hacerla cumplir. Una perspectiva más amplia debe incluir la generación de ingresos mediante el uso sostenible de los bosques. La ausencia o debilidad del estado es una de las causas principales. Se trata en muchos casos de territorios en los que la propiedad de la tierra no es clara y que en primer lugar requieren procesos de regularización que son costosos.

El uso de satélites ha reducido el costo de monitoreo de la deforestación, incluyendo el de los incendios no provocados intencionalmente. Una vez detectada la infracción requiere intervención en terreno con costos logísticos que dependerán de la accesibilidad del lugar. Las operaciones requieren, por tanto, de infraestructura de detección, de grupos de intervención entrenados con equipamientos (vehículos terrestres, transporte fluvial y/o aéreo), infraestructura de almacenamiento de equipos y producciones confiscadas y de todo el seguimiento del proceso legal. Cuando se trata de grandes áreas a fiscalizar los costos pueden ser muy elevados. Además, como se vio anteriormente, cuando aumenta la presión por parte de las autoridades los grupos que se dedican a la deforestación también se adaptan haciendo la fiscalización más difícil y costosa. Por otro lado, el propio cambio climático aumenta el riesgo de incendios en áreas boscosas. La infraestructura, equipos y personal entrenado para hacer frente a los incendios representa una carga presupuestaria creciente.

Hay también un factor político a considerar. La situación fiscal de los países de la región es muy compleja. La mayor parte de los presupuestos de las instituciones ambientales se han reducido drásticamente. En este momento, dedicar elevados recursos a la lucha contra la deforestación tiene enormes costos de oportunidad en ámbitos sociales tan importantes como salud y educación. La protección efectiva de los bosques de América Latina y el Caribe requiere una implicación activa de la comunidad internacional.

Fuente: Elaboración propia en base a (RRI, 2020), (WRI, 2016), (Alves-Pinto, H. et al, 2022), (Biological Conservation, 2022), (RAISG, 2021).

^a "The role of different governance regimes in reducing native vegetation conversion and promoting regrowth in the Brazilian Amazon" *Biological Conservation*, Volume 267, March 2022, 109473.

^b <https://www.raisg.org/es/publicacion/amazonia-2021-areas-protegidas-y-territorios-indigenas/>.

IV. Infraestructura: los costos de la transición

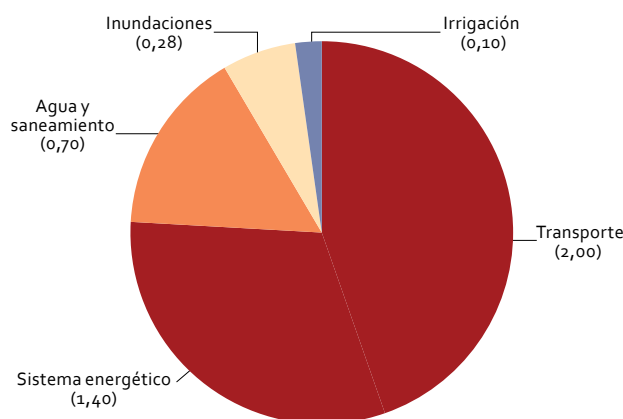
Galindo, Hoffman y Vogt Schilb (2022) estudian la crisis climática en América Latina y el Caribe exponiendo que se requiere una inversión de entre 2% y 8% en servicios de infraestructura. Adicionalmente, la transición justa y tomando en cuenta otros objetivos de desarrollo requiere incurrir en un gasto para atender diversos desafíos sociales (entre 5% y 11 % del PIB). Ello implica alinear en total entre 7% y 19% del PIB anual (entre \$0.47 billones y \$1.3 billones anuales) de gasto en infraestructura y de gasto social en 2030, con objetivos de desarrollo sostenible, resiliente y descarbonizado (Galindo, Hoffman y Vogt-Schilb, 2022).

Rozenberg y Fay (2019), realizan el cálculo para los países de ingresos medios y bajos basado en lograr los objetivos de desarrollo sostenible, relacionados con infraestructura, y mantener el aumento de temperatura por debajo de 2°C. Para la región de América Latina y el Caribe, estiman que se requiere una inversión del 4.5% del PIB en infraestructura entre 2015 y 2030. Las estimaciones se refieren tanto a mitigación como a adaptación. Para los países de ingresos bajos y medios las nuevas infraestructuras¹⁶ podrían requerir entre el 2% y el 8.2% del PIB anual entre 2015 y 2030. En energía la inversión se dirige a energías renovables y la eficiencia energética; aumentar gradualmente el acceso a la electricidad en zonas más pobres. En el sector transporte las inversiones se dirigen a aumentar la tasa de utilización del ferrocarril y del transporte público, densificar las ciudades y promover la movilidad eléctrica. En oferta de agua y saneamiento en proporcionar agua potable y saneamiento utilizando tecnología de alto coste en ciudades y tecnología de bajo en las zonas rurales. Las inversiones en protección de inundaciones se dirigen a adoptar las normas neerlandesas de protección contra inundaciones costeras para las ciudades y aceptar el aumento de los riesgos de las inundaciones fluviales en base a análisis coste-beneficio. Finalmente, se dirigen inversiones para subsidiar la infraestructura de irrigación (Rozenberg y Fay, 2019).

En América Latina y el Caribe el transporte es el sector que requeriría mayor inversión anual en nueva infraestructura con el 2% del PIB. El estudio señala que el sector energético requiere 1.4% del PIB, mientras que el sector de agua y saneamiento 0.7% y, la protección contra inundaciones e irrigación el 0.38%, generando un total de 4.5% del PIB. (Rozenberg y Fay, 2019).

¹⁶ Consideran no sólo el gasto de capital en nuevas infraestructuras sino también los costos en capital de reemplazo y mantenimiento de infraestructura nueva y existente.

Gráfico 31
América Latina y el Caribe: requerimiento de inversión en nueva infraestructura por sector
 (En porcentaje del PIB)



Fuente: Elaboración propia en base a Rozenberg y Fay, "Beyond the Gap: How Countries Can Afford the Infrastructure They Need while Protecting the Planet", 2019.

En la continuación de este apartado se describirá el análisis realizado por dichos autores con el fin de cuantificar las necesidades futuras de inversión en infraestructura (nueva y mantenimiento de la existente) para América Latina y el Caribe a 2030, en materia de transporte, oferta de agua y saneamiento, protección de inundaciones e infraestructura de irrigación¹⁷.

A. Infraestructura: transporte

Estimar las necesidades de inversión en transporte es complejo. No existe un objetivo de desarrollo claro para el acceso al transporte, a diferencia de lo que ocurre en los sectores del agua y el saneamiento y la electricidad. Las inversiones en transporte deben responder a la demanda de movilidad y gestionar la contaminación, incluidas las emisiones de gases de efecto invernadero. Pero la demanda de movilidad es endógena y varía con los cambios socioeconómicos.

La demanda futura de movilidad puede abastecerse con unos costos de inversión en infraestructuras y bajas emisiones de CO₂ con un cambio hacia más ferrocarril y transporte público urbano, si va acompañado de políticas que garanticen alta ocupación ferroviaria y políticas de ordenación del territorio para densificar las ciudades: dicho escenario costaría 1.4% del PIB medio anual entre 2015 y 2030 y se mantendría en la senda de limitar el aumento de la temperatura global a 2°C.

El mantenimiento de las infraestructuras de transporte cuesta tanto como las nuevas inversiones en transporte e incluso más en las regiones que ya han construido la mayor parte de sus infraestructuras.

Los costes de mantenimiento de todas las infraestructuras de transporte en la región podrían ascender a 0.6%, por término medio, entre 2015 y 2030, una cifra casi elevada comparada con la necesaria para nuevas inversiones de capital. Si no se llevan a cabo los trabajos de mantenimiento rutinarios aumentarían los costos generales de capital y rehabilitación en un 50%.

¹⁷ Notar que para el sistema energético, a lo largo de nuestro estudio se utilizara el dato obtenido por la estimación propia desarrollada en la sección V.

1. Infraestructura: agua, saneamiento e irrigación

El agua es una preocupación central para las poblaciones de países de ingresos medios y bajos. Sin embargo, sólo el 43% de su población tiene acceso a agua y el 30% tiene acceso a servicios de saneamiento, muy lejos de la cobertura universal de agua potable y saneamiento.

El principal factor más allá de la ambición del objetivo de alcance en agua y saneamiento es la elección de la tecnología. Así, los países pueden limitar el uso de tecnologías de alto costo a las ciudades de mayor densidad y desplegar tecnologías de bajo costo allí donde las condiciones (densidad de población, urbanización) lo permitan, con alcantarillado convencional y tratamiento de aguas residuales por fases a medida que aumente la densidad de población. El enfoque elegido en dicho estudio se basa en tecnología de alto costo en las ciudades y de bajo costo en las zonas rurales, con lo que el importe total en nueva tecnología ascendería a una media del 0.5% del PIB regional.

En el caso del agua y saneamiento, los costos medios anuales de operación y mantenimiento representan el 0.2% del PIB regional. La falta de mantenimiento rutinario reduciría la vida útil del capital instalado y aumentaría los costos generales de capital en, al menos, un 60%.

El regadío, otra faceta fundamental del programa de infraestructura hídrica, sólo cubre el 30% de la tierra cultivable mundial —menos de la mitad del potencial de riego— a pesar de que el regadío puede mejorar la productividad de la tierra y la resistencia al clima, contribuyendo así sobre la seguridad alimentaria.

El principal impulsor de los futuros costos de inversión en regadío es el grado de apoyo público, aquel que contemple políticas de apoyo público que subvencionan los costos de capital como los de mantenimiento, lo más cercano a que las tierras de regadío alcancen todo su potencial. La estrategia elegida de análisis es bajo una ayuda pública moderada al regadío, que subvencione los equipos de riego, pero no el agua. Esta estrategia costaría en torno al 0.10% del PIB al año.

Además, las inversiones en regadío pueden tener impactos sobre los flujos medioambientales y los bosques, debido al efecto rebote creado por el aumento de las cosechas, por los mayores rendimientos, que aumentan la expansión y, por tanto, en las emisiones de gases de efecto invernadero. Además, en las zonas secas, el regadío puede conducir a una mala adaptación, ya que los agricultores agotan los subterráneos o se especialicen en cultivos “sedientos” inadecuados para el clima local. Así, se necesitan políticas complementarias para limitar los efectos negativos en los ecosistemas y proporcionar a los agricultores prácticas y tecnologías climáticamente inteligentes.

B. Infraestructura: control de inundaciones fluviales y costeras

Se espera que los daños por inundaciones aumenten significativamente durante el siglo XXI a medida que el nivel del mar aumenta, las precipitaciones son más intensas y los fenómenos meteorológicos se combinan con la evolución socioeconómica para poner un número cada vez mayor de personas y un valor cada vez más caro de activos en riesgo en llanuras aluviales costeras y fluviales.

El monto de las inversiones para protegerse contra las amenazas costeras y las inundaciones de los ríos en los países América Latina y el Caribe dependerá principalmente del nivel de riesgo que sea aceptable para las poblaciones locales y la incertidumbre referente a los costos de construcción. El escenario elegido fue la adopción de estándares holandeses de protección contra inundaciones costeras para ciudades y la aceptación de mayores riesgos por inundaciones fluviales basándose en una relación costo-beneficio.

La estrategia de protección determina qué zonas costeras y zonas del interior invierten en protección como barreras contra oleadas o diques y el nivel de protección, como el período de retorno de inundaciones que la protección puede gestionar.

Para la protección contra inundaciones fluviales, se examinaron tres estrategias: i) lograr un nivel óptimo de protección basado en un análisis de costo-beneficio que minimiza la suma de costos de protección (capital y mantenimiento) y daños residuales por inundaciones, ii) mantener el valor absoluto actual del nivel de riesgo de inundaciones constante en cada país, y iii) mantener el nivel relativo actual de riesgo de inundación constante en cada país, como porcentaje del PIB.

Para la protección costera, se examinaron las mismas tres estrategias, y se sumó una cuarta: la estrategia de baja tolerancia al riesgo, lo que implica mantener las pérdidas medias anuales por debajo 0.01% del PIB local para áreas protegidas. Dicho estándar holandés es el considerado como el estándar de riesgo aceptable en un mundo de baja tolerancia al riesgo.

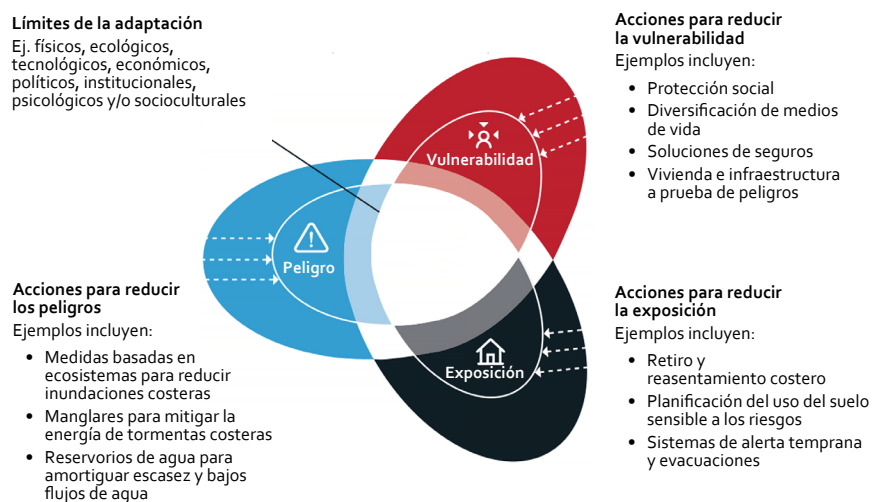
Entre 2015 y 2030, las inversiones para protegerse contra las amenazas costeras y las inundaciones de los ríos podrían costar a los países América Latina y el Caribe el 0.28% del PIB regional, en promedio, contemplando el 0.2% para nuevas infraestructuras y el 0.08% para mantenimiento de las existentes.

V. Adaptación: los costos de la transición

A menos que se realicen drásticas reducciones de las emisiones de GEI en las próximas décadas, se materializará el aumento de la temperatura global de 1.5 °C y 2 °C durante este siglo (IPCC, 2021). De hecho, es posible que, a pesar de realizar acciones de mitigación a gran escala, el aumento de temperatura de 1.5°C con respecto a la temperatura previa a la revolución industrial sea inevitable, y se estima que se alcance entre 2033 y 2035 (Diffenbaugh y Barnes, 2023).

La adaptación desempeña un papel fundamental en la reducción de la exposición y la vulnerabilidad al cambio climático. El riesgo climático es una función de la exposición y la vulnerabilidad a las amenazas climáticas (diagrama 1), por tanto, aquellas acciones y políticas destinadas a limitar la exposición (sistemas de alerta temprana, planificación territorial) o la vulnerabilidad (sistemas de protección social, seguros climáticos, infraestructura resiliente al clima)- ayudan a reducir el riesgo frente a amenazas climáticas (IPCC, 2022b; UNEP, 2022a).

Diagrama 1
Riesgo como función de peligro climático, exposición y vulnerabilidad



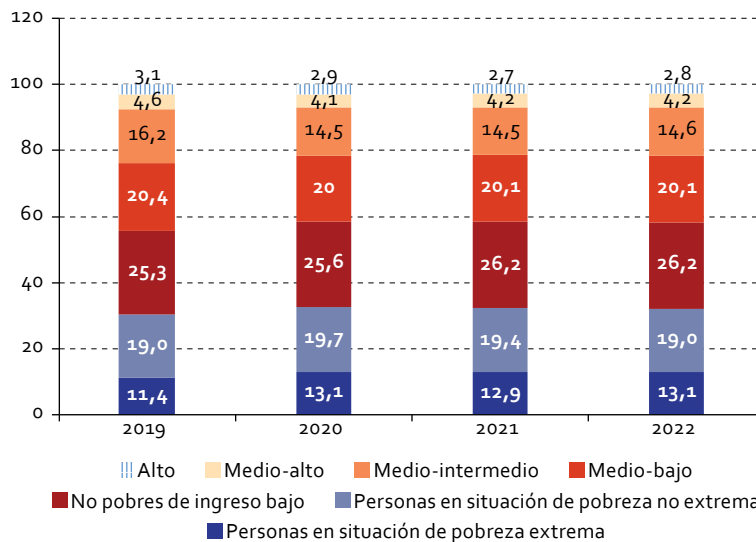
Fuente: UNEP (2022), "Adaptation Gap Report 2022: Too Little, Too Slow – Climate adaptation failure puts world at risk.," Nairobi, UNEP, Noviembre.

Hay inversiones con fines económicos o sociales que contribuyen a aumentar la capacidad adaptativa de la sociedad. Inversiones tendientes al mejoramiento de los sistemas de protección social, la mejora en la planificación y el manejo territorial o, la mejora de las semillas y la protección de manglares son medidas que aumentan la capacidad de adaptación de la sociedad y los ecosistemas, por lo cual, dependiendo el enfoque que se tome, la inversión en adaptación puede estar subestimada.

Los países de América Latina y el Caribe presentan una matriz de factores socioeconómicos y una geografía que se configuran en un alto riesgo climático. Por un lado, la agricultura, silvicultura y pesca, que son actividades altamente sensibles al clima, representan el 7% del PIB regional y el 14% del empleo¹⁸. Alrededor del 2% de la población vive en zonas costeras con una elevación menor a 5 metros sobre el nivel del mar. Por otro lado, a 2022, el 32% de la población total se encontraba en situación de pobreza moderada y el 13% de pobreza extrema, al adicionar al grupo poblacional de ingresos bajos, más del 50% de la región se encuentra en condiciones de alta vulnerabilidad ante choques, ya sean económicos o climáticos (gráfico 34). Adicionalmente, los sistemas de protección social y de salud presentan debilidades estructurales (CEPAL, 2022a).

Las medidas de adaptación son imprescindibles. Independientemente de la velocidad y magnitud de acciones de mitigación emprendidas las acciones de adaptación son necesarias dada las manifestaciones actuales del cambio climático y al nivel de calentamiento ya comprometido por las emisiones actuales.

Gráfico 32
América Latina y el Caribe (18 países)^a: distribución de la población según estratos de ingreso, 2019-2022
(Porcentajes)



Fuente: CEPAL 2022, Panorama Social.

^a Promedio ponderado de los siguientes países: Argentina, Bolivia (Estado Plurinacional de), Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, República Dominicana, Uruguay, Venezuela (República Bolivariana de).

Existen algunas estimaciones de los costos de adaptación a nivel global, aunque todas ellas con un alto nivel de incertidumbre. Los costos estimados en adaptación por los estudios existentes varían considerablemente y suelen no ser comparables debido a las discrepancias en la definición de adaptación, las regiones geográficas y sectores considerados, el horizonte temporal del análisis y el enfoque metodológico adoptado (Galindo y otros, 2014; Agrawala y Fankhauser, 2008; Stern, 2007). Lo cual afecta las estimaciones de las necesidades de financiación mundiales, regionales y nacionales para la adaptación y la resiliencia.

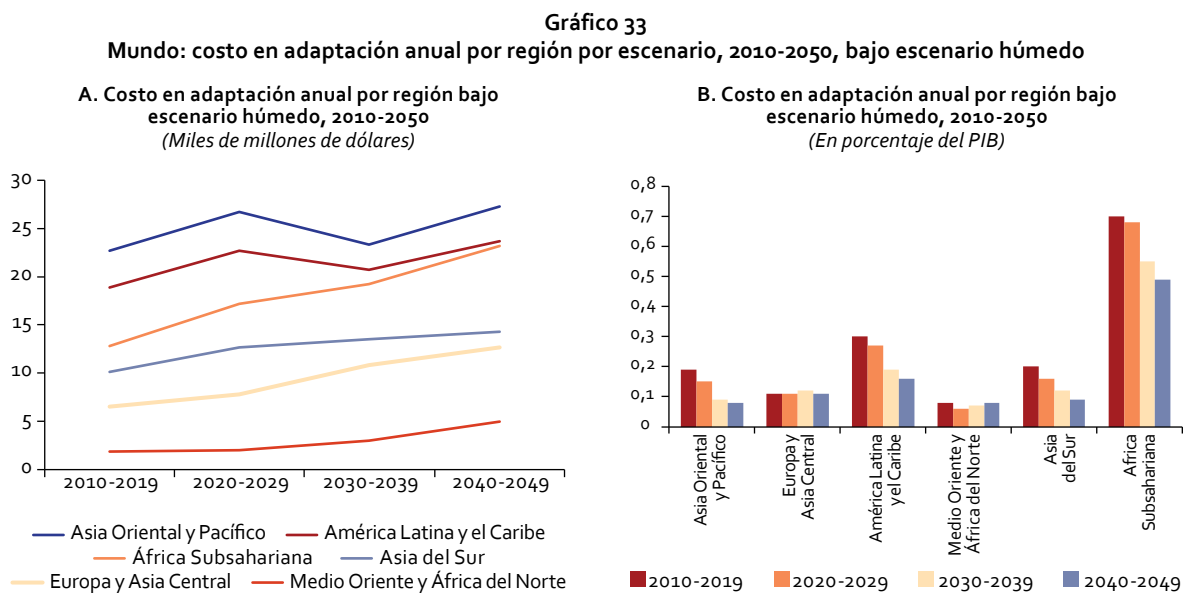
¹⁸ Ambas cifras para 2019 provenientes del WDI.

Para estimar los costos de adaptación, existen diversas metodologías. La mayoría de estudios se centran en algunas de las siguientes metodologías: análisis del costo de adaptación como agregado de flujos financieros en función de los requisitos de adaptación identificados, análisis de estimaciones de costos de adaptación basado en planes desarrollados a escala nacional (incluyen programas, proyectos o actividades), análisis de casos individuales agregados con escalado para producir costes globales o regionales y, análisis de costos de adaptación utilizando estudios top-down, entre ellos, modelos de evaluación integrados (IAMs).

A. Estimaciones del costo de la transición a escala global y regional

Como línea de base, OECD (2022) estimó que los flujos actuales de financiamiento para la adaptación para los países en desarrollo son de \$28.6 mil millones anuales. Para América Latina, el valor se sitúa en \$2.25 mil millones anuales.

Uno de los primeros estudios sobre requerimientos de adaptación realizada por CMNUCC (2007) estimó que, a nivel global para 2030, son necesarios entre \$61 - \$193 mil millones anuales en inversiones y flujos financieros en adaptación. Esto es, entre un 0.30% a 0.50% del PIB mundial. A nivel sectorial, se calcula que son necesarios entre \$8 - \$130 mil millones anuales para infraestructura, \$14 mil millones anuales para la agricultura, la silvicultura y la pesca, \$11 mil millones anuales para suministro de agua, entre \$10 - \$11 mil millones anuales para zonas costeras, entre \$12 - \$22 mil millones anuales para ecosistemas naturales y, entre \$4.5 - \$5.4 mil millones anuales para el sector de salud. Para los países en desarrollo, a 2030, los costos de adaptación estimados se sitúan entre \$28 - \$67 mil millones anuales.



Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) basado en World Bank, "The Cost to Developing Countries of Adapting to Climate Change. New Methods and Estimates", Washington, DC, The World Bank Group, 2010.

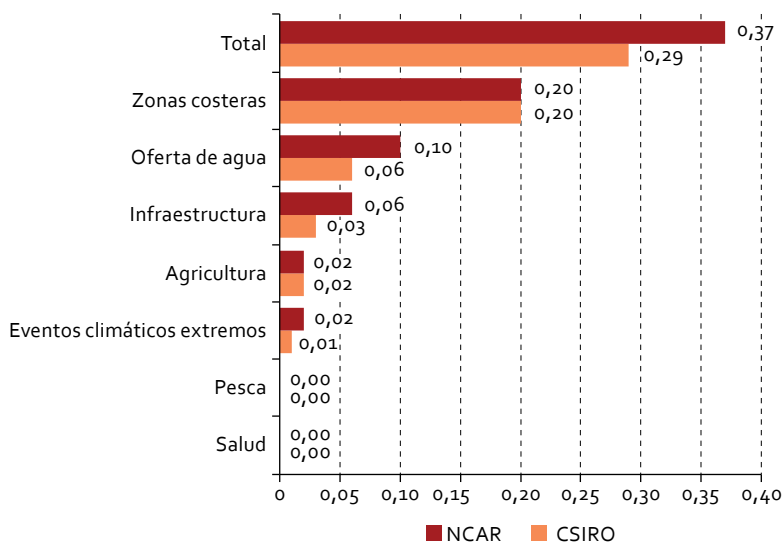
Nota: NCAR (por su nombre en inglés, National Centre for Atmospheric Research) representa el escenario más húmedo. CSIRO (por su nombre en inglés, Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization) representa el escenario más seco. El escenario más seco requiere costos totales de adaptación más bajos que el escenario más húmedo debido a los costos mucho más bajos de infraestructura, que superan los costos más altos de gestión del agua y las inundaciones.

La inversión climática en términos absolutos aumenta con el tiempo, pero disminuye como porcentaje del PIB. El Banco Mundial (2010) utilizó un enfoque sectorial donde se incluyen los costos adicionales para restablecer por completo el bienestar previo al cambio climático bajo un mundo 2°C más cálido para 2050, excluyendo las medidas de desarrollo que se habrían emprendido incluso en ausencia del cambio climático¹⁹. A nivel global, a 2050, los costos de adaptación estimados se sitúan entre \$76.8 mil millones anuales (escenario seco) a \$89.5 mil millones anuales (escenario húmedo)²⁰. En términos de PIB, se trata del 0.16% del PIB global (gráfico 35).

Para América Latina y el Caribe, a 2050, los costos en adaptación se sitúan entre \$16.8 mil millones anuales (escenario seco) a \$21.5 mil millones anuales (escenario húmedo). En términos de PIB regional, el monto se encuentra entre el 0.11% - 0.12%. A 2030, el costo en adaptación se sitúa, en promedio, en \$22.7 mil millones anuales, representando el 0.27% del PIB regional. En términos sectoriales, zonas costeras y recursos hídricos son los sectores que involucran un mayor costo en adaptación (Banco Mundial, 2010).

A nivel sectorial, zonas costeras y suministro de agua son los sectores con un mayor costo de adaptación anual calculado: 0.20% y 0.10% del PIB regional, respectivamente (gráfico 36).

Gráfico 34
América Latina y el Caribe: costos anuales de adaptación a 2030 por sector
(Porcentaje de PIB)



Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) basado en World Bank, "The Cost to Developing Countries of Adapting to Climate Change. New Methods and Estimates", Washington, DC, The World Bank Group, 2010.

Nota: NCAR (por su nombre en inglés, National Centre for Atmospheric Research) representa el escenario más húmedo. CSIRO (por su nombre en inglés, Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization) representa el escenario más seco.

CMNUCC (2007) estima que la inversión y los flujos financieros en 2030 en América Latina y el Caribe para prevenir los impactos del cambio climático son de aproximadamente 23 000 millones de dólares para el sector del agua y entre 405 y 1 726 millones de dólares para infraestructura adicional. Zonas costeras requeriría entre 57 y 68 millones de dólares. (cuadro 11).

¹⁹ Utilizan una evaluación global agregada del impacto de diversos sectores (agricultura, recursos hídricos, infraestructura, zonas costeras, salud, eventos climáticos extremos y pesca).

²⁰ El Banco Mundial calcula el rango de costos de adaptación sobre escenarios secos (CSIRO) y húmedos (NCAR) para agrupar los costos de adaptación entre los dos escenarios extremos. El escenario más seco requiere costos totales de adaptación más bajos que el escenario más húmedo, en gran parte, debido a los costos mucho más bajos de infraestructura, que superan los costos más altos de gestión del agua y las inundaciones. En ambos escenarios, la infraestructura, las zonas costeras y el suministro de agua y la protección contra inundaciones representan la mayor parte de los costos.

Agrawala et al. (2010) utilizando el modelo AD-WITCH²¹, estimaron para América Latina y el Caribe que el costo en adaptación anual para 2050 es de \$27.7 mil millones. En términos de PIB, se trata del 0.24% del PIB regional.

Cuadro 11
América Latina y el Caribe: estimaciones de costos de adaptación
(Miles de millones de dólares)

CMNUCC (2007)		Banco Mundial (2010 ^a)		Agrawala et al. (2010) AD-WITCH		
Escenario	B1-A1B	Escenario	NCAR	CSIRO	Escenario	Duplicación CO ₂
Año	2030	Año	2050	2050	Año	2105
		Agricultura	1,20	1,30	Irrigación	4,30
		Pesca	0,18-0,35	0,18-0,35		
Oferta de agua	23,00	Oferta de agua	5,50	3,20	Infraestructura en agua en mercados vulnerables	1,80
Zonas costeras	0,57-0,68	Zonas costeras	11,7 ^a	11,7 ^a	Protección costera	7,75
		Eventos climáticos extremos	1,30	0,70	Sistema de alertas temprana	5,00
					Asentamientos resistentes	5,90
Infraestructura	0,40-1,72	Infraestructura	3,50	1,70	Refrigeración	2,00
		Salud humana	0,00	0,00	Tratamiento de enfermedades	5,72
					I+D	0,07
		Total	21,50	16,80	Total	27,70
					Total (% of PIB)	0,24

Fuente: CEPAL con base en Banco Mundial (2010), The Costs to Developing Countries of Adapting to Climate Change, The Global Report of the Economics of Adaptation to Climate Change Study, Borrador de consulta. Agrawala, S., et al. (2010), "¿Planificar o reaccionar?: Análisis de los costos y beneficios de la adaptación utilizando modelos de evaluación integrados", Documentos de trabajo sobre medio ambiente de la OCDE, vol. 23, No. 23. CMNUCC, Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (2007), Inversiones y flujos financieros para abordar el cambio climático, Naciones Unidas.

Nota: NCAR (Centro Nacional de Investigación Atmosférica, escenario más húmedo); CSIRO (Organización de Investigación Científica e Industrial de la Commonwealth, escenario más seco).

^a Para el cálculo del coste anual de adaptación para la protección de las zonas costeras se utiliza el mismo escenario para NCAR y CSIRO que es el escenario medio de subida del nivel del mar. Incluye el acondicionamiento de playas, diques fluviales y marítimos y mejoras portuarias.

Utilizando análisis de costos de adaptación basado en planes desarrollados a escala nacional el sector agrícola es el principal sector que requiere necesidad de financiamiento en adaptación. UNFCCC (2022) estimó que el costo en adaptación en base a los planes nacionales presentados a la secretaría de la CMNUCC (incluidas las NDC, los PAN y PAT, entre otros)²², a 2030, para los países en desarrollo es de \$202 mil millones anuales (mediana), con un rango entre \$79 - \$612 mil millones anuales. El sector agrícola requiere el 23% del total de financiamiento, seguido de infraestructuras y asentamientos (16%), agua (14%), bosques y ecosistemas (12%), desastres inducidos por el clima (10%), energía (6%), salud humana (6%), recursos costeros y marinos (4%), turismo (1%) y otros sectores (8%). En términos de PIB, se trata de valores entre 0.24% y 1.8% del PIB (mediana del 0.6%).

Utilizando la misma fuente de información Chapagain et al. (2020) calculó el costo de adaptación basándose en los planes a escala nacional presentados por los países (NDC) y trabajando con los costos de adaptación anuales per cápita agregados y la población como base para estimar un rango de costos de

²¹ Los sectores considerados en el análisis son los siguientes: agricultura (costos de irrigación), la infraestructura hídrica en otros mercados vulnerables, la protección costera, los sistemas de alarma temprana, inversión en asentamientos robustos al clima, los costos de refrigeración, los costos de tratamiento de enfermedades y la inversión en investigación y desarrollo para la adaptación.

²² PAN: planes de adaptación nacionales; PAT: planes de adaptación territorial. La metodología de cálculo utilizada se basa en el agregado de necesidades de financiación de la adaptación basado en costos de NDC/PAN presentados a nivel nacional, calculando las necesidades financieras en términos de adaptación per cápita y como un porcentaje del producto interno bruto (PIB). Luego se extrapolaron dichos montos para derivar un índice global indicativo, utilizado el mencionado la mediana y rango intercuartílico y el tamaño de la población de cada país. Los sectores incluidos en el análisis son los siguientes: Agricultura, Energía, Agua, Zonas Costeras, Energía, Infraestructura y Asentamientos, Bosques y Ecosistema, Turismo, Salud, Fenómenos Climáticos Extremos y Otros.

adaptación a escala. Su estudio arroja que, para 2030, el costo de adaptación en los países en desarrollo requerido se sitúa entre \$25-\$250 mil millones anuales en el escenario socioeconómico SSP2.

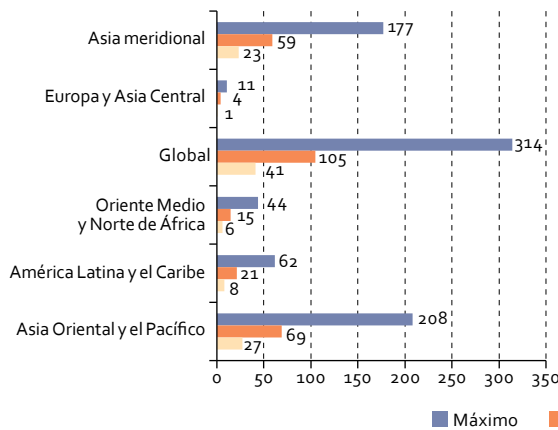
Adicional, Chapagain et al. (2020) calculó el costo de adaptación realizando un metaanálisis de estimaciones rigurosas de costos de adaptación ascendentes para inferir la relación de los costos de adaptación con variables climáticas y socioeconómicas. En él, considera a todos aquellos costos de planificación, preparación, facilitación y aplicación de las medidas de adaptación, incluidos los costes de transacción. Su estudio arroja que los costes totales de adaptación en los países en desarrollo se estiman entre \$50 – \$180 mil millones anuales a 2030, con diferencias entre los tres escenarios de riesgo climático seleccionados (escenarios RCP2.6, RCP4.5 y RCP8.5). A 2050, los montos se ubican entre \$90 – \$290 mil millones anuales (escenario de bajo riesgo) y, entre \$140 – \$450 mil millones anuales (escenario de alto riesgo). En términos de PBI, se trata de, entre el 0.18% al 0.62% a 2030 y, entre el 0.27% al 0.89% a 2050.

Retomando a UNFCCC y Chapagain et al. (2020), la estimación más reciente proviene del Reporte de la Brecha de Adaptación de 2022 (UNEP, 2022a), en el cual se hace una estimación por región de los requerimientos de financiamiento a 2030. A nivel global se estima un requerimiento de entre \$41-\$314 mil millones de dólares anuales, o entre 0.2% y 1.8% del PIB global. Para América Latina y el Caribe la estimación muestra un requerimiento de entre \$8-\$62 mil millones, o entre 0.2% y 1.3% del PIB (ver gráfico 26). Una crítica a este enfoque es que la muestra de países que se utiliza para la extrapolación de los costos de adaptación a nivel global no incorpora países de América Latina y el Caribe y, por tanto, las estimaciones pueden no reflejar las necesidades características de la región.

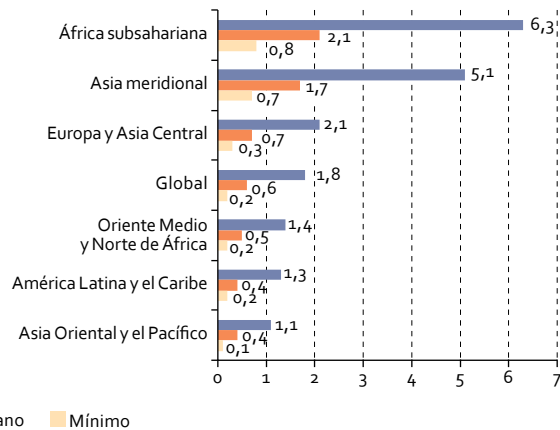
Gráfico 35

Países en desarrollo: necesidades potenciales de financiamiento anual, 2021-2030

A. Necesidades de financiamiento anual a 2030 por región
(Miles de millones de dólares)



B. Necesidades de financiamiento anual a 2030 por región
(En porcentajes del PIB)

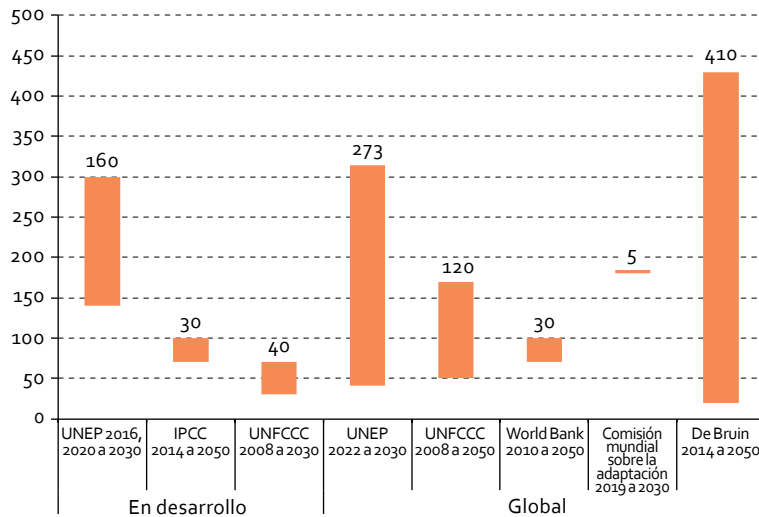


Fuente: Elaboración propia en base al informe UNEP (2022), "Adaptation Gap Report 2022: Too Little, Too Slow – Climate adaptation failure puts world at risk.", Nairobi.

Existe un grado importante de incertidumbre sobre las estimaciones de adaptación y existen estudios que calculan los costos de adaptación muy por encima de las antes presentadas. Por ejemplo, Baarsch et al. (2015) trata los costos de una adaptación óptima, es decir, el equilibrio óptimo entre los costos de mitigación, adaptación y daño residual que depende de la eficacia de las medidas adaptación. Baarsch et al. (2015), utilizó el modelo AD-RICE²³ con dos escenarios de riesgo arrojando un monto a 2030 para países en desarrollo que se encuentra entre \$125 mil millones anuales (escenario RCP2.6) y \$ 150 mil millones anuales (escenario RCP6.0). A 2050, los montos ascienden a valores entre \$320 mil millones (escenario RCP2.6) y \$530 mil millones anuales (escenario RCP6.0).

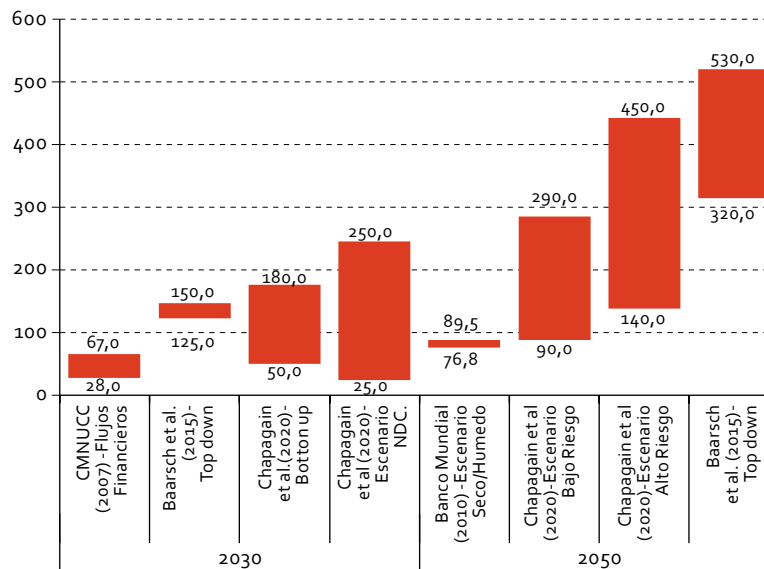
²³ Utilizan un modelo de evaluación integrada que involucra diversos sectores (salud, impactos agrícolas, efectos sobre las actividades de ocio, recursos hídricos, energía y aumento del nivel del mar).

Gráfico 36
Mundo: necesidades potenciales de financiamiento anual en adaptación
(Miles de millones de dólares)



Fuente: Elaboración propia en base al informe Turner, J. y otros (2021), "Investments for green recovery and transformational growth 2020–30", LSE, junio.

Gráfico 37
Países en desarrollo: costo en adaptación anual global por principales estudios, 2030-2050
(Miles de millones de dólares)



Fuente: Elaboración propia en base a World Bank (2010), "The economics of adaptation to climate change", Washington, DC; Baarsch, F., Lissner, T., Schleussner, C.-F., Granadillos, J., Bruin, K. d., Perrette, M. Hare, B. (2015), "Impacts of low aggregate INDCs ambition"; Dipesh Chapagain, Florent Baarsch, Michiel Schaeffer & Sarah D'haen (2020), "Climate change adaptation costs in developing countries: insights from existing estimates"; UNFCCC, United Nations Framework Convention on Climate Change (2007), "Investment and financial flows to address climate change", United Nations; UNFCCC, United Nations Framework Convention on Climate Change (2022), "Efforts of developing countries in assessing and meeting the costs of adaptation: Lessons learned and good practices. Synthesis report by the Adaptation Committee in the context of the recognition of adaptation efforts of developing country Parties". OECD (2022), "Climate Finance Provided and Mobilised by Developed Countries in 2016-2020: Insights from Disaggregated Analysis, Climate Finance and the USD 100 Billion Goal", OECD Publishing, Paris.

De manera general, las Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional que han presentado los países de América Latina y el Caribe contienen un componente de mitigación y adaptación. Hasta antes de la planificación y desarrollo de las Estrategias de Largo Plazo, o la actualización de las CDN de los diferentes países, el ámbito de adaptación había estado dejado a un segundo plano respecto al ámbito de la mitigación. No obstante, en comparación con las CDN anteriores, el componente de adaptación ha recibido una mayor atención, en particular la planificación de la adaptación y los planes nacionales de adaptación.

Para acelerar la implementación de las acciones de adaptación resulta clave contar con marcos habilitantes. Se requieren políticas de Estado que den certidumbre a largo plazo y eviten los rezagos en la acción climática. A partir de ello, se requiere redefinir y fortalecer las instituciones, impulsar las políticas y planes nacionales y sectoriales con metas e indicadores, la recuperación de un espacio fiscal que permita incrementar la inversión pública, la movilización de los mercados de capitales y el acceso a recursos financieros, monitoreo y evaluación, y procesos de gobernanza inclusivos (IPCC, 2022c) son todas condiciones necesarias para acelerar las inversiones en adaptación.

Muchas iniciativas nacionales dan prioridad a la reducción del riesgo climático inmediato y a corto plazo, con lo que se reduce la oportunidad de una adaptación transformadora y de reducir la magnitud de los impactos futuros del cambio climático. Existe además el reto de trasladar los instrumentos de planificación tanto de mitigación como de la adaptación al cambio climático, entre ellos las CDN, a planes concretos de inversión.

Adicionalmente, los sistemas nacionales de inversión pública en América Latina y el Caribe no están incluyendo en la evaluación de los proyectos de inversión la valoración de los servicios ecosistémicos que resultan afectados (positiva o negativamente). En algunos casos también se deja por fuera la evaluación de los riesgos relacionados con el clima. Con lo anterior, la evaluación de la inversión pública no está reflejando la verdadera rentabilidad de los proyectos de inversión, ocasionando que proyectos de inversión que tienen asociados co-beneficios ecosistémicos puedan estar quedando por fuera de la priorización de la inversión pública y/o que se estén ejecutando inversiones en infraestructura que están en alto riesgo de perderse ante los escenarios climáticos futuros.

B. Estimaciones de los costos de adaptación para América Latina y el Caribe

En los siguientes apartados se presentan estimaciones sobre los requerimientos de inversión a 2030 para América Latina y el Caribe en materia de adaptación. Se incluyen los requerimientos necesarios para la conservación del 30% de las áreas protegidas terrestres y marinas para proteger la biodiversidad, los requerimientos financieros para contener el aumento de pobreza derivada del aumento de la temperatura, la implementación de agricultura de regadío, la extensión de cobertura de servicios de agua y saneamiento a personas que están actualmente desatendidas, la inversión en barreras de protección contra inundaciones fluviales y costeras y, el costo de la implementación de sistemas de alerta temprana eficientes, puntualizando aquellos sistemas contra inundaciones y sequías.

1. El costo de conservar la biodiversidad

La biodiversidad es la diversidad de especies, ecosistemas y genes en la tierra. Esta riqueza sustenta todos los aspectos de la vida humana, desde los alimentos y el agua dulce hasta la viabilidad de la economía mundial. Esta es una década de última oportunidad tanto para la biodiversidad como para el clima: hasta un millón de especies están amenazadas de extinción y muchos ecosistemas corren el riesgo de colapsar. Sin embargo, hay áreas de esperanza: los esfuerzos específicos en áreas protegidas están mejorando los resultados para la naturaleza y los esfuerzos de conservación están evitando algunas extinciones. (WWF, 2019). En muchas ocasiones la conservación de la biodiversidad desempeña un papel clave tanto en la adaptación como en la mitigación del cambio climático. Es el caso, por ejemplo, de ecosistemas como manglares que además de capturar y almacenar carbono también protegen las costas reduciendo el impacto de eventos extremos en las costas.

Las áreas protegidas (AP) representan una de las principales opciones estratégicas para mitigar la actual crisis de biodiversidad. Sin embargo, existe un amplio consenso de que aún no se ha protegido suficiente tierra y mar para lograr los objetivos internacionales de reducir significativamente la disminución de la biodiversidad, ni para proteger los hábitats críticos ni para mantener un espacio operativo planetario seguro. El Foro Económico Mundial clasifica la pérdida de biodiversidad como una de las cinco amenazas principales para la economía global y ello se basa en que se calcula que alrededor del 50% del PIB global está ligado a algún bien o servicio ecosistémico. No obstante, el mayor valor de la biodiversidad es un servicio impagable, el de soporte de vida en la tierra. En consecuencia, los llamados para aumentar las áreas de conservación de la biodiversidad son imprescindibles. Es importante aclarar que, en América Latina y el Caribe, como en muchas otras regiones del planeta, la definición de áreas protegidas incluye no sólo la conservación, sino también el uso sustentable de la misma por las comunidades locales y los pueblos indígenas que históricamente han sido custodios de nuestra riqueza natural.

Como región, América Latina y el Caribe ha hecho un gran esfuerzo para conservar, al menos, el 17% de las aguas terrestres y continentales y el 10% de las zonas costeras y marinas. Sin embargo, la extensión geográfica de áreas protegidas es una variable de política que debe ser determinada bajo estándares aún más ambiciosos ya que la situación actual no garantiza la conservación de la biodiversidad y los ecosistemas. Adicionalmente, no basta sólo con determinar una superficie como protegida, sino que hay que dotar de recursos humanos, financieros y científicos a estas áreas, para que en ellas se cumplan los objetivos de conservación. Asimismo, para las nuevas metas de cobertura a 2030, se requerirá especial atención en los países y territorios que no han alcanzado sus objetivos como se desarrollará a continuación.

a) **Importancia de la biodiversidad en América Latina y el Caribe**

Con más de 8.8 millones de km² en áreas protegidas terrestres y marinas, América Latina y el Caribe (ALC) es la región con mayor extensión de áreas protegida del mundo, en cobertura terrestre y marina²⁴. Esta cifra equivale a un 21.4% del total del territorio de la región, con el 24% de las zonas terrestres y el 18.9% de las zonas marinas y costeras protegidas, una cobertura mayor que la superficie total de Brasil o a la suma de los territorios continentales de Argentina, México, Perú, Colombia, Bolivia y Paraguay. (UNEP-WCMC y UICN, 2020).

En América Latina y el Caribe se han identificado un total de 2 300 Áreas Clave para la Biodiversidad (KBA por sus siglas en inglés) que cubren más de 3.2 millones de km². En términos de la superficie total de KBA a nivel regional, el 56.2% se encuentra con algún grado de protección bajo la figura de áreas protegidas, mientras que el restante 43,8% no tiene ningún grado de protección.

Además de la notable extensión protegida, América Latina y el Caribe alberga una extraordinaria diversidad biológica y cultural en sus territorios; dentro del grupo de Países Megadiversos Afines (LMMC, por sus siglas en inglés), 9 de los 20 países miembro, pertenecen a la región. Sudamérica es la región más rica en biodiversidad del planeta, con más del 40% de la biodiversidad existente y más de la cuarta parte de los bosques.

Los patrones de producción y consumo de la región, la falta de planificación territorial y otros factores son presiones crecientes sobre los ecosistemas. América Latina y el Caribe cuenta con el 60% del total de especies evaluadas por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), en el 2020 se identificaron 5,758 especies de animales y plantas en riesgo de extinción²⁵. Esto representa casi el 40% de las especies de animales y el 1% de las especies de plantas amenazadas del mundo. De las especies de animales amenazadas identificadas, el 18% corresponde a mamíferos, el 23% a reptiles, el 41% a anfibios, y el 10% a peces (UNEP-WCMC y UICN, 2020).

En términos de diversidad cultural, se tiene registro de 826 pueblos indígenas en la región, con una población cercana a 45 millones de personas, desde pueblos en aislamiento voluntario hasta en grandes asentamientos urbanos.

²⁴ Sin considerar la región polar.

²⁵ En estado crítico, en peligro o vulnerable.

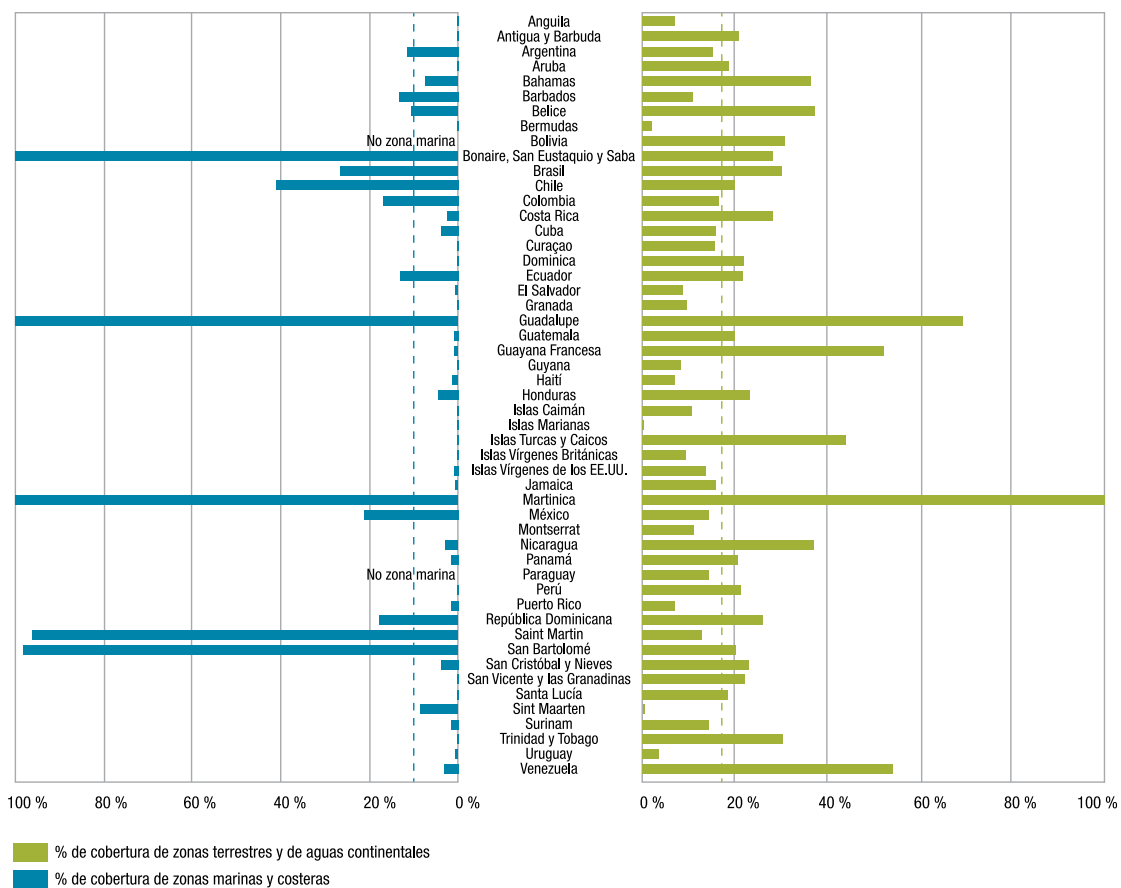
Con relación a las áreas protegidas, América Latina y el Caribe alberga 142 sitios reconocidos por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) como patrimonio mundial, por su valor universal excepcional para la humanidad. De estos, 96 fueron designados por su valor cultural; 28 por su valor natural; y 8 por su valor mixto.

Debido a esta extensa y única riqueza biológica y cultural, América Latina y el Caribe tiene el deber y la responsabilidad fundamentales de proteger eficazmente su diversidad biológica y promover la distribución justa y equitativa de los beneficios derivados de la utilización de dichos recursos biológicos.

En este contexto, el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB) ha reconocido la importancia de las áreas protegidas para alcanzar sus objetivos y en el 2010 estableció la Meta 11 de Aichi²⁶, como una de las veinte metas del plan estratégico del Convenio, para ser alcanzada en el 2020.

A escala regional, se han alcanzado, e incluso superado, los objetivos porcentuales de cobertura terrestre (17%) y marina (10%) de la Meta 11 de Aichi. A escala nacional, se observan grandes variaciones entre países y territorios de la región, en cuanto a la cobertura de áreas protegidas, tanto terrestres como marinas (gráfico 38).

Gráfico 38
Porcentaje de cobertura de áreas protegidas por país en América Latina y el Caribe



Fuente: UNEP-WCMC y UICN (2020), "Latin America and Caribbean Protected Planet Report 2020".

²⁶ Para 2020, al menos el 17% de las aguas terrestres y continentales y el 10% de las zonas costeras y marinas, especialmente las zonas de particular importancia para la diversidad biológica y los servicios de los ecosistemas, se conservan mediante sistemas de gestión eficaz y equitativa, ecológicamente representativos y bien conectados, áreas protegidas y otras medidas efectivas de conservación basadas en áreas, e integradas en los paisajes terrestres y marinos más amplios.

Con relación a las superficies terrestres, más de la mitad de los países y territorios de la región (27) tienen más del 17% de su superficie terrestre protegida. Martinica, Guadalupe, Venezuela y Guayana Francesa presentan más del 50% de su superficie terrestre protegida, sin embargo, el resto de los territorios no alcanzan a tener protegido el 17% de su superficie terrestre y 13 de estos que no llegan a tener el 10% de su superficie terrestre protegida.

De acuerdo con las zonas marinas y costeras protegidas, se observa que 13 países y territorios presentan más del 10% de sus zonas marinas y costeras cubiertas por áreas protegidas. Se destacan Martinica y Bonaire, San Eustaquio y Saba, con el 100% de su superficie marina protegida. No obstante, 34 países tienen menos del 5% de este tipo de zonas bajo protección.

A pesar del gran esfuerzo por cumplir el componente de cobertura de la Meta 11 de Aichi, la protección no es representativa, en términos de biodiversidad ecológica, a distintas escalas de análisis. Sólo la mitad de los biomas presentes en América Latina y el Caribe alcanzan o superan el 17% de protección. Algunos biomas, tales como el bosque y el matorral mediterráneo o las praderas y sabanas templadas, están particularmente subrepresentados en la región. En América Latina y el Caribe están el 24% de las ecorregiones terrestres y el 19% de las ecorregiones marinas del mundo, por lo que se sugiere evaluar la representatividad de su región protegida, en cuanto al estado de protección de las especies y endemismos regionales.

b) El rol de la adaptación y mitigación para la conservación de la biodiversidad

Se estima que el financiamiento actual total (tanto público como privado) para la conservación de la biodiversidad está entre los \$124-\$143 mil millones de dólares anuales; En 2020 la OCDE estimó que el financiamiento global para la biodiversidad se ubicaba entre los \$78-\$91 mil millones de dólares. Además, BIOFIN estimó que las inversiones anuales globales públicas en biodiversidad han aumentado de unos \$100 mil millones de dólares en 2008 a unos \$140 mil millones en 2017, con un promedio de \$123 mil millones desembolsados anualmente en ese periodo. (The Nature Conservancy, 2020).

No obstante, se puede afirmar que el financiamiento total público para la conservación de la biodiversidad es negativo. Ya que del total positivo menos de 80 mil millones de USD son recursos fiscales que se ven opacados por subsidios nocivos para la biodiversidad por montos mayores a los 500 mil millones de USD anuales. Aquí, se destaca la estimación de los flujos hacia subsidios perjudiciales²⁷ para la conservación de la biodiversidad en 2019.

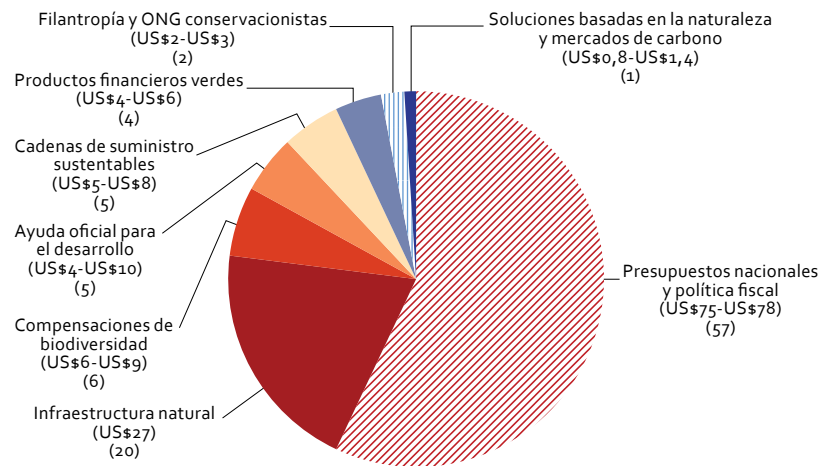
Son fundamentales una serie de medidas en materia de mitigación y adaptación que, si se implementan a escala, ayudarían a reducir el financiamiento futuro necesario para la biodiversidad y, a su vez, a desbloquear el financiamiento adicional requerido. Algunos son nuevos instrumentos financieros para impulsar la inversión privada, mientras que otros son cambios relacionados con las políticas. Muchos son responsabilidad de los gobiernos, pero algunos piden a las empresas privadas que transformen sus cadenas de suministro e inversiones. (The Nature Conservancy, 2020).

Dentro de las medidas que crearían nuevas fuentes de financiamiento para la conservación de la biodiversidad se incluyen impuestos, tarifas, alivio de la deuda, préstamos y aranceles. Adicional, las instituciones financieras pueden ayudar ampliando las oportunidades de inversión en bonos verdes, préstamos verdes a bajo interés, bonos de impacto ambiental y otros productos financieros verdes. Los gobiernos pueden ayudar creando incentivos, orientación clara y estándares para estas inversiones.

Dentro de los mecanismos de compensación de la biodiversidad, la agricultura, la infraestructura y las industrias extractivas que impactan inevitable y negativamente a la naturaleza deben compensar el daño que causan llevando a cabo medidas de mitigación de impacto o pagando para restaurar ecosistemas degradados o proteger ecosistemas en riesgo. Además, se deberá aumentar la asistencia oficial para el desarrollo de la biodiversidad mediante la ampliación de la ayuda a las naciones receptoras ricas en biodiversidad por parte de instituciones multilaterales y naciones donantes por medio de condonación de la deuda, donaciones directas y/o asistencia técnica en apoyo de iniciativas de biodiversidad. (The Nature Conservancy, 2020).

²⁷ Correspondiente a la categoría de subsidios "más perjudiciales" de la OCDE.

Gráfico 39
Gastos públicos y privados totales globales anuales para la protección y conservación de la biodiversidad^a, 2019
 (En miles de millones de dólares y porcentaje)



Fuente: The Nature Conservancy (2020), "Cerrando la brecha financiera global de la biodiversidad".

^a Las categorías y los números fueron obtenidos de un conjunto de más de 160 mecanismos de financiamiento para la biodiversidad del Catálogo de Soluciones Financieras de BIOFIN. Algunos de los mecanismos no se incorporaron al estimado actual de financiamiento global para la biodiversidad, pues no generan flujos financieros significativos para la conservación de la biodiversidad, o porque los datos anuales de sus fondos no han sido rastreados o recogidos por los muchos centros de información financiera consultados y analizados para este informe.

En algunos casos, la inversión en infraestructura natural es más rentable que las soluciones de ingeniería. Los arrecifes, bosques, humedales y otros sistemas naturales proporcionan hábitats para la vida silvestre al tiempo que brindan importantes servicios ecosistémicos, como la protección de cuencas hidrográficas y costeras.

Un estudio de CEPAL llevado a cabo en Cuba (2018) evaluó económicamente la protección de arrecifes de coral y manglares, lo que permite comparar los costos de su conservación o restauración con otras alternativas de ingeniería.

Los arrecifes de coral en Cuba protegen anualmente en promedio a unas 8.042 personas, evitando más de 401 millones de dólares de pérdidas económicas y reduciendo 76 km² la superficie inundada. Si observamos la respuesta de los arrecifes de coral frente a eventos meteorológicos extremos puntuales, como puede ser un ciclón tropical de diez años de período de retorno, los beneficios de disponer de arrecifes coralinos en Cuba ascienden considerablemente, hasta 1.398 km², 121.893 personas y 5.031 millones de dólares (véase el cuadro 1). Estos valores se incrementan significativamente para eventos menos frecuentes, pero más intensos, de 100 años de período de retorno, llegando a una protección esperada de 2.849 km², 302.660 personas y 14.155 millones de dólares.

Siguiendo la misma lógica, los manglares en Cuba protegen anualmente en promedio a 22.476 personas, evitando más de 150 millones de dólares de pérdidas económicas y reduciendo 222 km² de superficie inundada. En respuesta a eventos meteorológicos extremos puntuales, como puede ser un ciclón tropical de 10 años de período de retorno, los beneficios de disponer de manglares

en Cuba ascienden considerablemente, hasta 324 km², 29.982 personas y 226 millones de dólares. Estos valores aumentan mucho más para eventos menos frecuentes, pero más intensos, de 100 años de período de retorno, llegando a una protección esperada de 4.551 km², 322.006 personas y 2.559 millones de dólares.

Como se ve, proteger y restaurar los ecosistemas naturales es una de las mejores maneras de mitigar las emisiones de carbono. Al invertir en estas soluciones, los gobiernos cumplirían con sus objetivos climáticos y protegerían la naturaleza al mismo tiempo. Incluir reducciones de emisiones de paisajes naturales en los mercados de carbono o aprovechar otros incentivos financieros crea una justificación económica adicional para proteger la naturaleza. En el recuadro siguiente se presenta una estimación de los costos del área potencial de restauración de manglares en nueve países de América Latina y el Caribe.

Recuadro 3 Restauración de manglares: inversiones para mitigación y adaptación

Los manglares son uno de los ecosistemas más valiosos del mundo. Están compuestos por mangles, árboles que toleran el agua dulce y salada, ocupando áreas costeras en países tropicales y subtropicales. Los servicios ecosistémicos que prestan son múltiples: lugares de desove de distintas especies de peces y mariscos, varias de ellas de valor comercial, generando empleo y aumentando la seguridad alimentaria a través de la actividad pesquera; proveen madera para la construcción, leña, tinturas, miel y plantas medicinales; son refugio de biodiversidad, en muchos casos de especies en peligro de extinción; y, por último, constituyen un reservorio de carbono, contribuyendo a la mitigación del cambio climático. En los últimos años, diversos estudios (Worthington T. y Spalding M., 2018; CEPAL, 2018; Banco Mundial, 2019) han relevado su importante papel en la protección de la costa contra la erosión y los impactos de eventos extremos. Representan una suerte de muro natural frente a las tormentas (Banco Mundial, 2019) reduciendo las pérdidas de vidas humanas, así como los daños a la propiedad y a los medios de vida de las poblaciones costeras.

En América Latina y el Caribe existen 4,6 millones de hectáreas de manglares, con presencia en todas las subregiones menos en el Cono Sur (FAO, 2015), y casi 30 millones de personas viven cerca de manglares (Banco Mundial, 2019). Pese a su importancia económica y ambiental, se trata de un ecosistema amenazado cuya superficie ha disminuido por la presión de la población en las zonas costeras y la conversión a otros usos, como acuicultura y turismo, entre otros factores.

La inversión en restauración de manglares constituye una oportunidad para contribuir a los objetivos de lucha contra el cambio climático, así como generar actividades económicas y empleo en zonas costeras. A corto plazo en el proceso mismo de restauración y a medio plazo por el incremento de la actividad pesquera, el ecoturismo y la venta de artesanías. Además de contribuir a la recuperación de la biodiversidad, es uno de los ecosistemas más eficaces en la captura y almacenamiento de carbono (Worthington T. y Spalding M., 2018). Los manglares contienen entre 3 o 4 veces la masa de carbono existente en la mayor parte de los bosques (Banco Mundial, 2019a).

El área potencial de restauración de manglares en nueve países de América Latina y el Caribe ha sido estimada en 2.788 Km², de los cuales 1.61 Km² se consideran "altamente restaurables", es decir, que presentan condiciones más favorables para la recuperación (Worthington T. y Spalding M., 2018). Esto permiten estimar el alto potencial existente (ver tabla 1). Si México restaurara un 10% de los 1.455 Km² de superficie de manglar potencialmente recuperables, la disminución de emisiones de gases de efecto invernadero (cerca de 19 millones de toneladas de CO₂eq) representaría cerca del 3% de sus emisiones de 2015 (683 millones de toneladas de CO₂eq; INECC, 2018). Por su parte, el incremento de la biomasa pesquera en zonas cercanas de manglar depende de las condiciones locales. Las estimaciones varían entre un incremento de 7,5% respecto a las capturas de 2016 en zonas cercanas de manglar en México, del 10% en Cuba y en Colombia el incremento sería del 30% en peces y del 36% en invertebrados (Worthington T. y Spalding M., 2018).

Áreas de manglar consideradas restaurables y altamente restaurables				
País	Área restaurable (Km ²)	Área altamente restaurable (Km ²)	Contenido de carbono promedio del suelo para áreas restaurables (Toneladas C/Ha)	Contenido de carbono promedio en la parte aérea de la biomasa en áreas restaurables (Toneladas C/Ha)
Belice	65	64		
Brasil	491	476	309	81
Colombia	216	51	416	87
Cuba	160	74	465	67
Ecuador	107	26		
Honduras	70	69		
México	1 455	993	291	65
Nicaragua	104	99		
Venezuela (República Bolivariana de)	120	109		
Total	2 788	1 961		

Fuente: Mangrove Restoration Potential; A global map highlighting a critical opportunity (Worthington T. y Spalding M., 2018).

Los costos de los programas de restauración de manglares muestran grandes diferencias. La Comisión Nacional Forestal de México estima un costo de 4.500 USD/ha (CONAFOR, 2014) y IUCN estima un costo de 5.300 USD/ha en Honduras (IUCN, 2019).

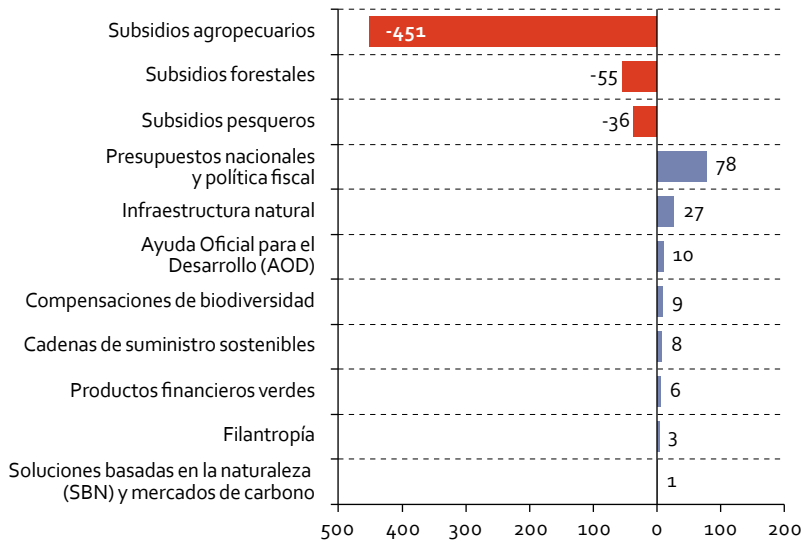
Considerando un costo promedio de restauración de 4.900 USD/ha, las inversiones serían:

- USD 1.366 millones (área restaurable)
- USD 961 millones (área altamente restaurable)

Fuente: Elaboración propia sobre la base de Banco Mundial (2019). "Cinco razones para cuidar los manglares". Artículo 17 enero. <https://www.bancomundial.org/es/news/feature/2019/01/17/cinco-razones-para-cuidar-los-manglares>. (Incluir toda la bibliografía incorporada en referencias); Banco Mundial (2019a). "Forces of Nature. Assessment and Economic Valuation of Coastal Protection Services Provided by Mangroves in Jamaica"; CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe) (2018), "Efectos del cambio climático en la costa de América Latina y el Caribe. Evaluación de los sistemas de protección de los corales y manglares de Cuba", Documentos de Proyectos (LC/TS.2018/71), Santiago, septiembre; CONAFOR (Comisión Nacional Forestal de México) 2014). Acuerdo mediante el cual se expiden los costos de referencia para reforestación o restauración y su mantenimiento para compensación ambiental por cambio de uso de suelo en terrenos forestales y la metodología para su estimación. Diario Oficial, 31 de julio de 2014; FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) (2015), "Evaluación de los recursos forestales mundiales 2015". Roma; IUCN (International Union for Conservation of Nature) (2019). "Análisis económico de acciones para la restauración de paisajes productivos en Honduras". San José, Costa Rica; Worthington T. y Spalding M. (2018) "Mangrove Restoration Potential. A global map highlighting a critical opportunity". The Nature Conservancy (TNC), International Union for Conservation of Nature (IUCN) y Universidad de Cambridge.

La biodiversidad y su conservación es otro bien común global, como la atmósfera, que los países deben responsabilizarse en conservar en el mejor estado para bien de nuestra especie, y todas aquellas con las que coexistimos. Actualmente, estamos siendo irresponsables fiscalmente, dedicando más recursos en degradar los ecosistemas que en recuperarlos y conservarlos. Ello debe cambiar en el corto plazo.

Gráfico 40
Subsidios perjudiciales y flujos financieros globales hacia la conservación de la biodiversidad en 2030
(Estimaciones máximas, en miles de millones de dólares)

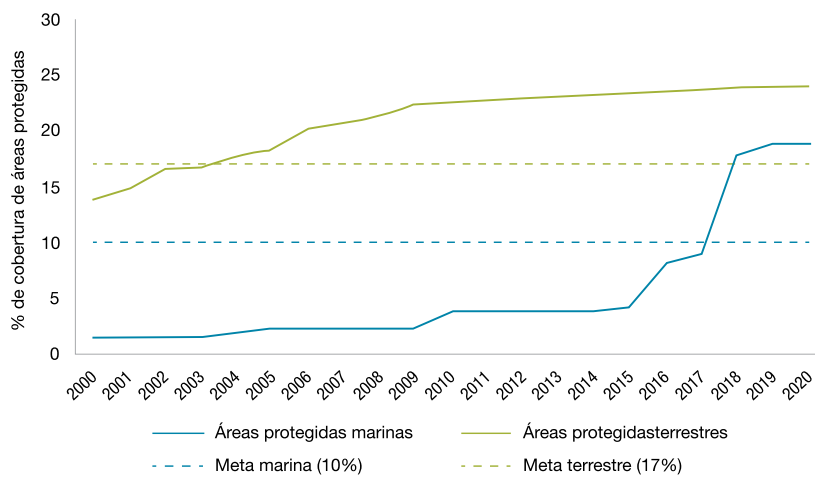


Fuente: The Nature Conservancy (2020), "Cerrando la brecha financiera global de la biodiversidad".

c) El papel de las áreas protegidas para la conservación de la biodiversidad

El análisis temporal de la tendencia en la cobertura de áreas protegidas en la región de América Latina y el Caribe muestra un crecimiento desde el 2000:

Gráfico 41
Porcentaje de cobertura de áreas protegidas en América Latina y el Caribe, 2000-2020



Fuente: UNEP-WCMC y UICN (2020), "Latin America and Caribbean Protected Planet Report 2020".

Hay un aumento constante en la cobertura de áreas protegidas terrestres, que se ha ido estabilizando. En contraste, la cobertura de áreas protegidas marinas ha experimentado un rápido crecimiento en los últimos años. Esto se debe principalmente a que algunos países (como Chile, Brasil o México) han declarado áreas protegidas marinas de gran extensión y a que algunos han protegido casi completamente sus áreas marinas, como Guadalupe y Martinica.

Como región, América Latina y el Caribe ha hecho un gran esfuerzo para cumplir con los objetivos del componente de cobertura de la Meta 11 de Aichi. El reto, ante las nuevas metas de cobertura en la agenda post-2020, requerirá atender especialmente aquellos países, territorios y representatividad que no alcanzaron los objetivos de cobertura.

Uno de los principales resultados de la 15.ª Conferencia de las Partes del Convenio sobre la Diversidad Biológica celebrada en 2022 y el nuevo Marco Mundial para la Diversidad Biológica (las metas post Aichi) es **aumentar la cobertura global de AP y otras áreas efectivas basadas en medidas de conservación a, al menos, un 30% al 2030, incluida la protección de la tierra y el agua.**

Estudios recientes han puesto de relieve el gran potencial de pérdidas económicas debido a la degradación de la diversidad biológica, ya que la pérdida de resiliencia en los ecosistemas puede detonar procesos de pérdida de suelos que impactan la productividad de la tierra y la capacidad de generar bienes y servicios ecosistémicos. En contraste, existe una preocupación inmediata sobre **cuánto es necesario invertir para alcanzar el objetivo de mantener la biodiversidad en un 30%** dado que ha recibido menos desarrollo en los estudios existentes, y hay pocas cifras confiables disponibles a nivel regional. En el caso de la biodiversidad, por lo largo de sus ciclos de recuperación, es más evidente la “tragedia de los horizontes”, pues las inversiones se deben realizar en el corto plazo y los beneficios, que son muy superiores, se reparten entre el corto y el largo plazo.

d) El costo de conservar el 30% de las áreas protegidas de la región

Se estimó que el gasto global actual en áreas protegidas es de \$24,3 mil millones por año²⁸. Estudios anteriores, arrojaron una estimación global del gasto en AP de \$6 mil millones de dólares al año. La primera cifra no es estrictamente comparable con la última, debido a las diferencias de método, pero la diferencia sugiere una voluntad política amplia y constante de aumentar el gasto en la protección de la naturaleza. (Waldron et al., 2020).

Con el fin de proyectar las necesidades futuras de financiamiento anual para la protección de la biodiversidad, nuestras estimaciones se centran en la conservación basada en áreas y aborda la conservación dentro de una red de reservas ecológicamente representativa asumiendo que una red de reservas comprendería el núcleo de las actividades de conservación de la biodiversidad mundial.

Tomando al estudio realizado por Waldron et al. (2020), nuestra estimación se basará en un elemento clave relacionado con la protección de la biodiversidad: **la brecha de financiamiento para la biodiversidad entre los flujos totales anuales de capital hacia la conservación global de la biodiversidad y la cantidad total de fondos requeridos para gestionar de manera sostenible la biodiversidad y mantener la integridad de los ecosistemas. Para ello, se incorporará la meta global propuesta de aumentar las áreas protegidas tanto marinas como terrestres para llegar al 30% del territorio global a 2030.**

Para el caso de los fondos requeridos, Waldron et al. (2020) propone un abanico de seis escenarios para proteger la biodiversidad a nivel global²⁹. Su estimación más baja de necesidades futuras se ha tomado como el escenario que permite un compromiso entre la protección de la biodiversidad y los paisajes productivos. La estimación superior es el del escenario que prioriza una más amplia integridad y viabilidad de los ecosistemas.

²⁸ Calculado como \$17,2 mil millones recopilados de fuentes primarias para 124 países, \$4,5 mil millones invertidos por comunidades locales y \$2,6 mil millones imputados para países sin datos. Ver Anexo para información sobre metodología de cálculo.

²⁹ Ver Anexos para ver el detalle de la metodología.

Dicho estudio, estima que la inversión anual necesaria para un sistema de AP ampliado global (30%) es de entre \$103-\$291 mil millones, según el escenario utilizado. Esta cifra incluye:

- presupuesto mínimo necesario para administrar adecuadamente el sistema de AP existente: \$67,6 mil millones por año (de los cuales solo \$24.3 se gastan actualmente), y
- el costo de agregar nuevas áreas para alcanzar la meta del 30% de cobertura de AP y AMP: entre \$35,5 mil millones y \$224 mil millones por año.

Cuadro 12
Costos anuales requeridos para gestionar de manera sostenible la biodiversidad y mantener la integridad de los ecosistemas y alcanzar la meta del 30% a 2050
(En miles de millones de dólares a valores de 2015)

Costos/escenarios	Escenario de referencia (REF) ^a	Escenario enfocado en la producción (THC) ^b	Escenario enfocado en la biodiversidad (GDN) ^c
Costo anualizado para agregar nuevas áreas protegidas hasta el 30% de la meta	0,00	35,50	223,83
Costos anuales para dar un financiamiento mínimo adecuado a las áreas protegidas existentes	67,64	67,64	67,64
Costo total/anual	67,64	103,14	291,47

Fuente: Waldron et al. (2020), "Protecting 30% of the planet for nature: Costs, benefits and economic implications".

^a El Escenario REF se trata del contrafactual para la comparación de no ampliar las áreas protegidas después de 2020. Mantener la cobertura actual de las zonas protegidas (a partir de julio de 2019).

^b El escenario THC es el escenario con mayor enfoque hacia la producción tratándose de proteger todo el hábitat global que conserve un estado de intervención humana mínima ("espacios naturales"), además de las AP existentes.

^c El escenario con mayor enfoque en la biodiversidad es el GDN tratándose de conservar una amplia gama de lugares que tengan importancia para la biodiversidad según distintos criterios, incluidas las AP actuales, los lugares con especies raras o endémicas, las zonas necesarias para los mamíferos de gran distribución, entre otros.

Como se puede observar, los escenarios que priorizan fuertemente la producción tendían a tener costos más bajos (así como menores ingresos).

La mayor parte del costo anual se relaciona con los gastos de gestión (incluidos los costos operativos y los gastos de capital), con valores relativamente pequeños para los costos de compra de tierras amortizados anualizados y los posibles costos de compensación, por ejemplo, para los agricultores locales que no pueden expandir sus campos o los costos relativos a la adopción de prácticas más ambientalmente sostenibles.

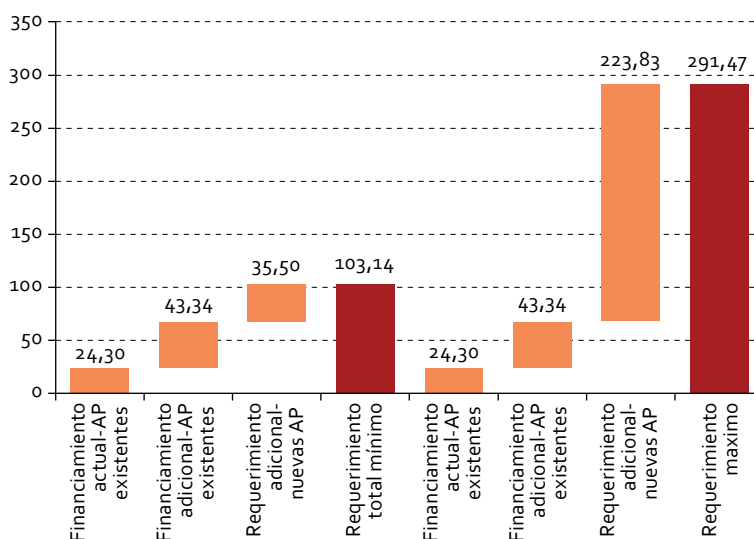
Para extrapolar el cálculo únicamente para América Latina y el Caribe calculamos el proporcional para la región por medio de las áreas protegidas que posee la región sobre el total mundial. Para ello, utilizamos la versión de junio de 2021 de la Base de Datos Mundial sobre Áreas Protegidas (WDPA).

El cálculo de la inversión necesaria en América Latina y el Caribe se obtiene a partir de su participación de AP en el total mundial. Para ello, utilizamos la versión de junio de 2021 de la Base de Datos Mundial sobre Áreas Protegidas (WDPA). Actualmente, en todo el mundo existen 285,415 áreas protegidas que ocupan alrededor de 48 millones de km² y cubren 245 países. De ellas, la región registra un total de 10,111 de áreas protegidas que cubren cerca de 11 millones de km². Esto es, el 22% del área total de AP a nivel mundial, se encuentra en América Latina y el Caribe.

A nivel regional, las áreas señaladas corresponden a áreas terrestres que abarcan un total de 4,990,015 km² (aproximadamente, cuatro veces el tamaño de Colombia). Esto significa que el 24,29% de las zonas terrestres y de aguas continentales de la región de LAC están cubiertas por áreas protegidas. Por su parte, las áreas protegidas marinas cubren un total de 5,597,417 km² (aproximadamente, tres veces el tamaño de Perú), lo que corresponde al 24,44% de las zonas marinas y costeras de la región. De este modo, a nivel regional se requiere incluir alrededor de 6% adicional tanto en zonas terrestres como marinas para conseguir que el 30% del territorio sea AP.

Gráfico 42

Requerimiento de financiamiento para alcanzar meta del 30% sobre conservación de áreas protegidas a nivel global
(En miles de millones de dólares)



Fuente: Elaboración propia en base a Waldron et al. (2020), "Protecting 30% of the planet for nature: Costs, benefits and economic implications".

Cuadro 13

Áreas protegidas por tipo y región
(En km² y porcentajes)

Región	Tipo de área protegida	Total AP (Km ²)	Territorio total (Km ²)	AP/total
Asia	Áreas protegidas terrestres y de aguas continentales	4 788 941	31 130 454	15
	Área marina protegida	11 694 946	61 347 771	19
África	Áreas protegidas terrestres y de aguas continentales	4 306 383	30 048 426	14
	Área marina protegida	2 490 430	14 935 206	17
América Latina y el Caribe	Áreas protegidas terrestres y de aguas continentales	4 990 015	20 541 462	24
	Área marina protegida	5 597 417	22 902 092	24
Polar	Áreas protegidas terrestres y de aguas continentales	894 323	2 166 285	41
	Área marina protegida	3 046 480	6 844 121	45
América del Norte	Áreas protegidas terrestres y de aguas continentales	2 500 570	19 445 662	13
	Área marina protegida	2 152 950	14 301 943	15
Asia del Este	Áreas protegidas terrestres y de aguas continentales	34 833	3 533 476	1
	Área marina protegida	19 018	1 443 769	1
Europa	Áreas protegidas terrestres y de aguas continentales	3 802 576	27 811 406	14
	Área marina protegida	1 496 390	17 542 705	9
Total global		47 815 272	273 994 778	17

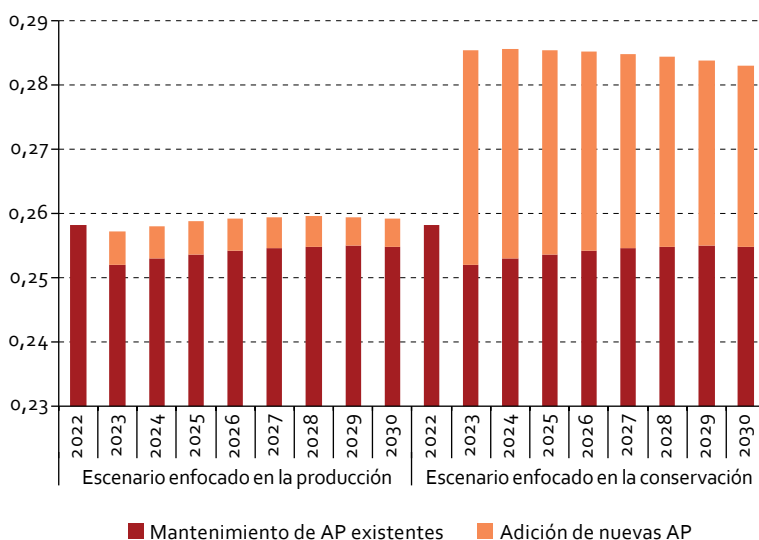
Fuente: Elaboración propia en base a datos de <https://www.protectedplanet.net/>. Junio 2023.

El cálculo regional se obtiene a partir de calcular un costo por kilómetro cuadrado de área protegida y aplicarlo al área faltante por proteger, más el costo de mantener las AP ya existentes, imponiendo el cumplimiento de la meta a 2030. Si la inversión anual necesaria para alcanzar la meta del 30% en áreas

protegidas a nivel mundial es de entre \$103-\$291 mil millones a 2050, equivalente a un área de 34 millones de km², el costo anual de un km² adicional sería de entre 1,032 y 6,510 dólares, mientras que el costo de mantener las áreas ya protegidas asciende a 1,415 dólares.

Actualmente, en la región las AP abarcan alrededor de 10.6 millones de km², y es necesario adicionar 2.5 millones de km² adicionales para lograr el 30%. Asumiendo que, a partir de 2023, se adicionan 306 mil km² de AP en la región, el costo ascendería en promedio a entre 0.26% y 0.28% del PIB anual a 2030 (gráfico 43).

Gráfico 43
Inversión anual requerida en América Latina y el Caribe para conservar el 30% del área de áreas protegidas
(Como porcentaje del PIB regional)



Fuente: Elaboración propia.

2. Eventos extremos en América Latina y el Caribe

En el período 1970-2019, las inundaciones fueron la causa más frecuente de catástrofe ocasionando el 77% de las muertes y el 59% de las pérdidas económicas³⁰ registradas en América del Sur. La segunda causa que ocasionó mayores pérdidas económicas fueron las sequías (28%). América del Sur sufrió 875 desastres que causaron 57.909 vidas perdidas, con un aumento del 5% entre 2014 y 2019. Mientras tanto, se registraron pérdidas económicas por valor de \$103 mil millones de dólares, lo que representa un aumento del 30% en los últimos cinco años. (WMO, 2021).

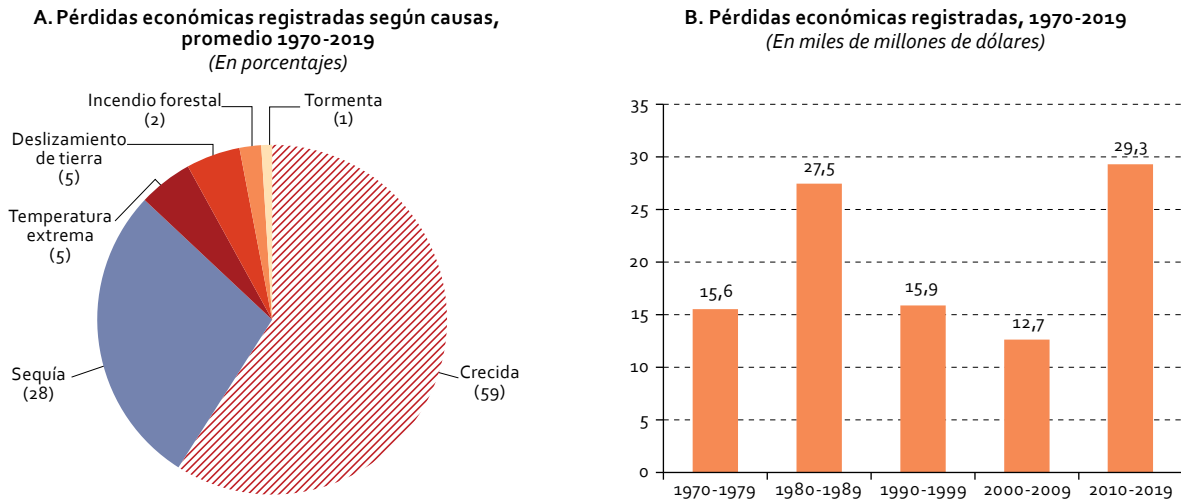
Según la clasificación por país del Banco Mundial, el 79% de los desastres y el 86% de las pérdidas económicas se registraron en los países de ingreso mediano-alto, mientras que el 95% de las muertes registradas se produjeron en países de ingreso mediano-bajo de la región.

Respecto a América del Norte, América Central y el Caribe, las pérdidas económicas debidas a fenómenos meteorológicos, climáticos e hidrológicos extremos se han multiplicado por diez en los últimos 50 años. Se registraron 1 977 desastres, 74 839 víctimas mortales y pérdidas económicas por valor de \$1.7 billones de dólares. Entre 1970-2019, la región ha sido testigo del 18% de los desastres de naturaleza meteorológica, climática e hidrológica acaecidos a escala mundial, el 4% de las muertes asociadas y el 45% de las pérdidas económicas conexas.

³⁰ Pérdidas económicas involucra todos los daños y pérdidas económicas totales directa o indirectamente relacionados con el desastre (en el valor del año de ocurrencia, sin ajustar por inflación).

Gráfico 44

América del Sur: pérdidas económicas registradas según causas, 1970-2019



Fuente: WMO (2021), "Atlas of mortality and economic losses from weather, climate and water extremes (1970–2019)".

Los peligros más frecuentes son los ciclones tropicales (27%) y las crecidas fluviales (17%). Los ciclones tropicales y las crecidas fluviales fueron la causa de la mayoría de las muertes con el 60% y el 14%, respectivamente. Los ciclones tropicales también fueron el peligro que causó las mayores pérdidas económicas, ya que ocasionaron el 58% del total de los daños en la región.

3. Protección contra inundaciones y Sistema de Alerta Temprana (SAT)

A medida que el cambio climático continúa amenazando las vidas humanas, los ecosistemas y las economías, **la información sobre riesgos y los sistemas de alerta temprana se consideran cada vez más clave para reducir estos impactos**. A nivel global, incluido el 88% de los países menos desarrollados y los pequeños estados insulares, que presentaron sus contribuciones determinadas a nivel nacional a la CMNUCC, han identificado los sistemas de alerta temprana como una "máxima prioridad" OMM (2023).

Un sistema de alerta temprana para inundaciones, sequías, olas de calor o tormentas es un sistema integrado que permite a las personas saber que se avecina un clima peligroso e informa cómo los gobiernos, las comunidades y las personas pueden actuar para minimizar los impactos inminentes.

Estos sistemas nos permiten monitorear las condiciones atmosféricas en tiempo real en tierra y en el mar y predecir de manera efectiva eventos meteorológicos y climáticos futuros utilizando modelos numéricos informáticos avanzados. El objetivo es comprender qué riesgos podrían traer las tormentas previsibles a un área que se verá afectada, que puede diferir si se trata de una ciudad o área rural, regiones polares, costeras o montañosas. Los sistemas de alerta temprana deben incluir planes de respuesta acordados para gobiernos, comunidades y personas, para minimizar los impactos anticipados. Un sistema integral de alerta temprana también debe incluir lecciones aprendidas de eventos pasados, para mejorar continuamente las respuestas ante futuros peligros meteorológicos, climáticos, hídricos y ambientales relacionados.

Pese a ello, a nivel regional, sólo catorce países en sus documentos³¹ se refieren a sistemas de alerta temprana, sea directa o indirectamente³², como una prioridad de inversión.

³¹ Documentos referidos: Planes Nacionales de Adaptación, Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional, INDC, declaraciones de Sendai y declaraciones de la plataforma global de Cancún.

³² Las referencias indirectas se detallan como riesgos o reducción de riesgos de desastres (sea por medio de gestión de desastres, emergencia, preparación, respuesta y servicios climáticos como observación, seguimiento, pronóstico y evaluación de impacto).

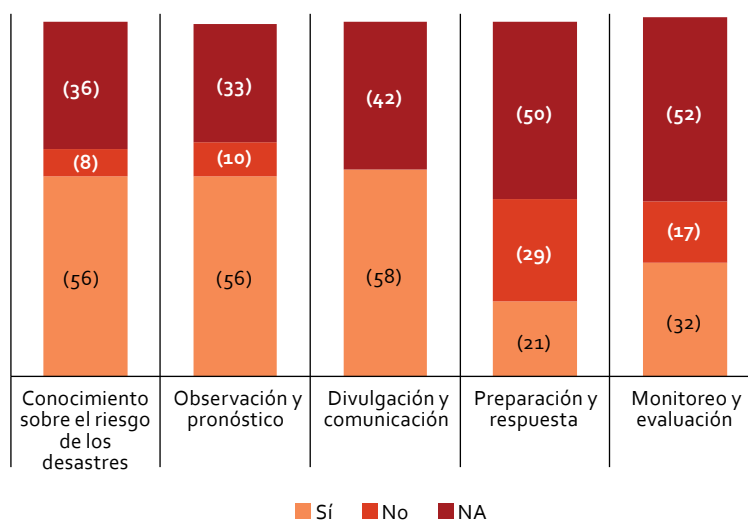
Cuadro 14
América Latina y el Caribe: Sistema de Alerta Temprana (SAT) como prioridad

País	SAT como prioridad (referencia directa)	SAT como prioridad (referencia indirecta)	SAT como referencia en sección de contexto
Antigua y Barbuda		Sí	
Bahamas			Sí
Barbados			Sí
Belice	Sí		
Cuba	Sí	Sí	
Dominica	Sí		
Granada	Sí		
Guyana		Sí	
Haití	Sí		Sí
Jamaica		Sí	
República Dominicana	Sí		Sí
Santa Lucía	Sí		
San Vicente y las Granadinas	Sí		
Suriname	Sí		Sí

Fuente: Elaboración propia en base a CREWS (2020).

El porcentaje de países de América del Sur con un sistema de alerta temprana es bajo, y se encuentra muy por debajo del promedio mundial dado que 60 000 de cada 100 000 personas están cubiertas por alertas tempranas. Preparación y capacidades de respuesta, en particular, así como de seguimiento y la evaluación de los beneficios requiere atención. Solo el 17% de los países de América del Sur están utilizando CAP (referido al protocolo de alerta temprana, por sus siglas en inglés) para difundir alertas (OMM, 2020).

Gráfico 45
América Latina y el Caribe: proporción de países con sistemas de alerta temprana por pilares
(En porcentaje)



Fuente: World Meteorological Organization (2020), "2020 state of climate services risk information and early warning systems".

Por último, notar que, a nivel regional, los países de América Latina y Caribe que con mayor exposición a fenómenos climáticos a 2050 (bajo escenario pesimista), son aquellos cuya población actualmente posee una menor cobertura respecto a sistemas de alerta temprana: el incremento de la cobertura a nivel regional de las personas bajo SAT e información sobre riesgos se considera clave para reducir los impactos del cambio climático sobre las vidas humanas, los ecosistemas y las economías.

a) Costo de los Sistemas de Alerta Temprana

La OMM estima que se requiere invertir un total de \$3.1 mil millones de dólares para el periodo 2023 a 2027 para incorporar SAT que cubran a toda la población de los países en desarrollo, es decir, \$800 millones de dólares anuales (OMM, 2023). Dentro del plan de acción para la implementación del Sistema de Alerta Temprana (SAT), el rubro de observación y pronóstico representa \$1.18 mil millones de dólares, mientras que preparación y respuesta \$1 mil millones de dólares. Siendo estos dos los pilares más costosos dentro del plan de acción.

Diagrama 2
Países en desarrollo: pilares fundamentales para la implementación de un plan integral de Sistemas de Alerta Temprana, 2023-2027

Conocimiento sobre el riesgo de los desastres \$374 millones	Alcanzar el mínimo de la capacidad de conocimiento sobre el riesgo de desastres a un costo de \$500.000 por año por país, considerando un mínimo de 100 países.
Observación y pronóstico \$1,18 mil millones	Análisis de brechas de infraestructura en sistemas de alerta temprana y catalogación de peligros, implementación de SOFF (Servicio de Financiamiento de Observaciones Sistemáticas), establecimiento de 13 nuevos centros meteorológicos e hidrológicos regionales especializados.
Divulgación y comunicación \$550 millones	Poseer legislaciones clarificando los procedimientos en alertas, redes y servicios de infraestructura (canales de comunicación como alertas tempranas telefónicas, y geolocalizaciones de alertas tempranas, inclusión y enfoque centrado en las personas siendo todos los mensajes CAP accionables).
Preparación y respuesta USD 1 mil millones	Incrementar las capacidades locales para responder de manera efectiva y oportuna en base a alertas, poseer planes de sistemas de alerta temprana, aumentar de la financiación para la preparación y la acción anticipatoria, y establecer políticas, leyes y estrategias de gestión integral de riesgos que incorporen preparación y respuesta.
Requerimiento total: USD 3,1 mil millones de dólares entre 2023-2027	

Fuente: Elaboración propia en base a World Meteorological Organization (2022), "Early Warnings for All Initiative Executive Action Plan 2023-2027".

El agua es el principal vehículo a través del cual sentimos las amenazas del cambio climático: en los últimos veinte años, los peligros relacionados con el agua han aumentado constantemente en frecuencia e intensidad. Como actualmente un tercio de la población mundial no está cubierta por sistemas de alerta temprana, estamos arriesgándonos al menos a duplicar la población expuesta a inundaciones y sequías debido al cambio climático (IPCC, 2022). Estos desafíos se intensificarán con el cambio climático futuro, el crecimiento de la población y el aumento de las actividades económicas en áreas propensas a inundaciones, lo que subraya la importancia de desarrollar resiliencia ante los impactos socioeconómicos de los eventos extremos.

Para superar estos desafíos y construir sociedades y economías resilientes, se necesitan con urgencia sistemas de alerta temprana efectivos e integrales específicos para inundaciones, sequías y peligros relacionados con el agua. Por ello, la OMM junto con la Asociación Mundial del Agua y otros socios, ha estado promoviendo un enfoque integrado para la gestión de inundaciones y sequías. En su plan 2023-2027, producir información hidrometeorológica y tomar decisiones sobre cuándo evacuar e invertir en medidas de preparación, para un mínimo de 100 países en desarrollo³³, tiene un costo de \$2.1 mil millones entre 2023-2027, es decir un costo promedio anual de \$525 millones.

Diagrama 3
Países en desarrollo: presupuesto para combatir riesgos relacionados con el agua, la hidro y la criósfera, 2023-2027

Conocimiento sobre el riesgo de los desastres de inundaciones y sequías \$12 millones	Implementación de herramienta de información y cartografía del riesgo mundial de inundaciones y sequías: y desarrollo de herramientas y módulos para evaluar y analizar la incertidumbre de las condiciones extremas.
Observación y pronóstico \$1,65 mil millones	Optimización de la red de observación y seguimiento hidrológico, desarrollo de portal mundial de datos sobre el agua, implementación de Hydro Status and Outlook System (HydroSOS) a escala mundial, regional y nacional, establecimiento de centros mundiales sobre inundaciones, sequías y criósfera y capacitación, desarrollo de datos y productos regionales/nacionales/mundiales para sistemas de modelado y pronóstico de inundaciones (urbanas/flash/fluviales) y sequías (incluida la criósfera).
Divulgación y comunicación \$360,6 millones	Desarrollo de plataformas mundiales, regionales/nacionales de alerta temprana de inundaciones y sequías, incluida la capacitación, actividades de desarrollo de capacidades, incluidos planes de estudios y material de capacitación basados en la identificación de necesidades, desarrollados para mejorar las capacidades y capacidades de gestión de inundaciones y sequías de los miembros, entre los principales.
Preparación y respuesta \$75 millones	Ejercicio de simulación para probar la efectividad de los sistemas y plataformas de alerta temprana de inundaciones y sequías, desarrollo de capacidades en operaciones de búsqueda y rescate de inundaciones, coordinación y colaboración con múltiples partes interesadas para una respuesta eficaz a inundaciones y sequía.
Requerimiento total: USD 2,1 mil millones de dólares entre 2023-2027	

Fuente: Elaboración propia en base a World Meteorological Organization (2022), "Early Warnings for All Initiative Executive Action Plan 2023-2027".

En suma, el costo anual para instalar un SAT que cubra a toda la población de los países en desarrollo, y la generación de información hidrometeorológica para la toma de decisiones sobre preparación y respuesta a fenómenos relacionados con el agua, la hidro y la criósfera es de \$1.3 mil millones anuales.

El cálculo de la inversión necesaria en América Latina y el Caribe se obtiene a partir del costo per cápita de la implementación de SAT. Para ello, utilizamos el costo total requerido de \$5.1 mil millones dividido por la población total de los países SIDS y LDC. Si la población de estos países asciende a 1.2 mil millones de personas, el costo por persona sería de 4.25 dólares. La población de América Latina y el Caribe es de 659 millones de habitantes, entonces, el costo proporcional para la región es de \$2.8 mil millones de dólares. Esto es, una inversión anual de \$700 millones. Es decir, aproximadamente 0.011% del PIB regional anual entre 2023 y 2027.

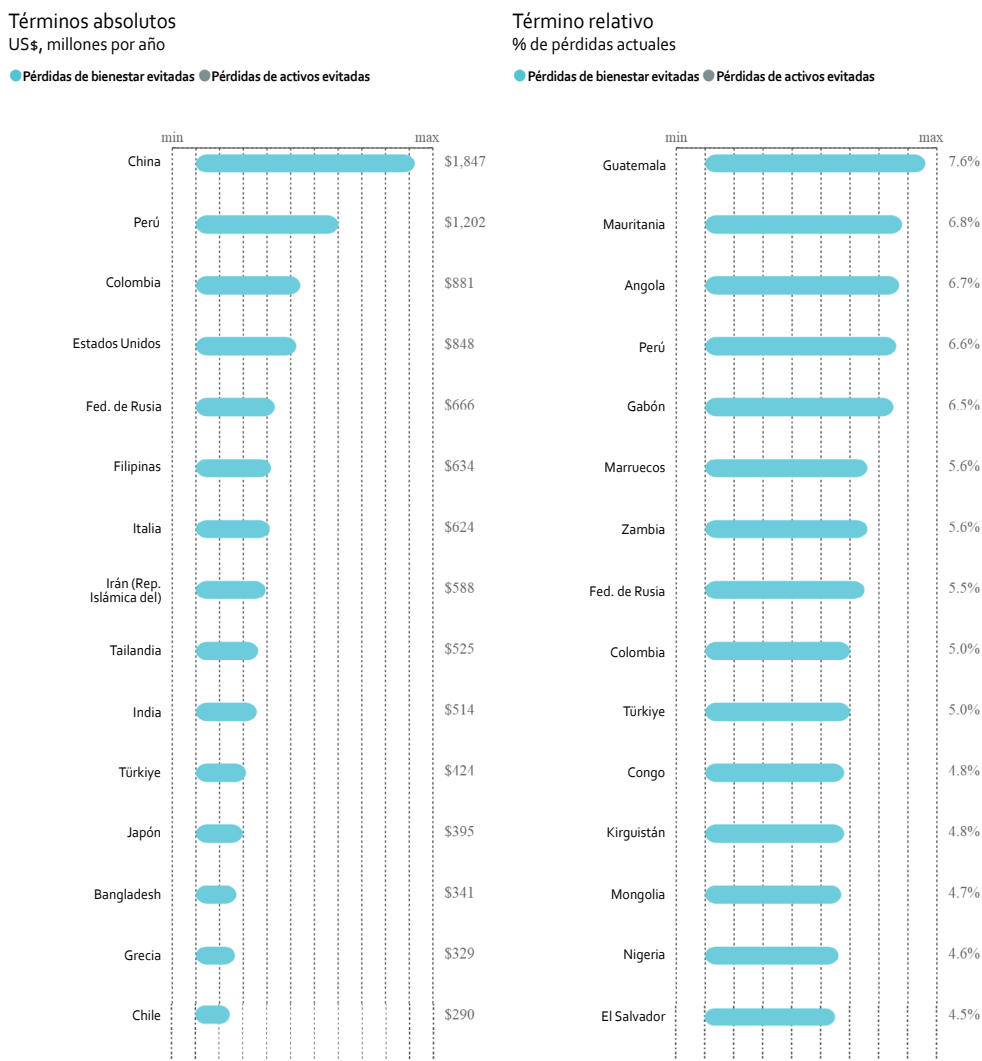
³³ Este es un cálculo del desarrollo integral de la capacidad hidrológica global que no está incluido en la dotación global general detallada anteriormente en el "Executive Action Plan" global.

Recuadro 4
¿Cuáles son los beneficios esperados del acceso universal a Sistemas de Alerta Temprana en América Latina y el Caribe?

A nivel desagregado por país, se estima que los países de la región que mayores beneficios por universalización de SAT tendrían son: Brasil, seguido por Colombia, Perú y México.

Tomando los quince países más beneficiados en términos de pérdidas de bienestar y activos evitados por dicha implementación, encontramos un beneficio medido en términos económicos de \$2.5 mil millones y \$1.3 mil millones anuales, respectivamente.

Diagrama 1
Top 15 mundial: beneficios esperados de acceso universal a la financiación



Fuente: Estimaciones del Banco Mundial.

Nota: El gráfico muestra las pérdidas de activos evitadas y las ganancias en bienestar al asumir el acceso universal a la atención temprana—panel a: en términos absolutos en millones de dólares estadounidenses por año, paridad del poder adquisitivo; panel b: en términos relativos como porcentaje de las pérdidas promedio actuales de activos y bienestar—.

Fuente: "Hallegatte, Stephane; Vogt-Schilb, Adrien; Rozenberg, Julie. 2017. Unbreakable: Building the Resilience of the Poor in the Face of Natural Disasters. Climate Change and Development, © Washington, DC: World Bank. <http://hdl.handle.net/10986/25335> License: CC BY 3.0 IGO."

4. El costo de la inacción en la pobreza como costo de adaptación

Finalmente presentamos una estimación del costo potencial del aumento crónico de temperatura sobre la pobreza, utilizando como canal de transmisión el menor crecimiento económico. De esta forma, asumimos que, para mantener el indicador de pobreza a niveles relativos a un escenario sin cambio climático, se requiere el desembolso de una línea de pobreza.

La evidencia para el mundo muestra que la producción económica depende de forma no lineal con las fluctuaciones de temperatura: debajo de cierto umbral los aumentos de temperatura tienen efectos positivos sobre la producción y superando cierto umbral la producción comienza a decrecer, lo cual es consistente con la literatura sobre los impactos de la temperatura sobre la productividad laboral y los rendimientos agrícolas (IPCC, 2022b; Kalkuhl y Wenz, 2020).

El efecto del aumento de la temperatura es heterogéneo y está en función del nivel actual de temperatura. Las estimaciones globales muestran que el aumento de 1°C (aproximadamente el aumento actual con respecto a la era preindustrial) va desde un beneficio en la producción de 0.3% para los países con temperaturas promedio anuales de 10°C hasta una pérdida de 3.5% para países cuya temperatura promedio se encuentra alrededor de 25°C.

Las estimaciones son parciales ya que toman en cuenta solamente los impactos derivados de los cambios en la temperatura promedio sobre el crecimiento del PIB. No contempla los impactos de eventos tales como tormentas intensas, inundaciones, sequías u otros eventos hidrometeorológicos extremos.

Cuadro 15
Reducción del PIB per cápita global derivado del aumento de 1°C

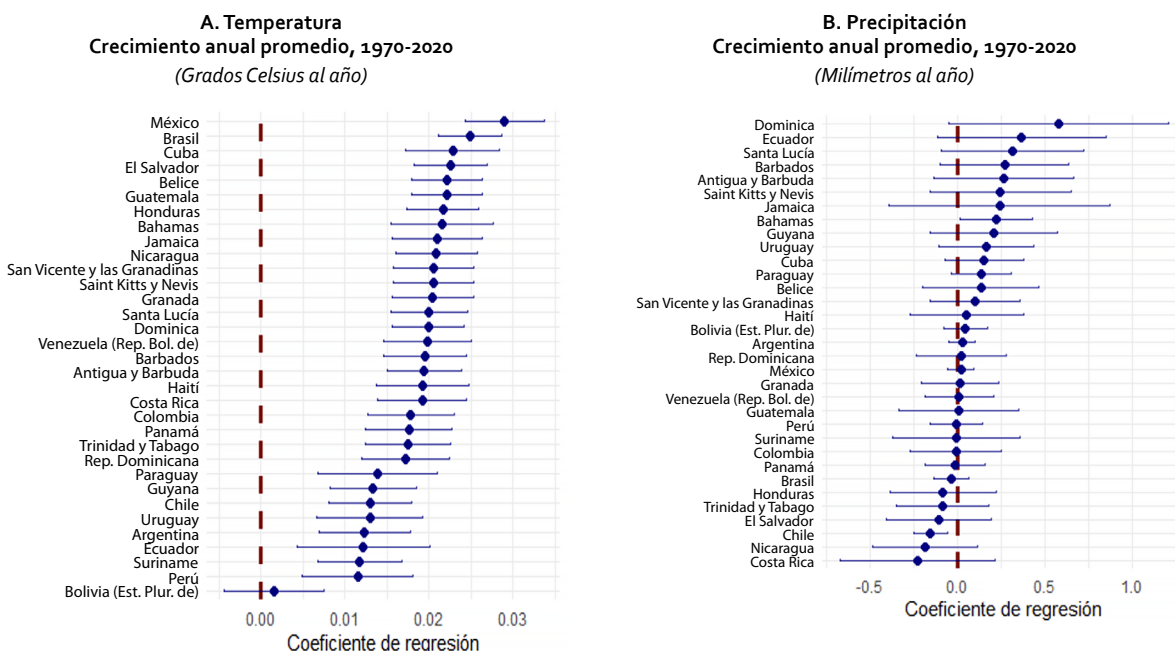
Estudio	Resultado
Dell et al. (2012)	1-1,3% para países pobres; no significativo para el resto de los países
Kahn et al. (2019)	0,8-2,5% basado en el escenario de altas emisiones donde aumento de 1°C sucedería entre 2030 y 2050
Burke et al (2015) sin rezagos	-0,3% a 10°C y 1,2% a 25°C
Burke et al (2015) con 5 rezagos	0,6% a 10°C y 0,9% a 25°C
Burke y Tanutama (2019) sin rezagos	0,1% a 10°C y 1,7% a 25°C
Burke y Tanutama (2019) con 5 rezagos	0,8% a 10°C y 2,9% a 25°C
Kalkuhl y Wenz (2020) con 1 rezago (preferida por los autores)	0,8% a 10°C y 3,5% a 25°C
Kalkuhl y Wenz (2020) sin rezago	0,5% a 10°C y 2,6% a 25°C
Kalkuhl y Wenz (2020) con 5 rezagos	2,4% a 10°C y 2,6% a 25°C

Fuente: Basado en el cuadro 9 de Kalkuhl, M. & Wenz, L. (2020), «The impact of climate conditions on economic production. Evidence from a global panel of regions», *Journal of Environmental Economics and Management*, vol. 103, 1 de septiembre. Burke, M., Hsiang, S. M. & Miguel, E. (2015), «Global non-linear effect of temperature on economic production», *Nature*, vol. 527, No. 7577, noviembre. Burke, M. & Tanutama, V. (2019), «Climatic Constraints on Aggregate Economic Output», NBER Working Papers, No. 25779, National Bureau of Economic Research, Inc, abril. Dell, M., Jones, B. F. & Olken, B. A. (2012), «Temperature Shocks and Economic Growth: Evidence from the Last Half Century», *American Economic Journal: Macroeconomics*, vol. 4, No. 3, julio. Kalkuhl, M. & Wenz, L. (2020), «The impact of climate conditions on economic production. Evidence from a global panel of regions», *Journal of Environmental Economics and Management*, vol. 103, 1 de septiembre.

Los países de la región muestran un aumento de temperatura sostenido y significativo desde 1970. No hay evidencia de una tendencia en el nivel de precipitación, a excepción de Bahamas con una tendencia positiva y Chile que muestra una tendencia negativa.

Se estima que el cambio de temperatura ha tenido un efecto negativo en el crecimiento económico de la región, estos cálculos muestran que un aumento de 1°C en la temperatura media anual disminuye la tasa de crecimiento del PIB per cápita en alrededor de 1 punto porcentual. Por ejemplo, si entre 1970 y 2020 el PIB per cápita de los países de la región creció en promedio un 1.5% al año, un clima 1°C más cálido provocaría una tasa de crecimiento histórica anual 2/3 menor (Samaniego et al, 2022).

Gráfico 46
América Latina y el Caribe: efectos del cambio climático en el crecimiento económico, 1970-2020



Fuente: Elaboración propia con datos de temperatura ponderados por población provenientes de Climatic Research Unit (University of East Anglia) and Met Office.

En un escenario con altas emisiones, los efectos del cambio climático sobre el PIB per cápita global varían entre 0.8% a 5.1% en 2030 y 2.5% y 15.3% en 2050. Los estudios de Burke et al (2015) y Kahn et al (2019) cuentan además con datos disponibles para alrededor de 25 países de América Latina y el Caribe de forma que es posible contar con una estimación del impacto ponderando por población para un escenario de altas emisiones³⁴ y así compararlos con los resultados a nivel global para los años 2030 y 2050 (Burke, Hsiang y Miguel, 2015; Kahn y otros, 2019).

De acuerdo con las estimaciones de Burke et al. (2015), los impactos negativos del aumento de temperatura son de mayor magnitud para la región respecto al resto del mundo, de 6.3% en 2030 y 23% en 2050. Esto se debe a que, según la hipótesis del estudio, los países de la región se encuentran cerca o superan el umbral de temperatura óptimo por lo cual los aumentos de temperatura tendrían un efecto más nocivo (Burke, Hsiang y Miguel, 2015).

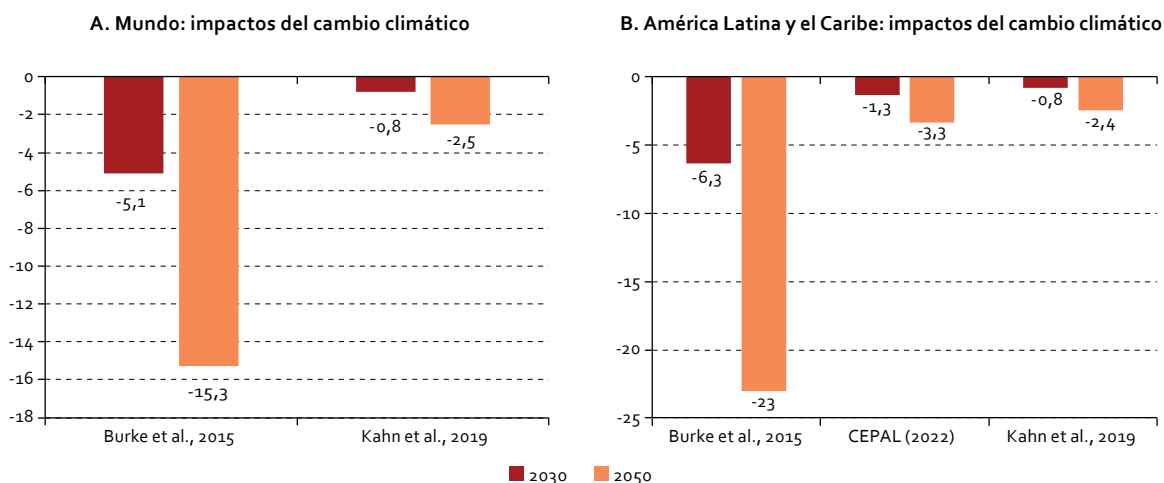
En los resultados obtenidos por Kahn y otros (2019), los impactos regionales son prácticamente iguales a la media global. Kahn y otros (2019) consideran que el impacto de la temperatura sobre el PIB se deriva de las desviaciones persistentes de temperatura con respecto a su promedio histórico (Kahn y otros, 2019).

Estimaciones realizadas por CEPAL para los países de la región (Samaniego et al, 2022) ubica los impactos sobre el PIB per cápita en -1.3% para 2030 y de -3.3% para 2050. Estos impactos son heterogéneos entre países.

³⁴ El cual implica que no se cumplen los compromisos nacionales de reducción.

El aumento permanente de temperatura generará una pérdida permanente. Las estimaciones apuntan que la adaptación a un nuevo régimen climático ha sido limitada y/o inexistentes (Kalkuhl y Wenz, 2020; Burke y Tanutama, 2019; Dell, Jones y Olken, 2012), lo cual sugiere de que la adaptación puede resultar más complicada de lo que se espera (Burke, Hsiang y Miguel, 2015), y existen estudios donde se exhibe que los Pequeños Estados Insulares, Centro América y Sudamérica son las regiones que más evidencian las restricciones para la adaptación (IPCC, 2022b).

Gráfico 47
Mundo y América Latina y el Caribe: reducción del PIB per cápita derivado del aumento de temperatura en un escenario de altas emisiones, 2030 y 2050
(Porcentaje de PIB per cápita)



Fuente: Elaboración propia.

Nota: ALC: Argentina, Bahamas, Belice, Bolivia (Estado Plurinacional de), Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Guyana, Haití, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, República Dominicana, San Vicente y las Granadinas, Suriname, Trinidad y Tabago, Uruguay y Venezuela (República Bolivariana de). El estudio de Burke y otros (2015) incluye también Jamaica. CEPAL (2022) incluye también Antigua y Barbuda, Barbados, Dominica, Granada, Saint Kitts y Nevis y Santa Lucía.

a) Estimación del costo de la inacción en la pobreza como costo de adaptación

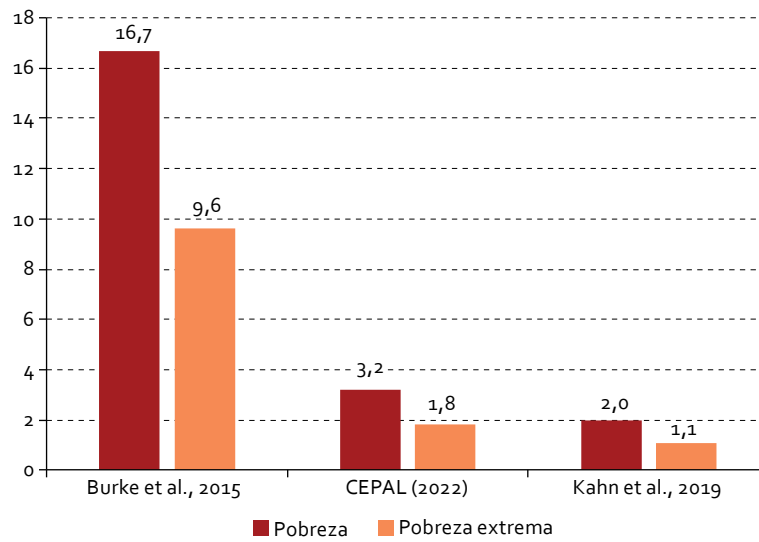
Es posible traducir el impacto esperado del cambio climático sobre los niveles de pobreza en América Latina. Utilizando los datos del Panorama Social (CEPAL, 2022d) y la relación entre la reducción de la pobreza y el crecimiento económico (Gasparini, Cicowiez y Sosa Escudero, 2013; Bourguignon, 2003; Samaniego, Sánchez y Alatorre, 2022) es posible proyectar los niveles de pobreza a 2030 bajo un escenario de crecimiento tendencial del PIB per cápita (1.7%) y compararlo con la pobreza resultante bajo los escenarios de reducción del PIB per cápita derivado del cambio climático.

Se espera que haya entre 2 y 16.7 millones de pobres adicionales a causa del cambio climático y entre 1.1 y 9.6 millones de pobres extremos. Se estima que para 2021 la pobreza y la pobreza extrema se situaron en 32.1% y 13.8% (201 y 86 millones) (CEPAL, 2022d), el menor crecimiento derivado de los impactos crónicos del cambio climático, limitan la capacidad de la región para generar empleos y reducir la pobreza.

Si se destinara una línea de pobreza las personas afectadas por el impacto crónico del cambio climático³⁵, el costo estaría en un rango de entre \$3 mil millones y \$28 mil millones de dólares, o entre 0.05% y 0.46% del PIB de la región en 2030. Este valor representa un monto aproximado de adaptación frente a los impactos económicos del cambio climático.

³⁵ Aproximadamente 140 dólares al mes.

Gráfico 48
Pobreza derivada del impacto crónico del cambio climático sobre el PIB per cápita, 2030
(Diferencia con respecto al escenario sin cambio climático; en millones de personas)



Fuente: Elaboración propia.

VI. Costo agregado para América Latina y el Caribe

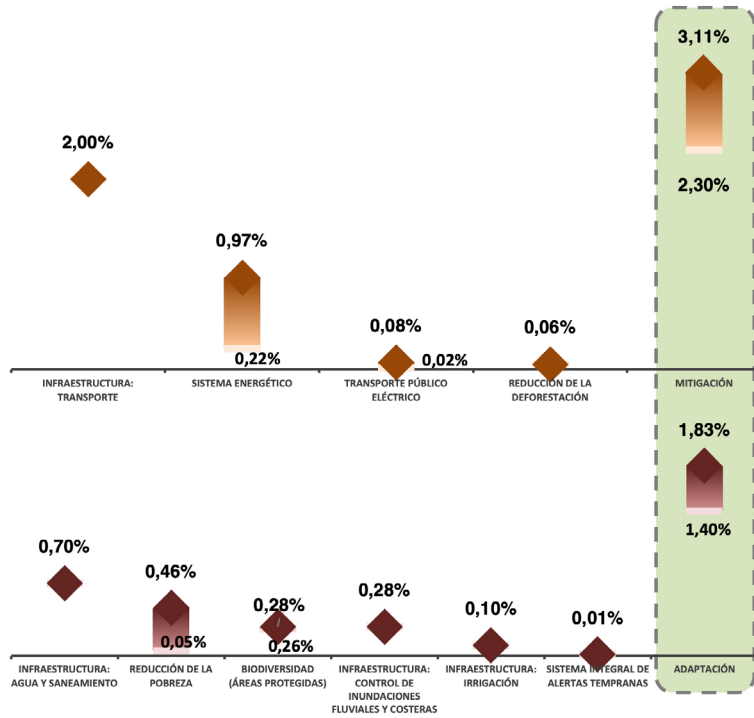
La información presentada en las secciones anteriores permite tener una visión agregada, aunque parcial, de los requerimientos de inversión en sectores que apoyan el cumplimiento de los compromisos regionales para la acción climática. Los rubros incluidos en el cálculo agregado son: el sector energético, la electrificación parcial del sistema de transporte público, la infraestructura para el sector transporte y cambio modal y la reducción de la deforestación. En adaptación se incluye los rubros de protección a la biodiversidad, los sistemas de alerta temprana e información meteorológica, la inversión en infraestructura de irrigación, control de inundaciones y agua y saneamiento y, reducción de la pobreza. La división entre adaptación y mitigación para algunos sectores es un tanto artificial, ya que particularmente los temas de áreas protegidas y deforestación son acciones que aportan tanto a los esfuerzos de mitigación como de adaptación. Tomando en cuenta estas consideraciones, en los párrafos siguientes se presenta la agregación de requerimientos de inversión.

El cumplimiento de las NDC en la región requiere una inversión anual de entre el 3.7% – 4.9% del PIB a 2030, equivalente a un flujo anual promedio de 215 mil millones y 284 mil millones. Así, entre 2023 y 2030 se requiere un monto acumulado de entre 2.1 y 2.8 billones de dólares (millones de millones de dólares). Los requerimientos de mitigación, tomando en cuenta inversiones en el sistema energético, del transporte y la reducción de la deforestación, se encuentran entre 2.3% y 3.1% del PIB. El sector transporte es el sector con mayor requerimiento de inversión. Considerando inversiones de adaptación el rango se encuentra entre el 1.4% a 1.8% del PIB, donde la inversión en agua y saneamiento y biodiversidad son los rubros más demandantes (gráfico 51). Un panorama detallado, se presenta en el cuadro 16.

Los requerimientos de inversión varían entre países en función de sus objetivos específicos y sus características particulares. Los países que presentan una mayor brecha de infraestructura, mayor dependencia en los combustibles fósiles o de la importancia de la deforestación se espera que requieran inversiones más altas para el cumplimiento de las metas de reducción de emisiones planteadas en sus NDC y para avanzar hacia sociedades más resilientes al clima.

Actualmente, los flujos de financiamiento climático en la región representaron 0.5% del PIB en 2020. Estos se deben multiplicar entre 8 y 10 veces para equipararse con los requisitos de inversión.

Gráfico 49
América Latina y el Caribe: necesidades de inversión anual para la acción climática regional
(En porcentajes del PIB)



Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 16
Resumen de requerimientos de inversión, 2023-2030

Sector	Fuente	Porcentaje total del PIB regional	Escenario	Modelo	Incluye
Sistema energético	Elaboración propia en base a NGSF 3	0,22–0,97	Below 2°C (calentamiento 1.6°C) en línea con el porcentaje de disminución de las emisiones bajo cumplimiento NDC.	Escenarios obtenidos en la Fase 3 del Network for Greening the Financial System (NGFS) en base a los modelos IAM llamados MESSAGEix-GLOBIOM 1.1-M-R12 y REMIND-MAGPIE 3.0-4.4 (incluyéndose la extensión del modelo REMIND-MAGPIE 3.0-4.4 que incluye impactos físicos). Se calcula la media y luego la diferencia entre inversión anual del 2020 vs. Inversión anual proyectada a 2030 (como porcentaje del PIB).	Inversión en adición y reemplazo para la oferta de energía, eficiencia energética en sectores de uso final. Incluye: Eficiencia Energética, CSS y Almacenamiento, Generación y extracción de combustibles fósiles, Energía Geotérmica, Hidráulica y Nuclear, Solar, Eólica y Bienergía, Transmisión y Distribución, Hidrógeno Fósil y No Fósil. Sectores de demanda incluidos: Edificios. Industria (cemento, químicos, metales, otros). Transporte. (variados modos y tecnologías).
Infraestructura transporte	Rozenberg y Fay (2019) ^a	2,0	Acceso rural: destinar 1% del PIB por año pavimentando accesos; Pasajeros urbanos: BaU, alta inversión en transporte público, planificación del transporte y uso de suelo; Mitigación del cambio climático: BaU (incremento de 2°C-3°C a 2100).	Acceso rural: Modelo de inversiones en caminos rurales del Banco Mundial; Pasajeros urbanos: Modelo ITF; Mitigación del cambio climático: Modelo IMACLIM-R.	Aumento de la tasa de utilización del transporte ferroviario y público y utilización de tecnología de infraestructura con costos relativamente bajos y bajas emisiones de dióxido de carbono. La demanda futura de movilidad puede satisfacerse con costos de inversión en infraestructura relativamente bajos y bajas emisiones de dióxido de carbono (CO ₂) con un cambio hacia más ferrocarril y transporte público urbano, si se acompaña de políticas que aseguren una “gobernanza robusta”, que se basa en instrumentos clásicos para promover el uso bajo de carbono (como precios y políticas regulatorias, incluidos estándares estrictos de eficiencia de vehículos y combustibles, e inversiones en transporte público). Para áreas rurales, la estrategia implica aumentar los caminos pavimentados en áreas de baja densidad incluyendo cabotaje en áreas costeras, caminos más pequeños más adecuados para el tráfico de bicicletas y motocicletas, caminos de grava o incluso drones para entregar suministros médicos y otros artículos esenciales.

Sector	Fuente	Porcentaje total del PIB regional	Escenario	Modelo	Incluye
Electrificación parcial del transporte público	Elaboración propia	0,02-0,08	Costo de que la participación de autobuses eléctricos de la región represente entre un 30% y 100%, de participación en la flota total de transporte público. Para la estimación, se considera como supuesto, que la composición de la flota de autobuses eléctricos sigue la misma proporción que tiene la región a diciembre 2022, excluyendo los trolebuses.	Costo total que tiene la compra y adecuación de la infraestructura urbana para poder implementar una política adecuada de electrificación del transporte público, por medio del Costo Total de Propiedad (CTP) de adquirir un autobús.	Las ciudades y países incluidos en la estimación, son: Argentina: Córdoba, Mendoza, Rosario, San Juan; Barbados: Bridgetown; Brasil: Bauru, Brasilia, Campinas, Maringá, Salvador, Salvador - Región Metropolitana, Santos, São José dos Campos, São Paulo, São Paulo - Región Metropolitana, Volta Redonda; Chile: La Reina, Las Condes, Santiago, Valparaíso; Colombia: Bogotá, Cali, Medellín; Ecuador: Guayaquil, Quito, Santa Cruz; México: Ciudad de México, Guadalajara; Paraguay: Asunción; Perú: Lima; Uruguay: Canelones, Montevideo; Venezuela (República Bolivariana de): Mérida.
Control de la deforestación	Elaboración propia utilizando WDI	0,06	Tendencial (se asume una pérdida de hectáreas a una velocidad anual de 0,3% por año-monto entre 2010-2021).	Una estimación preliminar del costo de reducir la deforestación es asignando un valor económico a la zona deforestada. Si se asume que se paga el precio de mercado de la hectárea proyectada a ser deforestada y evitar así su deforestación.	Evitar la deforestación de 272 mil kilómetros cuadrados adicionales a 2030.
Total mitigación		2,30-3,11			
Reducción de la pobreza	Elaboración propia	0,05-0,46	Escenario de crecimiento tendencial del PIB per cápita (1,7%) y comparación con la pobreza resultante bajo los escenarios de reducción del PIB per cápita derivado del cambio climático.	Relación entre la reducción de la pobreza y el crecimiento económico (Gasparini, Cicowiez y Sosa Escudero, 2013; Bourguignon, 2003; Samaniego, Sánchez y Alatorre, 2022).	Destinar una línea de pobreza las personas afectadas por el impacto crónico del cambio climático.
Infraestructura para irrigación: agricultura de regadío	Rozenberg y Fay (2019) utilizando Palazzo (2019)	0,10	Escenario BaU, basado en SSP 2; para los impactos del cambio climático futuro incluyen la disminución de la productividad de los cultivos bajo condiciones extremas de calor y estrés hídrico por medio de la simulación del escenario de la ruta de concentración (RCP) 8,5.	GLOBIOM (modelo de equilibrio parcial de uso de suelo y agricultura).	Políticas de apoyo público moderadas para el riego, subvencionando el gasto en capital para los equipos de riego para mejora de la seguridad alimentaria, es decir, se estudia el gasto en capital para los equipos de riego: los costos de las estrategias de inversión para mantener, mejorar y expandir la agricultura de regadío a nivel mundial, utilizando el modelo de uso de la tierra, GLOBIOM. El modelo evalúa las condiciones e inversiones necesarias para transformar las tierras de cultivo de secano en tierras de regadío productivas y eficientes —considerando la disponibilidad biofísica de agua, la creciente competencia por el agua de otros sectores (hogares, energía e industria), y los impactos de los sistemas de riego ampliados y mejorados en la región, la producción de cultivos, cambio de uso de la tierra y emisiones, seguridad alimentaria y demanda para agua).

Sector	Fuente	Porcentaje total del PIB regional	Escenario	Modelo	Incluye
Infraestructura para agua y saneamiento	Rozenberg y Fay (2019) utilizando Hutton y Varughese (2016)	0,70	Lograr el acceso a agua y saneamiento gestionados de manera segura utilizando tecnología de alto costo en las ciudades y tecnología de bajo costo en las zonas rurales. Comenzar con tecnologías de bajo costo donde las condiciones lo permitan y luego implementar el alcantarillado convencional y el tratamiento de aguas residuales.	Modelo del Banco Mundial.	Costos de capital de extender la cobertura a las personas que están actualmente desatendidos, y reemplazar los activos existentes que han llegado al final de su vida útil.
Infraestructura para el control de inundaciones fluviales y costeras por medio de tecnologías de protección como barreras de protección o diques fluviales	Rozenberg y Fay (2019) basado en Hinkei (2014), Nicholls (2019), Ward (2017)	0,28	Estrategia de "baja tolerancia al riesgo", implica mantener las pérdidas anuales promedio por debajo del 0,01% del PBI local para las áreas protegidas, tomando el estándar holandés como el estándar de riesgo aceptable en un mundo de baja tolerancia al riesgo.	Modelo DIVA para protección contra inundaciones costeras y Modelo de riesgo global de alimentos GLOFRIS para protección contra inundaciones fluviales.	Nivel óptimo de protección basado en un análisis simple de costo-beneficio que minimice la suma de los costos de protección (capital y mantenimiento) y los daños residuales por inundaciones de los activos hasta 2100 (a través de diferentes tecnologías de protección, como barreras de protección o diques fluviales).
Sistema integral de alertas tempranas	OMM (2022)	0,011	Toda persona en los países en desarrollo esté cubierta por alertas temprana.	Elaboración de la Organización Meteorológica Mundial en base a estimaciones específicas sobre los pilares fundamentales del ciclo de preparación de sistemas de alertas tempranas: conocimiento, observación y pronóstico, divulgación y comunicación, preparación y respuesta.	Alcanzar el mínimo de la capacidad de conocimiento sobre el riesgo de desastres, implementación de SOFF (Servicio de Financiamiento de Observaciones Sistemáticas), establecimiento de 13 nuevos centros meteorológicos e hidrológicos regionales especializados, poseer legislaciones clarificando los procedimientos en alertas, redes y servicios de infraestructura (canales de comunicación como alertas tempranas telefónicas, y geolocalizaciones de alertas tempranas, inclusión y enfoque centrado en las personas siendo todos los mensajes CAP accionables), Incrementar las capacidades locales para responder de manera efectiva y oportuna en base a alertas, entre otras acciones de preparación y respuesta.
Mejora de información hidrometeorológica y sistemas de alerta temprana específicas contra inundaciones y sequías	OMM (2022)		Tomar decisiones sobre cuándo evacuar e invertir en medidas de preparación.	Elaboración de la Organización Meteorológica Mundial en base a estimaciones específicas sobre los pilares fundamentales del ciclo de preparación de sistemas de alertas tempranas: conocimiento, observación y pronóstico, divulgación y comunicación, preparación y respuesta.	Implementación de herramienta de información y cartografía del riesgo mundial de inundaciones y sequías, Desarrollo de plataformas mundiales, regionales/nacionales de alerta temprana de inundaciones y sequías, incluida la capacitación, actividades de desarrollo de capacidades, incluidos planes de estudios y material de capacitación basados en la identificación de necesidades, desarrollados para mejorar las capacidades y capacidades de gestión de inundaciones y sequías de los miembros, ejercicio de simulación para probar la efectividad de los sistemas y plataformas de alerta temprana de inundaciones y sequías, desarrollo de capacidades en operaciones de búsqueda y rescate de inundaciones, coordinación y colaboración con múltiples partes interesadas para una respuesta eficaz a inundaciones y sequía.

Sector	Fuente	Porcentaje total del PIB regional	Escenario	Modelo	Incluye
Protección de la biodiversidad	Elaboración propia en base a metodología de Waldron et al. (2020)	0,26-0,28	Aumentar las áreas protegidas tanto marinas como terrestres para llegar al 30% a 2030.	Análisis de estimaciones ascendentes de los países de las necesidades presupuestarias mínimas adecuadas para sus sistemas de áreas protegidas, incluyendo los costos de gestión anuales, y partidas presupuestarias adicionales para comprar terrenos y colocar infraestructura de protección en ellos.	Conservación basada en áreas protegidas (30%). Incluye: presupuesto mínimo necesario para administrar adecuadamente el sistema de AP existente y el costo de agregar nuevas áreas para alcanzar la meta del 30% de cobertura de áreas terrestres protegidas y áreas marinas protegidas.
Total adaptación		1,40-1,83			
Inversión		3,70-4,94			

Fuente: Elaboración propia en base a Waldron et al (2020), OMM (2022), Rozenberg y Fay (2019), NGFS versión 3 y datos de WDI.

^a En su estudio sobre el escenario preferencial, sobre el cual, las inversiones (se incluyen no solo las nuevas inversiones, sino también los costos de capital de reemplazo, así como el mantenimiento de la infraestructura nueva y existente) permitirán que los países de LAC alcancen los Objetivos de Desarrollo Sostenible relacionados con la infraestructura y se mantengan encaminados para limitar el cambio climático a 2 °C.

VII. Conclusiones

América Latina y el Caribe es una de las regiones más vulnerables al cambio climático, también es una de las regiones más ambiciosas en términos de acción climática. Lograr las metas climáticas en la región requiere una inversión anual de entre 3.7% y 4.9% del PIB regional hasta 2030. Es decir, un flujo anual de entre 215 y 284 mil millones de dólares, equivalente a un monto acumulado de entre 2.1 y 2.8 billones de dólares para este periodo. Esto en un contexto de bajo crecimiento y baja inversión.

Para acciones de mitigación, los montos son de entre 2.3% y 3.1% del PIB regional anual. Las estimaciones incluyen inversiones en el sistema energético, del transporte y la reducción de la deforestación. El sector transporte es el sector con mayor requerimiento de inversión.

Para acciones de adaptación la inversión estimada es de entre el 1.4% y 1.8% del PIB regional anual. Las estimaciones consideran inversiones en sistema de alertas tempranas, prevención de la pobreza, protección costera, servicios de agua y saneamiento y protección de la biodiversidad. En este rubro, agua y saneamiento es la actividad con mayores requerimientos de inversión.

Los requerimientos de inversión varían entre países en función de sus objetivos específicos y sus características particulares. Los países que presentan mayor brecha de infraestructura, mayor dependencia en los combustibles fósiles o de la importancia de la deforestación, se espera que requieran inversiones relativamente más altas para el cumplimiento de las metas de reducción de emisiones planteadas en sus NDC y para avanzar hacia sociedades más resilientes al clima.

Las estimaciones aquí presentadas, son parciales en su alcance, ya que no incluye todos los sectores en los cuales se realizan o deben de realizar medidas de mitigación y/o adaptación. Adicionalmente, las estimaciones sectoriales no cubren todo tipo de inversiones necesarias. Por mencionar algunos rubros faltantes: adaptación agrícola adicional a la irrigación, investigación y desarrollo, manejo de residuos o salud humana no fueron considerados en el estudio.

La transición a economías bajas en carbono representa también una oportunidad. Las inversiones en acción climática pueden ser un detonante para la innovación y el crecimiento económico. La generación de electricidad a través de fuentes renovable, electromovilidad, mejores prácticas agrícolas y ganaderas, fomento de la economía circular y soluciones basadas en la naturaleza son actividades con capacidad no sólo para reducir las emisiones y contribuir a la adaptación al cambio climático sino también que promueven el crecimiento económico, la generación de empleo y, potencialmente, una mejor inserción de la región en las cadenas de valor (CEPAL, 2020).

La inversión en acción climática, tienen el potencial de no solamente reducir la huella ambiental, sino también, catalizar un cambio estructural con inclusión social que nos permita salir de la trampa de bajo crecimiento.

Bibliografía

- Admin (2022), «E-BUS RADAR», *E-BUS RADAR*, [en línea] <<https://www.ebusradar.org/es/>> [fecha de consulta: 9 de enero de 2023].
- Agrawala, S. & Fankhauser, S. (eds.) (2008), *Economic aspects of adaptation to climate change: costs, benefits and policy instruments*, OECD Publishing, junio.
- Ardila, J. y otros (2021), «Latin American and Caribbean Forests in the 2020s: Trends, Challenges, and Opportunities», Inter-American Development Bank, febrero.
- Banco Interamericano de Desarrollo. (2020). *Análisis y diseño de modelos de negocio y mecanismos de financiación para buses eléctricos en Lima, Perú*.
- Banco Mundial (2019a), "Forces of Nature. Assessment and Economic Valuation of Coastal Protection Services. Provided by Mangroves in Jamaica".
- _____(2019b), "Cinco razones para cuidar los manglares". Artículo 17 enero. <https://www.bancomundial.org/es/news/feature/2019/01/17/cinco-razones-para-cuidar-los-manglares>.
- Bourguignon, F. (2003), «The Growth Elasticity of Poverty Reduction: Explaining Heterogeneity across Countries and Time Periods», *Inequality and growth : theory and policy implications*, eds. Theo S Eicher y Stephen J Turnovsky, Cambridge, Mass., MIT Press.
- Burke, M., Hsiang, S. M. & Miguel, E. (2015), «Global non-linear effect of temperature on economic production», *Nature*, vol. 527, No. 7577, noviembre.
- Burke, M. & Tanutama, V. (2019), «Climatic Constraints on Aggregate Economic Output», *NBER Working Papers*, No. 25779, National Bureau of Economic Research, Inc, abril.
- CEPAL (2022a), *Panorama Social de América Latina y el Caribe 2022: la transformación de la educación como base para el desarrollo sostenible* (Accepted: 2022-11-24T12:15:01Z), CEPAL, noviembre.
- _____(2022b), *Estudio Económico de América Latina y el Caribe 2022: dinámica y desafíos de la inversión para impulsar una recuperación sostenible e inclusiva* (Accepted: 2022-08-23T12:33:13Z), CEPAL, agosto.
- _____(2022c), «Cómo financiar el desarrollo sostenible: recuperación de los efectos del COVID-19 en América Latina y el Caribe» (Accepted: 2022-01-27T19:28:17Z), CEPAL, 27 de enero.
- _____(2022d), *Panorama Social de América Latina 2021* (Accepted: 2022-01-27T12:11:33Z), CEPAL, enero.
- _____(2021), *La Inversión Extranjera Directa en América Latina y el Caribe 2021* (Accepted: 2021-08-05T13:11:20Z), CEPAL, agosto.
- _____(2020), *Construir un nuevo futuro: una recuperación transformadora con igualdad y sostenibilidad* (Accepted: 2020-10-27T00:45:41Z), CEPAL, octubre.
- _____(2018), "Efectos del cambio climático en la costa de América Latina y el Caribe. Evaluación de los sistemas de protección de los corales y manglares de Cuba", Documentos de Proyectos (LC/TS.2018/71), Santiago, septiembre.

- Climate Policy Initiative (2022), «Global Landscape of Climate Finance: A Decade of Data», Climate Policy Initiative, octubre.
- CONAFOR (Comisión Nacional Forestal de México) (2014), Acuerdo mediante el cual se expiden los costos de referencia para reforestación o restauración y su mantenimiento para compensación ambiental por cambio de uso de suelo en terrenos forestales y la metodología para su estimación. Diario Oficial, 31 de julio de 2014.
- Dell, M., Jones, B. F. & Olken, B. A. (2012), «Temperature Shocks and Economic Growth: Evidence from the Last Half Century», *American Economic Journal: Macroeconomics*, vol. 4, No. 3, julio.
- Diffenbaugh, N. S. & Barnes, E. A. (2023), «Data-driven predictions of the time remaining until critical global warming thresholds are reached», *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 120, No. 6, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 7 de febrero.
- E- BUS RADAR (2022). *E-BUS RADAR*. E-BUS RADAR. <https://www.ebusradar.org/es/>.
- James A., Gaston K., Balmford A. (2000), "Can We Afford to Conserve Biodiversity?". *BioScience*, Volumen 51, Enero 2001.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) (2015), "Evaluación de los recursos forestales mundiales 2015". Roma.
- FAO and UNEP (2020), *The State of the World's Forests 2020: Forests, biodiversity and people*, The State of the World's Forests (SOFO), No. 2020, Rome, Italy, FAO and UNEP.
- Galindo, L. M. y otros (2014), «Procesos de adaptación al cambio climático: análisis de América Latina», diciembre.
- Galindo, L. M., Hoffman, B. & Vogt-Schilb, A. (2022), «¿Cuánto costará lograr los objetivos del cambio climático en América Latina y el Caribe?», *Documento de trabajo del BID*, No. IDB-WP-01310, BID, febrero.
- Gasparini, L., Cicowiez, M. & Sosa Escudero, W. (2013), *Pobreza y desigualdad en América Latina: conceptos, herramientas y aplicaciones*, Buenos Aires; [La Plata, Argentina], Temas; Centro de Estudios Distributivos, Laborales y Sociales (CEDLAS), Universidad Nacional de La Plata.
- IEA (2021), «Investment Data Explorer», IEA.
- IPCC (2022a), *Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [P.R. Shukla, J. Skea, R. Slade, A. Al Khourdajie, R. van Diemen, D. McCollum, M. Pathak, S. Some, P. Vyas, R. Fradera, M. Belkacemi, A. Hasija, G. Lisboa, S. Luz, J. Malley, (eds.)]*, Cambridge University Press.
- _____ (2022b), «Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Lösschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.)]. Cambridge University Press. In Press.»
- _____ (2021), «Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press. In Press.»
- IRENA (2021), «World Energy Transitions Outlook: 1.5°C Pathway», Abu Dhabi, International Renewable Energy Agency.
- IUCN (International Union for Conservation of Nature) (2019), "Análisis económico de acciones para la restauración de paisajes productivos en Honduras". San José, Costa Rica.
- Kahn, M. E. y otros (2019), «Long-Term Macroeconomic Effects of Climate Change: A Cross-Country Analysis», *NBER Working Papers*, No. 26167, National Bureau of Economic Research, Inc, agosto.
- Kalkuhl, M. & Wenz, L. (2020), «The impact of climate conditions on economic production. Evidence from a global panel of regions», *Journal of Environmental Economics and Management*, vol. 103, 1 de septiembre.
- McCollum, D. L. y otros (2018), «Energy investment needs for fulfilling the Paris Agreement and achieving the Sustainable Development Goals», *Nature Energy*, vol. 3, No. 7, julio.
- McKinsey Global Institute (2022), «The net-zero transition. What it would cost, what it could bring», McKinsey Global Institute, enero.
- Minx, J. C. y otros (2021a), «A comprehensive and synthetic dataset for global, regional, and national greenhouse gas emissions by sector 1970–2018 with an extension to 2019», *Earth System Science Data*, vol. 13, No. 11, Copernicus GmbH, 10 de noviembre.

- _____ (2021b), «A comprehensive and synthetic dataset for global, regional, and national greenhouse gas emissions by sector 1970–2018 with an extension to 2019», *Earth System Science Data*, vol. 13, No. 11, Copernicus GmbH, 10 de noviembre.
- Minx, J. C., Lamb, W. F., Andrew, R. M., Canadell, J. G., Crippa, M., Döbbling, N., Forster, P. M., Guizzardi, D., Olivier, J., Peters, G. P., Pongratz, J., Reisinger, A., Rigby, M., Saunio, M., Smith, S. J., Solazzo, E., & Tian, H. (2021). A comprehensive and synthetic dataset for global, regional, and national greenhouse gas emissions by sector 1970–2018 with an extension to 2019. *Earth System Science Data*, 13(11), 5213–5252. <https://doi.org/10.5194/essd-13-5213-2021>.
- Nature Conservancy (2020), “Cerrando la brecha financiera global de la biodiversidad”.
- OECD (2022), «Aggregate Trends of Climate Finance Provided and Mobilised by Developed Countries in 2013–2020».
- OECD, 2020, A Comprehensive Overview of Global Biodiversity Finance. Final report prepared by the Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD), disponible en: <https://www.oecd.org/environment/resources/biodiversity/report-a-comprehensive-overview-of-global-biodiversity-finance.pdf>.
- Rozenberg, J. & Fay, M. (2019), *Beyond the Gap: How Countries Can Afford the Infrastructure They Need while Protecting the Planet* (Accepted: 2019-02-15T16:04:47Z), Washington, DC, World Bank, febrero.
- Samaniego, J. y otros (2022), «Panorama de las actualizaciones de las contribuciones determinadas a nivel nacional de cara a la COP 26» (Accepted: 2022-02-07T20:27:30Z), CEPAL, febrero.
- _____ (2019), *Panorama de las contribuciones determinadas a nivel nacional en América Latina y el Caribe, 2019: avances para el cumplimiento del Acuerdo de París* (journalAbbreviation: Panorama de las contribuciones determinadas a nivel nacional en América Latina y el Caribe, 2019: avances para el cumplimiento del Acuerdo de París Last Modified: 2020-04-23T17:30-04:00), CEPAL, noviembre.
- Samaniego, J. L., Sánchez, J. & Alatorre, J. E. (2022), «Medio ambiente y desarrollo en un contexto centro-periferia», *El Trimestre Económico*, vol. 89, No. 353, 5 de enero.
- Stern, N. (2007), *The Economics of Climate Change: The Stern Review*, Cambridge University Press, enero.
- UNEP (2022). *Sistemas de transporte público de autobuses eléctricos en la región de América Latina y el Caribe. Reporte de estado del arte y conceptos básicos*, Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.
- UNEP (2022a), «Adaptation Gap Report 2022: Too Little, Too Slow – Climate adaptation failure puts world at risk.», Nairobi, UNEP, noviembre.
- _____ (2022b), «The Emissions Gap Report 2022: The Closing Window - Climate crisis calls for rapid transformation of societies», Nairobi, United Nations Environment Programme (UNEP).
- UNEP (2021). *Movilidad eléctrica: Avances en América Latina y el Caribe 2020*. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Oficina para América Latina y el Caribe, Panamá.
- UNEP-WCMC y UICN (2020), “Latin America and Caribbean Protected Planet Report 2020”.
- Waldron et al. (2020), “Protecting 30% of the planet for nature: Costs, benefits and economic implications”.
- WWF. 2018. Informe Planeta Vivo - 2018: Apuntando más alto. Grooten, M. y Almond, R.E.A.(Eds). WWF, Gland, Suiza.
- World Bank (2022), «GIF Guidance: Clean Technology Options for Buses - Prefeasibility Analysis» (Accepted: 2023-01-07T16:53:18Z), Washington, DC, World Bank.
- Worthington T. y Spalding M. (2018), “Mangrove Restoration Potential. A global map highlighting a critical opportunity”. The Nature Conservancy (TNC), International Union for Conservation of Nature (IUCN) y Universidad de Cambridge.
- ZEBRA (2022). *Costo total de propiedad: Buses eléctricos en el nuevo modelo de negocios del transporte público de Santiago de Chile*. Zero Emission Bus Rapid-Deployment Accelerator.

Anexos

Anexo 1 NDC en la región

Cuadro A1
Resumen de las NDC en la región

País	Tipo de meta	Meta incondicional	Meta condicional ^a	Sector energético
Antigua y Barbuda	Reducciones a nivel proyecto.	No aplica.	86% de la generación de energía será renovable a partir de recursos locales para 2030.	<p>Energía Renovable: Generación de un 86% de energía renovable en el sector eléctrico para 2030.</p> <p>Eficiencia Energética: Establecer normas de eficiencia para la importación de todos los aparatos.</p> <p>Medidas de transporte: El 100% de las ventas de vehículos nuevos serán vehículos eléctricos para 2030; El 100% de los vehículos del gobierno serán vehículos eléctricos a 2035.</p>
Argentina	Reducción absoluta de un máximo de emisiones al 2030.	No superar 349 MtCO ₂ e a 2030.	No aplica.	<p>Energía Renovable: Incremento significativo de la generación de electricidad proveniente de fuentes renovables.</p> <p>Eficiencia Energética: Promover la eficiencia energética en la construcción de nuevas viviendas sociales; Etiquetado de eficiencia energética de vehículos; Recambio de heladeras comerciales con Cerramiento.</p> <p>Medidas de transporte: Fomentar la intermodalidad y la movilidad activa; Reducir la intensidad de emisiones por unidad transportada en transporte fluvial.</p>
Bahamas	Reducciones con respecto al escenario inercial (BAU).	Reducción del 30% en las emisiones de GEI con respecto a las emisiones proyectadas a 2030.	No aplica.	<p>Energía Renovable: Generación del 30% de la energía con energías renovables y un 10% con energía renovable autogenerada en el sector residencial a 2030.</p> <p>Eficiencia Energética: En el transporte y la industria, y el uso de células de combustible.</p> <p>Medidas de transporte: Desalentar la importación de vehículos motorizados ineficientes; Reducir los aranceles a las importaciones de automóviles híbridos y eléctricos.</p>
Barbados	Reducciones con respecto al escenario inercial (BAU).	Reducción del 20% en relación con el escenario BAU en 2025. Reducción del 35% en relación con el escenario BAU en 2030.	Reducción del 35% en relación con el escenario BAU en 2025. Reducción del 70% en relación con el escenario BAU en 2030.	<p>Energía Renovable: Cuota del 95% de energía renovable en el mix eléctrico a 2030.</p> <p>Eficiencia Energética: Aumento del 20% de la eficiencia energética en todos los sectores en comparación con el BAU a 2030; Disminución del 29% en el consumo de combustible industrial, comercial y residencial en comparación con el BAU a 2030; Disminución del 20% de las emisiones de residuos a 2030.</p> <p>Medidas de transporte: 100% de vehículos eléctricos o de combustible alternativo en la flota de pasajeros a 2030.</p>

País	Tipo de meta	Meta incondicional	Meta condicional ^a	Sector energético
Belice	Reducciones con respecto a BAU.	Emisiones acumuladas evitadas de 5,6 MtCO ₂ e a 2030.	No aplica.	<p>Energía Renovable: Emisiones evitadas de 44 KtCO₂e en el suministro nacional de electricidad para 2030.</p> <p>Eficiencia Energética: Emisiones evitadas del sector energético equivalentes a 19 KtCO₂e/año mediante medidas de eficiencia del sistema y del consumo de eficiencia del sistema y del consumo que ascienden a un mínimo de 100 GWh/año para 2030.</p> <p>Medidas de transporte: Emisiones evitadas de 117 KtCO₂e/año del sector del transporte para 2030 mediante una reducción del 15% en el uso de combustibles convencionales para el transporte en 2030 y lograr un 15% de eficiencia por pasajero.</p>
Bolivia (Estado Plurinacional de)	Reducciones con respecto a políticas a nivel de proyecto.	<p>La meta acumulada será calculada al preparar el Primer Informe Bienal de Transparencia.</p> <p>Energía: Generación del 79% a partir de fuentes renovables a 2030.</p> <p>Bosques y agricultura: Incremento de la capacidad de mitigación a partir de la gestión forestal sostenible y de la superficie de áreas forestadas y reforestadas a 4.5 millones de hectáreas a 2030.</p>	<p>La meta acumulada será calculada al preparar el Primer Informe Bienal de Transparencia.</p> <p>Energía: Generación del 81% a partir de fuentes renovables a 2030.</p> <p>Bosques y agricultura: Incremento de la capacidad de mitigación a partir de la gestión forestal sostenible y de la superficie de áreas forestadas y reforestadas a 6.0 millones de hectáreas a 2030.</p>	<p>Energía Renovable: Acceso Universal a cobertura eléctrica del 100% a 2030; Se prevé que los usuarios lleguen a producir un aproximado de 76.9 GWh como energía eléctrica demandada a nivel nacional; Lograr que el 79% de la energía consumida provenga de centrales basadas en energías renovables (50% de la potencia instalada).</p> <p>Eficiencia Energética: Reemplazo de 6% del inventario nacional de alumbrado público por tecnología LED a 2030.</p> <p>Medidas de transporte: Crecimiento anual del 10% de participación de vehículos eléctricos en el parque automotor del transporte público en Bolivia (Estado Plurinacional de).</p>
Brasil	Meta absoluta con respecto al año base 2005.	Reducción de emisiones en un 37% en 2025 y un 50% en 2030 con respecto a 2005.	No aplica.	<p>Energía Renovable: Generar un 45% de la energía con fuentes renovables a 2030; Aumentar la hidroelectricidad entre un 28% y un 33% de la electricidad total a 2030.</p> <p>Eficiencia Energética: Aumentar un 10% la eficiencia en el sector eléctrico para 2030.</p> <p>Medidas de transporte: Promover medidas de eficiencia; Mejorar la infraestructura.</p>
Chile	Meta absoluta de un máximo de emisiones a 2030.	No superar el monto de 95 MtCO ₂ e en 2030.	No aplica.	<p>Energía Renovable: Energías renovables en reemplazo de centrales térmica por un monto de 5,500 MW al 2040; Uso hidrógeno en transporte de carga, industria y minería; Generación de energía mediante biogás; Generar 35 GWh a nivel nacional por Geotermia.</p> <p>Eficiencia Energética: Fomento a renovación energética de viviendas.</p> <p>Medidas de transporte: Taxis 100% eléctricos al 2050; 100% de buses de transporte público urbano eléctricos a 2040; 100% de buses de transporte público urbano; Disminución de transporte privado motorizado por cambio a buses y bicicletas.</p>

País	Tipo de meta	Meta incondicional	Meta condicional ^a	Sector energético
Colombia	Meta absoluta de un máximo de emisiones a 2030.	No superar el monto de 169.44 MtCO ₂ e en 2030.	No aplica.	<p>Energía Renovable: N.a.</p> <p>Eficiencia Energética: Mayor eficiencia energética en los sectores industrial, residencial y comercial.</p> <p>Medidas de transporte: El transporte se destaca como sector cubierto por acciones específicas que se priorizan en la economía a 2030.</p>
Costa Rica	Meta absoluta de un máximo de emisiones a 2030.	Máximo de 9.11 MtCO ₂ e de emisiones en 2030.	No aplica.	<p>Energía Renovable: 100% de generación eléctrica con fuentes renovables a 2030.</p> <p>Eficiencia Energética: Aumento de la eficiencia energética en el consumo residencial e industrial.</p> <p>Medidas de transporte: Crear un sistema integrado de transporte público con la integración del transporte no motorizado; Sustituir combustibles para uso final; Modernizar el sector del transporte de carga mediante sistemas multimodales.</p>
Cuba	Reducciones con políticas y acciones por proyecto.	Energía: Incremento de hasta un 24% de la generación de electricidad en base a FRE para el año 2030. Se ha estimado una generación eléctrica de 29,591 GWh. Se estima que la contribución evite la emisión de 30.6 millones de toneladas de CO ₂ e a la atmósfera en el período 2014 – 2030.	No aplica.	<p>Energía Renovable: Incremento de un 24% de la generación de electricidad en base a FRE en la matriz eléctrica de Cuba para el año 2030.</p> <p>Eficiencia Energética: Instalación de 833,333 unidades de calentadores solares en los sectores residencial e industrial; instalación de lámparas LED en el sector residencial y público, sustitución de 2 millones de cocinas eléctricas de resistencia por cocinas de inducción, instalación de 5,000 sistemas de bombeos solares en la ganadería.</p> <p>Medidas de transporte: Introducción de más de 55 mil vehículos eléctricos y la instalación de unos 25 mil puntos o estaciones de recarga para el año 2030.</p>
Dominica	Meta absoluta con respecto a 2014.	No aplica.	Reducción de emisiones en un 39% para 2025 y 45% para 2030 con respecto a 2014.	<p>Energía renovable: 100% de energía renovable para 2030; Exportación anual de más de 200Gg de recursos geotérmicos a Martinica y Guadalupe a partir de 2027. Reducir al 98.6% las emisiones en el sector de energía respecto al escenario BAU (167.24 GgCo₂e).</p> <p>Eficiencia Energética: Promover la eficiencia del sector del transporte incentivando la importación de vehículos híbridos, y la del alumbrado público, aires acondicionados y electrodomésticos.</p> <p>Medidas de transporte: Electrificación del sector transporte; Reducir el 20% de las emisiones de GEI respecto al escenario BAU en el sector transporte.</p>

País	Tipo de meta	Meta incondicional	Meta condicional ^a	Sector energético
Ecuador	Reducciones con respecto al escenario BAU.	Reducción de emisiones de GEI en los sectores de energía, procesos industriales, residuos y agricultura estimado de un 9% en comparación con el escenario BAU para 2025 y un 4% de reducción en el sector de uso de suelo y cambio de uso del suelo, en el que se incluye la deforestación y degradación de las tierras.	Reducción de emisiones de GEI del 20,9% en el mismo período, sujeto al apoyo de la cooperación internacional para implementar las líneas de acción, además de disminuir un 20% el carbono en el sector de uso y cambio del suelo, en el que se incluye la deforestación y degradación de las tierras.	<p>Energía renovable: Lograr una capacidad instalada en plantas hidroeléctricas de 2.828 MW adicionales al escenario BAU incondicionalmente y de 4.382 MW adicionales condicionados a apoyos internacionales.</p> <p>Eficiencia energética: Lograr una producción de electricidad y un alumbrado público eficientes.</p> <p>Medidas de transporte: Implementación de un tren eléctrico.</p>
El Salvador	Meta reducción emisiones al 2025 y 2030 con respecto al escenario BAU desde 2019.	Sector Energía: Reducción de emisiones anuales respecto a un escenario tendencial de 640 KtonCO ₂ e a 2030.	<p>Sector Energía: Reducción de emisiones anuales respecto a un escenario tendencial de 819 Kton CO₂e a 2030, si se instalan los modelos tecnológicos, estructuras de financiamiento, marcos normativos y procesos masivos de fomento de capacidades con apoyo internacional.</p> <p>Sector AFOLU: Reducción acumulada de emisiones de 50,857.5 KtonCO₂E para el período entre 2035 y 2040, contada desde 2015, siempre y cuando se logre obtener un financiamiento de gran escala de fuentes internacionales y nacionales con participación del sector privado.</p>	<p>Energía renovable:</p> <p>64% de energías renovables en la matriz de capacidad instalada del país para 2030 y entre 86.1% y 85.7% de la energía eléctrica se generará a partir de energías renovables.</p> <p>58% de energías renovables en la matriz de capacidad instalada del país para el 2025 y entre 83.7% y 82.7% de la energía eléctrica se generará a partir de energías renovables.</p> <p>En el año base 2019, el 66% se trata de participación de energía renovable en la matriz energética del país.</p> <p>Eficiencia energética: Implementación de acciones de eficiencia energética a nivel de consumidores gubernamentales, comerciales y residenciales, debido a la sustitución de equipos de refrigeración y aire acondicionado por otros con mayor eficiencia.</p> <p>Medidas de transporte: Introducción de electromovilidad en el parque vehicular con atención primaria al transporte de pasajeros, público y privado.</p>
Granada	Meta reducción emisiones al 2030 con respecto al año base 2010.	Reducción del nivel de emisiones en un 40% para 2030 con respecto al año base 2010.	No aplica.	<p>Energía renovable: En 2025, se produciría un 10% de la electricidad a partir de energías renovables.</p> <p>Eficiencia energética: Medidas de eficiencia energética en edificios (reducción del 20% del consumo), en la construcción-edificación (reducción del 30%) y en el sector hotelero (reducción del 20%).</p> <p>Medidas de transporte: Reducción de un 20% las emisiones de GEI para 2025; Introducir mezclas de biocombustibles; Implementación de impuestos a la gasolina y el diésel; Aplicación de estándares de eficiencia de combustible para vehículos a través de incentivos de política pública.</p>

País	Tipo de meta	Meta incondicional	Meta condicional ^a	Sector energético
Guatemala	Reducciones con respecto al escenario BAU .	Reducción del 11,2% de las emisiones de GEI en un escenario BAU (53,85 MtCO ₂ e) con respecto a las emisiones proyectadas para 2030.	Reducción del 22,6% de las emisiones de GEI con respecto a las emisiones proyectadas para 2030.	<p>Energía Renovable: En 2030, lograr un 80% de la generación eléctrica con energías renovables.</p> <p>Eficiencia Energética: Transporte masivo eficiente que favorezca la productividad de los sectores y contribuya a una reducción de emisiones de GEI.</p> <p>Medidas de transporte: Implementar y mejorar el sistema Transmetro (autobús de tránsito rápido); Impulsar una normativa para establecer un programa de incentivos fiscales y subsidios enfocados en el uso de energías limpias para el transporte público y privado.</p>
Guyana	Reducciones con políticas y acciones a nivel de proyecto .	No aplica.	<p>Energía: 100% de electricidad renovable en suministro nacional a 2025.</p> <p>Bosques: Evitar 48,7 tCO₂ e/año a 2025.</p>	<p>Energía Renovable: Para 2025, generar un 100% de la energía con fuentes de energía renovable (eólica, solar, de biomasa e hidroeléctrica).</p> <p>Eficiencia Energética: Concientizar e incentivar la eficiencia en la minería; Usar biodigestores eficientes; Reducción de aranceles a la importación de lámparas fluorescentes compactas y lámparas con tecnología de diodos emisores de luz para la Iluminación eficiente en edificios públicos, residenciales y comerciales.</p>
Haití	Reducciones con respecto al escenario de referencia 2000.	Reducción del 6,32% en las emisiones de GEI con respecto al año de referencia, equivalente a una reducción de 1.196 ktCO ₂ e, a 2030.	Reducción del 25,5% en las emisiones de GEI con respecto al año de referencia, equivalente a una reducción de 6.032 ktCO ₂ e, a 2030.	<p>Energía Renovable: Mantener en un 85% la energía térmica no renovable y un 15% de energía renovable para 2030.</p> <p>Eficiencia Energética: Mejorar la eficiencia energética.</p> <p>Medidas de transporte: Desarrollar e implementar medidas de mitigación en el marco de las MMAP (medidas apropiadas para cada país) en el sector del transporte.</p>
Honduras	Reducciones en 2030 con respecto al BAU.	Reducción de un 16% de las emisiones respecto al BAU (excluyendo sector USCUS) a 2030.	No aplica.	<p>Eficiencia Energética: Reducir un 39% el consumo de leña con fogones eficientes, y así contribuir a la lucha contra la deforestación.</p>
Jamaica	Reducciones en 2030 con respecto al BAU.	Reducción de emisiones de GEI en un 25,4% con respecto a las emisiones proyectadas para el año 2030.	Reducción de emisiones de GEI en un 28,5% con respecto a las emisiones proyectadas para el año 2030.	<p>Energía Renovable: Generar un 20% de la energía con energías renovables en 2030.</p> <p>Eficiencia Energética: Hacer más eficientes los sectores eléctricos y del transporte.</p>
México	Reducciones en 2030 con respecto al BAU.	Reducción de emisiones de GEI en un 22% y 51% de las emisiones de carbono al año 2030 respecto al escenario tendencial.	Reducción de emisiones de GEI en un 36% y 70% de las emisiones de carbono al año 2030 respecto al escenario tendencial.	<p>Medidas de transporte: Continuar con la política de movilidad de desarrollo de transporte público limpio y sostenible y desarrollo de movilidad eléctrica.</p>

País	Tipo de meta	Meta incondicional	Meta condicional ^a	Sector energético
Nicaragua	Reducciones en 2030 con respecto al BAU.	No aplica.	Reducción de emisiones de GEI en un 10% al año 2030 respecto al escenario tendencial (equivalente a 6g MtCO ₂ e).	<p>Energía Renovable: En 2030, incrementar el porcentaje de generación eléctrica mediante fuentes de energías renovables al 60%.</p> <p>Eficiencia Energética: Lograr un marco legal que favorezca la eficiencia energética y el desarrollo del sector energético con bajas emisiones de carbono.</p> <p>Medidas de transporte: Se está implementando el proyecto “Promoción de transporte ambientalmente sostenible en la Managua metropolitana”; en los próximos 20 años se logrará una reducción directa de 892.000 toneladas de emisiones de CO₂.</p>
Panamá	Acciones a nivel de proyecto con respecto a 2010.	Energía: Reducción de emisiones en un 11,5% al 2030 y un 24% al 2050 con respecto al BAU; total estimado de 60 millones de tCO ₂ e acumuladas entre 2022-2050 y hasta 10 millones de tCO ₂ e acumuladas entre 2022-2030. UTCUTS: 50,000 hectáreas restauradas al 2050 a nivel nacional.	No aplica.	<p>Energía Renovable: El 30% de la capacidad instalada de la matriz eléctrica deberá provenir de fuentes de energía renovable al 2030.</p> <p>Eficiencia Energética: Impulsar el uso de nuevas tecnologías para hacer más eficiente la generación, el almacenamiento, la transmisión y la distribución de energía.</p> <p>Medidas de transporte: Vehículos eléctricos en 10% flota privada, 25% en vehículos particulares, 20% en transporte público.</p>
Paraguay	Reducciones en 2030 con respecto al BAU.	La meta incondicionada es del 10% de la reducción: reducción de la emisión de 10.254 GgCO ₂ e, no superando los 92.287 GgCO ₂ e al 2030.	La meta condicionada al financiamiento externo es del 10% de la reducción. Reducción de la emisión de 10.254 GgCO ₂ e, no superando la emisión de 82.033,6 GgCO ₂ e al 2030, junto a la meta incondicionada.	<p>Energía renovable: Promoción de energías renovables de la Entidad Binacional TAIPU; Utilización de biomasa forestal certificada.</p> <p>Eficiencia Energética: El uso óptimo de energía mediante la aplicación de medidas de eficiencia energética.</p> <p>Medidas de transporte: Sustitución creciente de los combustibles fósiles por los biocombustibles hasta un 7,5% de adición al diésel y 27,5% de adición a la gasolina a 2030; Sustitución creciente de los vehículos convencionales por los vehículos eléctricos e híbridos; Aplicación del H-verde.</p> <p>Estas 2 últimas medidas se prevén en porcentaje creciente de penetración a la flota vehicular terrestre, llegando la participación en los tracto-camiones (eléctricos o a H-verde) hasta un 33,4% en el transporte público de pasajeros (con minibuses eléctricos) al 2030.</p>
Perú	Meta absoluta de un máximo de emisiones al 2030.	Las emisiones netas no deben superar las 208,8 MtCO ₂ e en el año 2030.	Las emisiones netas no deben superar las 179,0 MtCO ₂ e en el año 2030.	

País	Tipo de meta	Meta incondicional	Meta condicional ^a	Sector energético
República Dominicana	Reducciones en 2030 con respecto al BAU.	Reducción de emisiones de GEI en un 7% con respecto a las emisiones proyectadas para el año 2030.	Reducción de emisiones de GEI en un 27% con respecto a las emisiones proyectadas para el año 2030.	<p>Energía Renovable: Nuevos parques eólicos e instalaciones solares fotovoltaicas; Plantas de generación de energía a pequeña escala a base de biomasa (agrícola y forestal), y residuos sólidos.</p> <p>Eficiencia Energética: Recambio de acondicionadores de aire y refrigeradores a partir de nuevos estándares más eficientes; Nuevos estándares para iluminación eficiente para áreas públicas y residenciales; Introducción de estándares de eficiencia energética en nuevas construcciones.</p> <p>Medidas de transporte: Líneas nuevas y adicionales del Metro de Santo Domingo y de teleférico. Creación y adecuación del sistema BRT; Modernización del parque vehicular público y privado, renovación del parque de autobuses y de taxis; Adecuación de red para ciclo vías.</p>
Saint Kitts y Nevis	Reducciones con respecto al año base 2010.	No aplica.	Reducción del 61% en las emisiones de GEI en comparación con el año base 2010. Propone reducir las emisiones a 124 GgCO ₂ e en términos absolutos.	<p>Energía Renovable: Para 2030, 100% de energía renovable para la generación de electricidad.</p> <p>Eficiencia Energética: Mejorar la eficiencia en la transmisión y distribución de electricidad.</p> <p>Medidas de transporte: Electrificación del 2% de los vehículos.</p>
San Vicente y las Granadinas	Reducciones con respecto al escenario BAU.	Reducción del 22% en las emisiones de GEI con respecto a las emisiones proyectadas para 2030.	No aplica.	<p>Energía Renovable: En 2025, aumentar al 50% la cuota de energías renovables (geotérmica y solar fotovoltaica).</p> <p>Eficiencia Energética: Reducir un 15% el consumo de electricidad; Modernizar el alumbrado público, diseñar un nuevo código de edificación y lograr el etiquetado energético de electrodomésticos.</p> <p>Medidas de transporte: Medidas de mitigación en el marco de las MMPA para el sector del transporte; Aplicar políticas para reducir los derechos de importación en vehículos de bajas emisiones de GEI y fomentar su uso.</p>
Santa Lucía	Meta reducción emisiones del sector energía al 2030 con respecto al año base 2010.	Reducción de emisiones del sector energía en un 7% al 2030 con respecto al nivel de 2010.	No aplica.	<p>Energía Renovable: Para 2025 y 2030, incrementar al 35% y al 50%, respectivamente, la producción de energías renovables (geotérmica, eólica y solar).</p> <p>Eficiencia Energética: Objetivo de 20% de reducción en el consumo energético para 2025.</p> <p>Medidas de transporte: Promover vehículos eficientes y mejorar y ampliar el transporte público; Reducir los impuestos para los importadores de vehículos de bajo consumo y de energía alternativa; Introducir un nuevo gravamen para controlar la importación de vehículos usados e incrementar los impuestos en vehículos con motores grandes.</p>

País	Tipo de meta	Meta incondicional	Meta condicional ^a	Sector energético
Suriname	Reducciones a nivel proyecto.	No aplica.	Compromiso basado en acciones sectoriales y en una cartera de proyectos que pueden ser financiados a 2030.	<p>Energía Renovable: En 2030, incrementar al 35% las energías renovables (solar, hidroeléctrica y conversión de residuos en energía).</p> <p>Eficiencia Energética: Desarrollar un marco legal e institucional para la implementación de estándares de eficiencia energética.</p> <p>Medidas de transporte: Mejorar el transporte público, incluyendo líneas de buses y renovar flota vehicular mediante límites de emisiones; Proyecto de biocombustible para la introducción de etanol en la gasolina en el 60% de los vehículos que utilizan la mezcla.</p>
Trinidad y Tabago	Reducciones a nivel de proyecto con respecto al escenario BAU.	Reducción del 30% en las emisiones de GEI del sector del transporte con respecto a las emisiones proyectadas para 2030.	Reducción del 45% en las emisiones de GEI de los sectores de energía, transporte e industria en 2030 con respecto a las emisiones proyectadas para 2030.	<p>Energía Renovable: Conseguir un mix energético óptimo con las menores emisiones de gases de efecto invernadero para lograr un desarrollo sostenible, incluida la disociación de las emisiones y el crecimiento económico.</p> <p>Eficiencia Energética: Incrementar la eficiencia de la producción de electricidad con generación de ciclo combinado. Eficiencia energética en el transporte y la industria.</p>
Uruguay	Reducción de intensidad con respecto a 1990.	Reducción del 49% en la intensidad de emisiones de GEI en CO ₂ e respecto del PIB al 2025.	Reducción del 52% en la intensidad de emisiones de GEI en CO ₂ e respecto del PIB al 2025.	<p>Energía Renovable: Aumentar las energías renovables eólica, solar y de biomasa. Extender la red de suministro de voltaje de alta potencia e instalar 50 megavatios térmicos (MWth) de colectores solares para el uso de agua caliente.</p> <p>Eficiencia Energética: Lograr una mayor eficiencia energética residencial, industrial y en el transporte. Usar materiales de construcción que favorezcan la eficiencia energética, usar luminarias de menor consumo y modificar el transporte público.</p> <p>Medidas de transporte: Implementar corredores de autobús de tránsito rápido para el transporte público metropolitano; Electrificar el transporte público de pasajeros (buses y taxis), vehículos utilitarios y particulares; Aumentar el porcentaje de biocombustibles en mezclas de gasolina y diésel; Aplicar estándares de eficiencia energética en la flota de vehículos livianos, transporte de carga y transporte público de pasajeros.</p>
Venezuela (República Bolivariana de)	Reducciones con respecto al escenario BAU.	No aplica.	Reducción del 20% en las emisiones de GEI a 2030 con respecto a las emisiones proyectadas según escenario BAU.	<p>Energía Renovable: Impulsar un cambio en la matriz de fuente de generación de electricidad que favorezca el uso de energías renovables. Ampliar esta matriz energética incorporando nuevas fuentes de energía.</p> <p>Eficiencia Energética: Impulsar la Eficiencia Energética y el Uso Racional de la Energía.</p> <p>Medidas de transporte: Plan que enmarca la conectividad de la movilidad a nivel local, regional y nacional, con énfasis en la reducción del impacto ambiental, utilizando tecnologías limpias y garantizando la optimización y su mantenimiento.</p>

Fuente: Elaboración propia.

^a Para el cumplimiento de las metas condicionadas los países requerirán diferentes tipos de apoyo financiero internacional, transferencia de tecnologías y fomento de capacidades técnicas.

Anexo 2

Revisión de literatura adicional

El análisis realizado por el Banco Mundial para América Latina y el Caribe (Fay y Morrison, 2007) estima que es necesaria una inversión anual en infraestructura de, al menos, un 3% del PBI para lograr la cobertura universal en servicios básicos y permitir un crecimiento del PBI del 2,7% anual. Si el objetivo es una mejora sustancial de estándares, los requerimientos de inversión pueden ser del orden del 4% al 6% anual.

Perroti y Sanchez (2011), en su trabajo "La brecha de infraestructura en América Latina y el Caribe" publicado por CEPAL, trabajaron sobre el monto de erogaciones en infraestructura necesarias tanto para alcanzar un determinado nivel de crecimiento regional, como para alcanzar los niveles de infraestructura de un conjunto de países del sudeste asiático. En primer lugar, concluyeron que las erogaciones destinadas a la infraestructura entre 2016-2020 para dar soporte a un crecimiento del 3% anual del PIB, serían de un monto anual equivalente al 5,2% del PIB regional. Los sectores con mayores requerimientos, de acuerdo con esta estimación, son las telecomunicaciones con el 2,2% y energía eléctrica con el 1,7%. Transporte requiere 1.1% y agua y saneamiento 0,2%. A su vez, si lo que se quiere es alcanzar los niveles de infraestructura per cápita de un conjunto de países del sudeste asiático las cifras anuales requeridas para igual período ascenderían al 7,9% del PBI. En términos monetarios, se trata de una inversión entre USD \$0,17 billones y USD \$0,26 billones anuales.

Kohli y Basil (2011) estiman las necesidades de inversión en infraestructuras en 21 países de América Latina para el período 2011-2040 utilizando un modelo de ecuaciones estructurales. Las proyecciones se proporcionaron tanto para un escenario de convergencia de alto crecimiento como para un escenario de bajo crecimiento. En su estudio, calcularon los costos de aeropuertos, electricidad, banda ancha fija, teléfonos fijos, telefonía móvil, puertos, ferrocarril, carreteras pavimentadas, saneamiento y agua. El modelo difiere de los estudios anteriores sobre las necesidades de inversión en infraestructuras a largo plazo en toda la región ya que considera escenarios alternativos de crecimiento del PBI y, dentro de su modelo, emplearon ecuaciones estructurales que utiliza variables instrumentales para proporcionar proyecciones insesgadas y consistentes para ambos escenarios de crecimiento del PBI. Como resultado, el requerimiento de inversión entre 2011-2040 en escenario de bajo crecimiento (BaU) es del 3,8% del PBI mientras que en un escenario de alto crecimiento (escenario de convergencia), el requerimiento aumentaría al 4% del PBI. En términos monetarios, se trata de una inversión entre USD \$0,27 billones y USD \$0,45 billones anuales.

CAF (2011) realizó un análisis de los trabajos más completos en la materia permitiéndole inferir que la inversión necesaria, considerando un crecimiento del PIB del 5% anual, se ubicaría entre el 3,5% y el 4% del PBI. La inclusión de sectores de infraestructura no considerados y las necesidades de rehabilitación podrían agregar entre 0,5% y 1% adicional, por lo que las inversiones necesarias se ubicarían en el rango del 4 al 5% del PBI por año, lo que representa un valor de USD \$0,2 billones a USD \$0,25 billones anuales.

Ruiz Núñez y Wei (2015) en su informe "Demandas de inversión en infraestructura en mercados emergentes y economías en desarrollo" trabajaron sobre datos de existencias de infraestructura de 1960 a 2012 de 145 países para estimar la demanda de servicios de infraestructura en los mercados emergentes y las economías en desarrollo. Este documento identifica que los flujos de recursos requeridos para satisfacer la nueva demanda mientras se mantiene el servicio para la infraestructura existente asciende a USD \$0,14 billones anuales durante el período 2014-2020, o, al 3,6% del PBI para América Latina y el Caribe (1,7% para nueva infraestructura mientras que 1,9% para mantenimiento de esta). En su estudio, estipularon un escenario de inversión en infraestructuras para satisfacer la demanda de servicios de infraestructura de consumidores y productores, suponiendo una tasa de crecimiento económico del 3.32% anual.

Castellani, et al., (2019) realizaron una estimación de los déficits de inversión pública en una muestra de países en vías de desarrollo, utilizando una función de demanda de inversión pública y empleando proyecciones del producto interno bruto per cápita y previsiones de transformación estructural. El objetivo fue pronosticar las necesidades de inversión pública en 2030 en los países de América Latina y el Caribe bajo el cumplimiento de tres de los Objetivos de Desarrollo Sostenible: pobreza, mortalidad infantil y finalización de la enseñanza secundaria de primer ciclo. Las estimaciones arrojarán que para el año 2030 la inversión deberá ser de 4,4%, 7% y 12,4% del PBI para cumplir con dichos objetivos, respectivamente (inversión anual entre USD \$0,5 billones y USD \$1,4 billones).

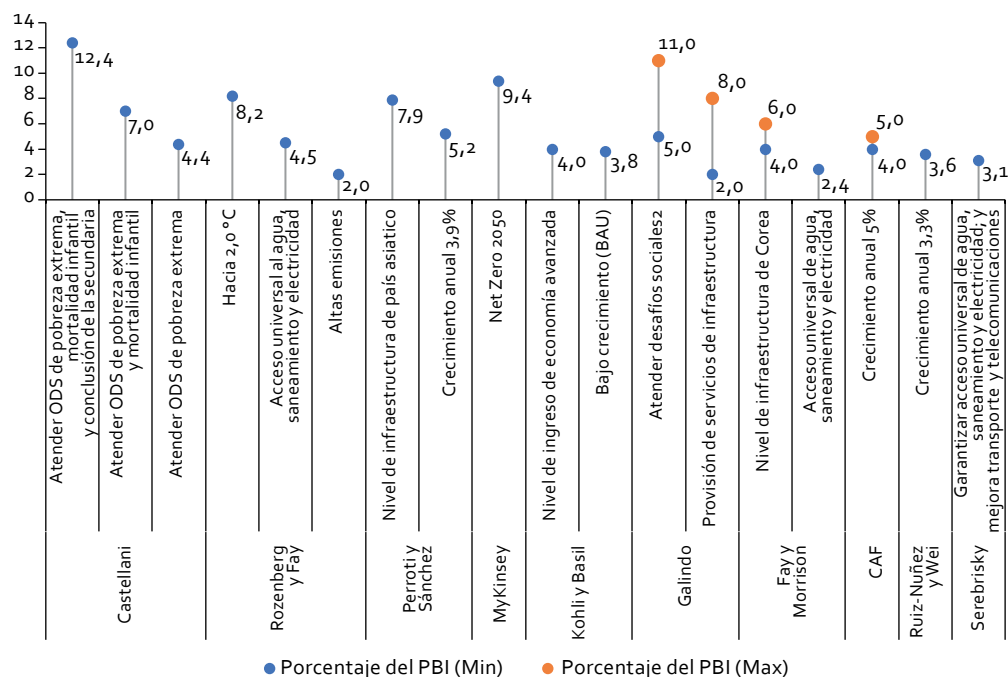
El trabajo de **Rozenberg y Fay (2019)** analiza países de renta baja y media y concluye que las nuevas infraestructuras podrían costar entre el 2% y el 8,2% del producto interior bruto anual entre 2015 y 2030, en función de la calidad y la cantidad del servicio que se pretenda y de la eficiencia del gasto que se consiga para alcanzar este objetivo. Con políticas adecuadas, inversiones del 4,5% del PIB permitirían a los países de renta baja y media alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible relacionados con las infraestructuras (universalidad de acceso a agua y saneamiento, y electricidad). Bajo este escenario, el transporte es el sector que requeriría mayor inversión con el 2% del PBI, mientras que electricidad el 1,4%, agua y saneamiento 0,7% e, inundaciones e irrigación el 0,38%. En cambio, para mantener el rumbo de limitar el cambio climático a 2 °C, la inversión deberá aumentar al 8,2% del PBI. En términos monetarios, se trata de una inversión anual entre USD \$0,64 billones y USD \$2,7 billones.

Serebrisk, et al., (2021) en su estudio "La brecha de infraestructura en América Latina y Caribe" expusieron que, hasta 2030, América Latina y el Caribe necesita invertir USD \$2.220.736 en los sectores de agua y saneamiento, energía, transporte y telecomunicaciones para expandir y mantener la infraestructura necesaria para cumplir con los ODS. De ese total, un 59% deberá destinarse a inversiones para infraestructura nueva y un 41% a inversiones de mantenimiento y reposición de activos. En términos del esfuerzo de inversión relativo al tamaño de la economía, América Latina y el Caribe necesitará invertir en infraestructura por lo menos un 3,12% de su PBI cada año hasta 2030. En el análisis por países, las necesidades de inversión se descomponen de la siguiente manera: países de Centroamérica requerirán USD \$612.776 millones; países del Grupo Caribe USD \$19.555 millones; países del Grupo Andino USD \$457.965 millones; y países del Cono Sur USD \$1.130.439.

En el trabajo de **Galindo (2022)** se expone que atender la crisis climática en América Latina y el Caribe requiere no sólo incurrir en gasto para la provisión de servicios de infraestructura (entre 2% y 8% del PBI) sino que también es necesario incurrir en 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 (entre USD \$0,47 billones y USD \$1,300 billones de gasto en infraestructura y de gasto social en 2030) con objetivos de desarrollo sostenible, resiliente y descarbonizado.

En resumen, dentro de los trabajos citados anteriormente, se incluyeron tanto aquellos que estudiaron la brecha de inversión requerida tanto vertical como horizontal. Los trabajos que se centraron en escenarios BaU o, de poca ambición a alcanzar los ODS, poseen estimaciones considerablemente inferiores a aquellos trabajos que consideraron no solo aspectos de servicios básicos o de infraestructura sino también incluyeron estimaciones relacionadas a provisión de servicios sociales, cumplimientos de ODS relacionados a pobreza extrema, mortalidad infantil y acceso a la educación secundaria, y escenarios de transición ordenada hacia 1,5 °C, 2°C y cero emisiones netas a 2050. Por ello, las estimaciones abarcan una amplia gama de valores, que van desde el 2% hasta el 19% del PIB, dependiendo del escenario considerado, los sectores incluidos y la metodología elegida por cada uno de ellos.

Gráfico A1
América Latina y el Caribe: requerimiento de inversión bajo diversos escenarios
(En billones de dólares y como porcentaje de PIB)



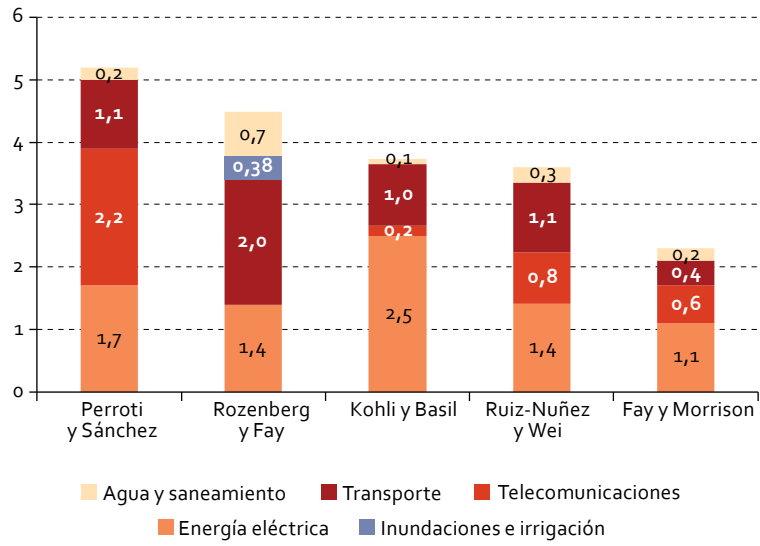
Fuente: Elaboración propia.

Dentro de los estudios, los sectores que en su mayoría fueron considerados son el energético, de transporte, agua y saneamiento, telecomunicaciones, y en algunos casos, agricultura y usos de suelo. La proporción que cada uno de ellos ocupa dentro del requerimiento total de inversión respecto del porcentaje del PIB, depende de cada estudio considerado; en términos generales, energía, telecomunicaciones y movilidad, son los sectores que mayor porcentaje representan dentro de las estimaciones.

Por último, se han utilizado varias metodologías para estimar las necesidades de inversión. Entre ellas se encuentran las estimaciones “top-down” a nivel macro que maximizan el crecimiento, la evaluación comparativa “top-down” utilizando una variedad de puntos de referencia (como la evolución histórica o los países de altos ingresos) y diferentes niveles de sofisticación, los enfoques “bottom-up” basados en el cálculo de los costes de objetivos específicos, los modelos de equilibrio general o parcial y los enfoques “mixtos”.

Por ejemplo, los modelos “top-down” utilizan diversas técnicas econométricas para estimar las necesidades de inversión globales, regionales, nacionales y sectoriales en infraestructuras (Ruiz Núñez y Wei, 2015). Perrotti y Sánchez (2011) a su vez, ajustaron los comportamientos recientes de la inversión, en lugar de basarse exclusivamente en las tendencias históricas. Algunos modelos macroeconómicos representan explícitamente la infraestructura energética, como los de los institutos y organismos de investigación de investigación como la Agencia Internacional de la Energía (IEA) y los han utilizado para calcular el coste de escenarios alternativos de emisiones energéticas y políticas de mitigación del cambio climático. Suelen abarcar el sistema eléctrico, a veces el transporte, y ocasionalmente otros sectores. Por otra parte, algunos informes recientes han elaborado estimaciones de las necesidades de inversión en infraestructuras recopilando estimaciones sectoriales de diversas fuentes (IPCC, 2022; McKinsey 2022).

Gráfico A2
América Latina y el Caribe: requerimiento de inversión por sectores bajo diversos escenarios
(En porcentaje de PIB)



Fuente: Elaboración propia.

Cuadro A2
Resumen de estudios citados anteriormente

Cobertura	Sectores	Monto promedio anual (Billones de dólares)	Requerimiento como porcentaje del PBI	Fuente	Escenario	Horizonte temporal
Global	Total	9,200	7,5	MyKinsey (2022)	Net Zero 2050	2050
Global	Total	7,500	N/A	New Climate Economy (2018)	Transición a crecimiento sostenible bajo en carbono	2030
Global	Total	4,600	N/A	IPCC (2022)	Hacia 1,5°	2030
Global	Energía	4,400	5	IRENA (2021)	Hacia 1,5°	2050
Global	Energía	4,395	4,1	IEA (2021)	Net Zero 2050	2030
Global	Energía	3,248	N/A	IRENA (2021)	Transformación energética	2050
Global	Energía	3,085	2,9	IEA (2021)	ODS	2030
Global	Energía	2,871	N/A	IRENA (2021)	CDN	2050
Global	Energía	2,478	2,3	IEA (2021)	CDN	2030
Global	Total	2,300	N/A	IPCC (2022)	Rango superior de requerimiento	2030
Global	Agricultura	0,240	N/A	Shakhovskoy et al (2019)	Cobertura de las necesidades agrícolas y no agrícolas de pequeños productores	2030
LAC	Total	1,406	12,4	Castellani (2019)	Inversión pública, pobreza extrema, mortalidad infantil y conclusión de la secundaria	2030
LAC	Total	1,300	Entre 5-11	Galindo (2022)	Atender desafíos sociales	2030
LAC	Total	0,798	7,0	Castellani (2019)	Inversión pública y erradicación de la pobreza extrema	2030
LAC	Total	0,700	9,4	MyKinsey (2022)	Net Zero 2050	2050
LAC	Total	0,501	4,4	Castellani (2019)	Inversión pública	2030
LAC	Total	0,470	Entre 2-8	Galindo (2022)	Servicios de infraestructura	2030
LAC	Total	0,440	4,0	Kohli y Basil (2011)	Niveles de ingreso de economías avanzadas	2040
LAC	Energía	0,348	N/A	IPCC (2022)	Hacia 1,5°	2030
LAC	Total	0,270	3,8	Kohli y Basil (2011)	Bajo crecimiento (BAU)	2040
LAC	Total	0,260	7,9	Perroti y Sánchez (2011)	Niveles de infraestructura de países asiáticos	2020
LAC	Total	0,250	Entre 4-5	CAF (2011)	Crecimiento anual 5%	2030
LAC	Energía	0,189	3,0	IEA (2021)	ODS	2030
LAC	Energía	0,180	2,8	IEA (2021)	CDN	2030
LAC	Total	0,170	5,2	Perroti y Sánchez (2011)	Crecimiento anual 3,9%	2020
LAC	Energía	0,163	N/A	IPCC (2022)	Hacia 2,0°	2030
LAC	Total	0,140	3,6	Ruiz-Nuñez y Wei (2015)	Crecimiento anual 3,3%	2020
LAC	Energía	0,120	N/A	IRENA (2021)	Transformación energética	2050
LAC	Energía	0,087	N/A	IRENA (2021)	CDN	2050
LAC	Total	0,022	3,1	Serebrisky(2021)	Acceso universal agua, saneamiento y electricidad	2030

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro A3
Cuadro comparativo de estudios citados anteriormente

Autores	Porcentajes del PBI anual	Escenario	Sectores/temas incluidos	Requerimiento de inversión anual	Modelo
Rozenberg y Fay (2019).	Escenario 1: 2,0 Escenario 2: 4,5 Electricidad: 1,4 Transporte: 2,0 Agua y S.: 0,7 Inundaciones: 0,28 Irrigación: 0,1 Escenario 3: 8,2	Escenario 1: Alta eficiencia, poca ambición a alcanzar los ODS. Escenario 2: Alta eficiencia y ambición a alcanzar los ODS. Escenario 3: Escenario de cumplimiento de los ODS relacionados a la infraestructura (universalidad de acceso a agua y saneamiento, y electricidad) y sujeto a un camino de limitar el calentamiento global a 2°C.	Electricidad. Transporte. Agua y saneamiento. Protección contra las inundaciones. Irrigación.	Escenario 1: USD \$0,64 billones Escenario 2: USD \$1,5 billones Escenario 3: USD \$2,7 billones Monto de Inversión necesaria entre 2015-2030	Ecuaciones de demanda independientes para los distintos tipos de infraestructura -costo unitario de diferentes proyectos de infraestructura- comparados con las proyecciones.
Galindo (2022). IDB	7-19 Entre 2-8 en provisión de servicios de infraestructura y, Entre 5-11 en provisión de servicios sociales	Escenario para proveer servicios básicos y cumplir con objetivos climáticos de resiliencia de la población y transición justa a 2030.	Electricidad. Transporte. Agua y saneamiento. Residuos y economía circular. Sector agropecuario Soluciones basadas en la naturaleza minería.	Entre USD \$0,47 billones - USD \$1,3 billones	Modelos de simulación de la demanda esperada de diversos servicios públicos como la demanda de electricidad, de transporte y de agua.
Perroti y Sánchez (2011)	Escenario 1: 5,2 Telecomunicaciones: 2,2 Energía eléctrica: 1,7 Transporte: 1,1 Agua y saneamiento: 0,2 Escenario 2: 7,9	Escenario 1: atender la demanda en infraestructura entre 2006-2020. Escenario 2: alcanzar los niveles de infraestructura per cápita de algunos países del sudeste asiático.	Telecomunicaciones. (Telefonía fija, celular e internet de banda ancha fija). Energía (eléctrica). Transporte (terrestre). Agua y saneamiento.	Escenario 1: USD \$ 0,17 billones Escenario 2: USD \$0,26 billones	Estimación de modelos de datos de panel sectoriales: Estimación de la demanda de diferentes tipos de infraestructuras a través del cálculo de la regresión de las reservas de infraestructura existente en función de las reservas de infraestructura retardada, el PIB per cápita, la composición sectorial del PIB y un conjunto de efectos fijos por país, ajustando los comportamientos recientes de la inversión, en lugar de basarse exclusivamente en las tendencias históricas. i) Costos representativos o promedios que se utilizan como insumos para cuantificar monetariamente a los requerimientos de flujos de inversión. ii) Cálculo de brecha vertical: mediante dos metodologías alternativas (Fay-Yepes y Carciofi-Gayà). Utilización de modelos de datos de panel sectoriales donde se establece al stock demandado de infraestructura, en función del PBI per cápita, la participación de la agricultura en el PBI, y la participación de las manufacturas en el PBI. Supuestos: crecimientos promedios anuales para América Latina y el Caribe del PBI y de la población de 3,9% y 1%. iii) Cálculo de la brecha horizontal de América Latina y el Caribe, donde el objetivo trazado ha sido el de alcanzar los niveles de infraestructura per cápita de algunos países del sudeste asiático: Corea, Malasia y Singapur, y la región administrativa de Hong Kong.

Autores	Porcentajes del PBI anual	Escenario	Sectores/temas incluidos	Requerimiento de inversión anual	Modelo
Kohli y Basil (2011)	Escenario BAU: 3,8 Escenario de convergencia: 4,0	Escenario BAU y Escenario de convergencia de alto crecimiento. Requerimiento de inversión entre 2011-2040.	Electricidad. Telecomunicaciones (banda ancha fija, teléfonos fijos, telefonía móvil). Transporte (puertos, ferrocarril, carreteras pavimentadas, aeropuertos). Agua y saneamiento. Cobertura de 21 países de América Latina y el Caribe.	Requerimiento de inversión entre 2011-2040 en escenario BAU: USD \$ 7,8 billones (USD \$ 0,27 billones por año). Requerimiento de inversión entre 2011-2040 en Escenario de Convergencia: USD \$13,008 billones (USD \$ 0,45 billones por año).	Modelo de ecuaciones estructurales: Se presentan los costos por separado y en total para inversión y mantenimiento de nueva capacidad para 10 sectores. Utiliza variables instrumentales para brindar proyecciones para ambos escenarios de crecimiento del PIB (las variables instrumentadas son la urbanización y la participación en el PIB de la agricultura, la manufactura y los servicios).
CAF (2011)	4-5	Escenario considerando un crecimiento del PIB del 5% anual.	Transporte. Energía eléctrica. Transporte de gas natural. Telecomunicaciones. Agua y saneamiento.	USD \$0,20 – USD \$0,25 billones	Promedio en base al análisis de conjunto de los trabajos -los más completos en la materia-
Brichetti, Mastronardi, Rivas, Amiassorho, Serebrisky, Solís (2021)	3,12	Escenario de cierre de brecha de infraestructura para lograr los ODS 2030 (ODS 6,7,9,11).	Electricidad. Transporte. Telecomunicaciones. Agua y saneamiento.	USD \$ 2,220,736	i) Definición de indicadores que permitan evaluar el cumplimiento de los ODS en materia de infraestructura de servicios públicos. ii) Determinación de cobertura y calidad de los servicios de infraestructura: cálculo de costos unitarios por sector y país para cerrar la brecha de infraestructura comparando situación a 2018 y 2030.
Ruiz-Nuñez y Wei (2015)	3,6	Escenario de inversión en infraestructuras para satisfacer la demanda de servicios de infraestructura de consumidores y productores, suponiendo una tasa de crecimiento económico del 3,32% anual.	Telecomunicaciones (Servicio telefónico, pavimentación, ferrocarril). Electricidad. Agua y saneamiento.	USD \$0,14 billones	Enfoque "top-down": Estimación de la demanda de diferentes tipos de infraestructuras a través del cálculo de la regresión de las reservas de infraestructura existente en función de las reservas de infraestructura retardada, el PIB per cápita, la composición sectorial del PIB y un conjunto de efectos fijos por país. Luego, emplean el crecimiento previsto del PIB per cápita para calcular la demanda futura de infraestructura en cada país y le otorgan un valor monetario (en dólares), basándose en una estimación del costo de producción de distintos proyectos de infraestructura.

Autores	Porcentajes del PBI anual	Escenario	Sectores/temas incluidos	Requerimiento de inversión anual	Modelo
Fay y Morrison (2007)	Escenario 1: 2,64 Escenario 2: Entre 4-6	Escenario 1: Responder al crecimiento esperado en la demanda de las empresas y los individuos (2,7% de crecimiento del PBI anual), para mantener la infraestructura existente y lograr el servicio universal para agua, saneamiento y electricidad durante 10 años. Escenario 2: Alcanzar los niveles de desarrollo de infraestructura de Corea.	Agua y saneamiento. Electricidad. Telecomunicaciones y carreteras.	No aplica.	Modelo "top-down": Se analiza la evolución conjunta de las infraestructuras y los ingresos (producto interior bruto en el pasado (corrigiendo factores como la urbanización y la industrialización) y se asume que esta relación se mantendrá estable en el futuro. La inversión necesaria para mantener esta relación constante se deduce entonces en función de el crecimiento previsto del PIB, la urbanización y la industrialización. Se utilizan tres dimensiones de la brecha, las dos primeras con estimaciones directas, y la última con una estimación econométrica: i) Alcanzar los niveles de cobertura de Corea. ii) Alcanzar la cobertura universal. iii) Atender la demanda de servicios de las empresas.
Castellani, et al., (2019)	Escenario 1: 4,4 Escenario 2: 7,0 Escenario 3: 12,4	Escenario 1: Inversión pública necesaria para cerrar la brecha de Infraestructura según crecimiento proyectado del PBI y bajo hipótesis de inversión pública de statu quo que representa una tasa de inversión del 3,6 % del PIB –como ocurrió el año 2015. Escenario 2: Demanda de inversión pública, incluida la erradicación de la pobreza extrema a 2030. Escenario 3: Demanda de inversión pública y logro de tres metas de los ODS: pobreza extrema, mortalidad infantil y conclusión de la secundaria a 2030.	Demanda estimada de inversión pública agregada.	Escenario 1: USD \$0,50 billones. Escenario 2: USD \$0,80 billones. Escenario 3: USD \$1,406 billones.	Gasto total en inversión. Estimación directa del valor monetario de la demanda de inversión, sin deducir el costo unitario de diferentes proyectos de infraestructura. Luego de realizar un pronóstico de las necesidades de inversión futuras con base en los parámetros estimados de la ecuación (1), se realizan proyecciones de crecimiento del PIB, así como de las cuotas de la agricultura y la industria en el PIB.
IPCC (2021) "AR6 Cambio Climático 2022: Mitigación del Cambio Climático".	No aplica.	Escenario de bajo requerimiento de inversiones a 2030. Escenario de alto requerimiento de inversiones a 2030.	Energía. Agricultura y silvicultura. Transporte.	Escenario de bajo requerimiento: USD \$0,163 billones. Escenario de alto requerimiento: USD \$0,348 billones. Línea de Base: Flujo promedio anual entre 2017-2020 en inversiones en mitigación: USD \$0,042 billones por año.	i) Energía: modelos IAM para fuentes renovables sin biomasa + necesidades de inversión incrementales para T&D y almacenamiento. ii) Eficiencia energética: modelo de IRENA bajo Transforming Energy Scenario (TES). iii) Agricultura y silvicultura: inversiones con base en el PIB. iv) Transporte: inversiones ferroviarias basadas en las necesidades de inversión ferroviaria de GIO por país.

Autores	Porcentajes del PBI anual	Escenario	Sectores/temas incluidos	Requerimiento de inversión anual	Modelo
IRENA (2021) “World Energy Transitions Outlook: 1,5°C Pathway”	No aplica.	Escenario Energético Planificado (PES) a 2050: brinda una perspectiva de desarrollos de sistemas energéticos basados sobre los planes energéticos actuales de los gobiernos y otras metas y políticas planificadas, incluyendo las contribuciones determinadas a nivel nacional (NDC) bajo el Acuerdo de París. Escenario para limitar el calentamiento por debajo de 2 °C (“TES”) a 2050.	Energía (incluida eficiencia energética).	Necesidad acumulada de inversión en energía renovable de 2016 a 2050: USD \$2,950 billones (inversión anual en energía renovable por USD \$ 0,087 billones). Necesidad acumulada de inversión en energía renovable de 2016 a 2050: USD\$4,090 billones (inversión anual en energía renovable por USD \$0,120 billones).	i) Eficiencia energética: incluye las medidas de eficiencia desplegadas en los sectores de uso final (industria edificios y transporte) y las inversiones necesarias para la renovación de edificios y los cambios estructurales (excluyendo el cambio modal en el transporte). ii) Renovables: incluye las inversiones necesarias para el despliegue de tecnologías renovables para la generación de energía, así como las aplicaciones directas de uso final (por ejemplo, solar térmica, geotérmica). iii) Electrificación del calor y el transporte: incluye las inversiones realizadas en la infraestructura de carga para vehículos eléctricos y para la electrificación de los ferrocarriles, así como para desplegar unidades de bombas de calor en edificios y sectores industriales. iv) Redes eléctricas y flexibilidad energética: incluyen las inversiones realizadas en la ampliación y renovación de la red de transmisión y distribución, las inversiones relacionadas con la infraestructura, los contadores inteligentes, la capacidad hidroeléctrica de bombeo, el almacenamiento en baterías estacionarias descentralizadas y a escala de los servicios públicos, y la adaptación y el uso de bombas de calor. v) Oferta: incluye las inversiones realizadas en la producción de biocombustibles y electrolizadores de hidrógeno.
McKinsey (2022) “The net-zero Transition”	Entre 2021-2050: 7,5 (Mundial) 9,4 (LAC).	Escenario ordenado hacia 1,5 °C utilizando el escenario Net Zero 2050 de Network for Greening the Financial System (NGFS).	Energía. Industria (producción de acero y cemento) Movilidad (transporte por carretera). Edificios. Agricultura, silvicultura y otros usos del suelo.	Gasto de capital global en activos físicos para los sistemas de energía y uso de la tierra en la transición neta cero entre 2021 y 2050: USD \$275,000 billones. (USD \$9,200 billones anuales).	Modelo de análisis de los efectos de primer orden. Utilización de escenarios NGFS y realización de reducción de escala de Vivid Economics para cuantificar cambios en variables importantes en cada sistema de energía y uso de la tierra. La reducción de escala se realizó para evaluar los cambios en la demanda, y posteriormente las implicaciones para el stock de capital y la inversión, los costos del productor y del consumidor, y el empleo en función de la información sobre las tecnologías de descarbonización y sus costos de capital y operativos, la intensidad de la mano de obra y los efectos en las cadenas de valor.

Autores	Porcentajes del PBI anual	Escenario	Sectores/temas incluidos	Requerimiento de inversión anual	Modelo
IEA (2021) “World Energy Model 2021”	Escenarios de políticas establecidas a 2030: 2,8. Escenario de desarrollo sostenible a 2030: 3.	Escenarios de políticas establecidas a 2030 (refleja la configuración actual de las políticas basado en una evaluación sector por sector de las políticas específicas que están vigentes, así como aquellas que han sido anunciadas por los gobiernos de todo el mundo). Escenario de desarrollo sostenible a 2030 (garantizar el acceso universal a servicios energéticos asequibles, fiables, sostenibles y modernos para 2030, reducir sustancialmente la contaminación del aire; y tomar medidas efectivas para combatir el cambio climático).	Energía.	Escenario políticas establecidas: USD \$0,180 billones. Escenario de desarrollo sostenible a 2030: USD \$0,189.	El modelo consta de tres módulos principales: consumo de energía final (que cubre uso residencial, servicios, agricultura, industria, transporte y uso no energético); transformación de energía (incluida la generación de energía y calor, refinería y otras transformaciones de energía, como la conversión de carbón en líquido o la producción de hidrógeno) y, suministro de energía. Los principales supuestos exógenos son el crecimiento económico, la demografía y, en algunos casos, los avances tecnológicos.

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 3

Información utilizada para el modelo de costo total de propiedad

Cuadro A4
Cálculos sobre el costo de la electrificación de la flota pública regional

	Trolebús	Mediano (8-11 m)	Estándar (12 m)	Articulado (+ 18 m)	Estándar diésel	Articulado diésel
Costos de capital						
Costo del autobús	262 700	200 000	354 400	700 000	200 000	250 000
Capacidad Batería (KW)	324	324	385	385	NA	NA
Costo Cargador (USD)		24 000	50 000	92 000	NA	NA
Costo Adecuación de la infraestructura por autobús	3 500	2 865	2 865	3 581,25	NA	NA
Costos de operación						
Eficiencia del autobús. Diésel (lt) / km o kWh / km		1,615	1,615	1,615	1,615	0,685
Uso de diésel/electricidad al año		117 895	117 895	117 895	117 895	50 005
Costo del combustible		NA	NA	NA	1,5	1,5
Consumo de DEF AdBlue (porcentaje por litro de diésel)		NA	NA	NA	5	5
Costo kWh		0,2	0,2	0,2	NA	NA
Costos de mantención						
Costos de mantención preventivo (USD/Km)	0,08	0,08	0,08	0,08	0,1	0,1
Costos de mantenimiento correctivo (US/km)	0,14	0,14	0,14	0,14	0,19	0,19
Revisión de vida media motor (Overhaul USD)	13 135	10 000	17 720	35 000	30 000	37 500
Recambio de baterías (USD)	23 465	23 465	23 465	23 465	0	0
Seguros (USD/año/bus)	7 823,5	7 823,5	7 823,5	7 823,5	4 727,5	4 727,5
Supuestos						
Valor residual del bus (porcentaje)	5	5	5	5	5	5
Vida útil de uso (años)	15	15	15	15	15	15
Tasa de interés (porcentaje)	5	5	5	5	5	5
Km recorridos diarios	200	200	200	200	200	200
Días por año que se usa	365	365	365	365	365	365
Km recorridos al año	73 000	73 000	73 000	73 000	73 000	73 000

Fuente: Elaboración propia en base a ZEBRA, (2022).

Anexo 4

Metodología de cálculo sobre el costo actual global en áreas protegidas

Considerando el estudio de Waldron et al. (2020), se utilizaron las asignaciones presupuestarias actuales para las redes nacionales de áreas protegidas usando un protocolo similar al que se usa para cotejar las necesidades presupuestarias. Se obtuvieron estimaciones primarias para 124 países. Los países y territorios con datos insuficientes eran en su mayoría pequeños territorios insulares en alta mar, microestados, pequeños estados insulares y países de bajos ingresos todos los cuales es poco probable que tengan presupuestos superiores a unos pocos millones de dólares. Las principales excepciones fueron Venezuela (aunque es poco probable que su presupuesto reciente de AP sea grande), Portugal, Japón, Irán, Finlandia y Suiza.

El total global de gastos en áreas protegidas a partir de estas fuentes de datos fue de \$17,200 millones; luego se imputaron valores para los países faltantes utilizando datos de países comparables y ajustando el tamaño de la red de AP (gasto adicional imputado = \$2.5 mil millones). Se agregaron \$4500 millones adicionales como la contribución media calculada de las comunidades locales a los costos de gestión de las AP.

Por lo tanto, la estimación general para el gasto mundial en AP fue de aproximadamente \$24,3 mil millones.

Anexo 5

Metodología de cálculo sobre las necesidades presupuestarias para alcanzar el objetivo del 30% en conservación de la biodiversidad

Cuadro A5
Escenarios utilizados por Waldron et al. (2020)

Escenario emparejado	Componente terrestre	Componente marino	Categoría
REF	Escenario de referencia	Escenario de referencia	Expansión sin AP (línea de base)
THC	Tres condiciones	Dura realidad política (marina)	Centrado en la producción
HPR	Dura realidad política	Dura realidad política (marina)	Centrado en la producción
BPC	Compromiso biodiversidad/ producción	50:50	Compromiso biodiversidad/ producción
BIWI	Consenso entre biodiversidad/ áreas silvestres	Consenso entre biodiversidad/ áreas silvestres (marina)	Centrado en la biodiversidad
SSE	Salvar especies en extinción	Top 30	Centrado en la biodiversidad
GDN	Acuerdo Global por la naturaleza	Top 30	Centrado en la biodiversidad

Fuente: Waldron et al. (2020), "Protecting 30% of the planet for nature: Costs, benefits and economic implications".

El cálculo de necesidades presupuestarias para implementar la meta del 30% se basa en el análisis de estimaciones ascendentes de los países de las necesidades presupuestarias mínimas adecuadas para sus sistemas de áreas protegidas, incluyendo los costos de gestión anuales, y partidas presupuestarias adicionales para comprar terrenos y colocar infraestructura de protección en ellos.

Estas estimaciones de abajo hacia arriba se extrajeron en gran medida de las Fichas de puntuación financiera del Fondo para el Medio Ambiente Mundial enviadas al Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo sobre las necesidades presupuestarias para sus respectivos sistemas nacionales de AP, complementadas con una extensa investigación sobre otras estadísticas e informes disponibles (se encontraron estimaciones para 97 países).

Se utilizó un modelo estadístico para generar estimaciones de necesidades presupuestarias globales para el sistema actual de áreas protegidas y para las diversas expansiones posibles del sistema representadas por nuestros escenarios tomando en cuenta las diferencias en el tamaño del sistema, la presión, el nivel de competencia y costo de la tierra y la lejanía, ya que estos son los factores que demostraron influir en las necesidades presupuestarias existentes.

Se divide el análisis en dos partes: la primera parte "terrestre/mixta" excluye todos los sistemas nacionales con un componente marino superior al 55% del total (por área); y la segunda parte "dominada marina/costera" analiza por separado los países donde predominaron las AP marinas y costeras, dado que las áreas marinas protegidas pueden tener una estructura de costos diferente, lo que implica que los sistemas nacionales que tienen un fuerte sesgo marino pueden afectar el modelo.

- a) **Áreas protegidas terrestres: Las variables que se teorizaron para influir en las necesidades presupuestarias fueron la base de costos locales, el grado de presión humana que el sistema de AP tiene que resistir y las economías de escala**
- a.1) Se corrigieron las diferencias nacionales en la base de **costos**, usando la paridad del poder adquisitivo, multiplicando el costo por hectárea por el índice de precios nacional.
- a.2) Para la presión, una métrica común es la **huella humana**, que podría considerarse como una forma de presión del lado de la oferta. Por el lado de la demanda, es probable que el **valor de producción potencial de la tierra** o sus recursos también aumente la presión. El

valor de la tierra potencialmente productiva se expresa comúnmente como **renta agrícola**, y, en contextos oceánicos, el valor productivo más importante es la **captura pesquera que podría lograrse**. Si un país coloca la mayoría de sus AP en áreas de tierras agrícolas de primera calidad o densas poblaciones humanas, habrá una gran presión sobre las AP y también una base de costos más alta en la región (porque, por ejemplo, la tierra con una productividad agrícola naturalmente alta tiene una alta productividad). Por lo general, **es el valor bruto de las métricas de presión lo que se utiliza en el análisis estadístico**. Sin embargo, la probable influencia de la renta agrícola y la huella humana en los costos de las AP tiene dos matices importantes. En un país con una productividad agrícola generalmente baja, no es el valor absoluto de la renta agrícola lo que es importante para la población, sino el valor relativo a todos los demás lugares donde podría tener lugar la agricultura. Por ejemplo, un país árido normalmente tendría bajos valores de alquiler en todas partes, pero sería engañoso creer que, debido a eso, no hubo presión sobre ninguna de sus tierras naturales. En cambio, la presión recaerá sobre las áreas que son más productivas en relación con la media nacional. Lo mismo se aplica a la huella humana: en países donde la presión humana es baja en todas partes, los costos a escala nacional aún podrían ser más altos en los lugares con mayor densidad de población y actividad económica más intensa, incluso si esos valores son bajos en términos absolutos. **Por lo tanto, se expresa tanto la renta agrícola como la huella humana en relación con la media nacional, o formalmente, valor medio de PA/valor medio nacional**. Los valores de la renta agrícola y la huella humana en las zonas de amortiguamiento pueden ser, en teoría, mejores predictores del costo que los valores dentro de las propias AP. Esto podría ocurrir si se conoce la renta dentro de la AP, pero su valor probable está señalado por la renta en las afueras de la AP; o si la agricultura se dirige a áreas de renta relativamente alta y, si están en los límites de las AP, habrá presión para expandirse más allá de esos límites. **Por lo tanto, se extrajeron los valores de alquiler y huella relativos para ambas AP y para una zona de amortiguamiento de 25 km que rodea cada AP (pero excluyendo el agua)**. Para convertir a niveles nacionales (la escala de la variable de respuesta), se toma el valor medio de cada variable para todas las AP/amortiguaciones de AP en cada país. Para la huella humana, se utiliza el conjunto de datos de Venter et al., actualizado para reflejar las mejoras recientes en los datos. Para el predictor de renta agrícola, se utiliza el conjunto de datos de Carrasco et al., con actualizaciones.

- a.3) Las **economías de escala** pueden aplicarse tanto a las AP individuales como a los sistemas nacionales de AP. A escala local, un AP de diez hectáreas puede ser patrullado por la misma guardia que un AP de cinco hectáreas, abaratando el presupuesto por hectárea (economía de escala local). A escala nacional, todas las AP individuales comparten la misma fuerza de administración central e incluso pueden compartir algunos equipos móviles o recursos humanos, por lo que también se esperaría que un sistema de AP más grande cueste menos por hectárea que uno pequeño. **Por lo tanto, se calculan tres métricas posibles del tamaño de las AP: i) el área media y ii) el área media transformada logarítmicamente para todas las AP individuales en cada sistema nacional en la fecha correspondiente a la evaluación de las necesidades presupuestarias; y iii) el área total nacional referenciada en la evaluación, también medida para el año en que se realizó la evaluación.**
- a.4) Para la métrica de **gobernanza**, se utilizó el puntaje de **efectividad del gobierno** del conjunto de datos de Indicadores de Gobernanza Mundial de los Grupos del Banco Mundial, ya que esto se ha asociado con patrones de financiación de la biodiversidad en el pasado. El PIB per cápita se tomó de los datos del Banco Mundial, utilizando la media de 2012-2017 para reflejar el período durante el cual se realizaron la mayoría de las estimaciones de costos ascendentes. Uno podría esperar que la gobernanza reduzca la probabilidad de que una AP económicamente atractiva sea realmente invadida. Por lo tanto, se probaron las interacciones con la renta agrícola y la huella, tanto para la gobernanza como para su correlato del PIB.

a.5) Otro predictor potencial de la necesidad presupuestaria es la **cantidad relativa del sistema que se protege estrictamente (en comparación con los usos humanos permitidos)**. Por lo tanto, se **creó una variable ficticia para la proporción del sistema que estaba en la categoría V o VI de la UICN** (lo que indica que se permite el uso humano sostenible, que en su mayoría contempla la extracción de recursos). Todos los predictores de presión tratan a las AP como si fueran partes de la naturaleza distintas de la actividad económica humana y, por lo tanto, propensas a ser invadidas por esa actividad. Sin embargo, las AP son partes de la economía nacional que generan ingresos. Por lo tanto, funcionan como negocios con costos variables, en cuyo caso uno podría esperar que mayores volúmenes de negocios (mayores ingresos) estén asociados con mayores costos. Las tarjetas de puntuación financiera del PNUD y muchos de los informes independientes también cuantifican el nivel de ingresos que generan los sistemas nacionales de AP (donde esos ingresos se asocian más comúnmente con visitas turísticas y flujos de ingresos asociados, como concesiones, venta minorista, tarifas de navegación o campamentos). Por lo tanto, se probó si los ingresos predijeron los costos, expresando los ingresos sobre una base de \$PPA por hectárea, para mantener la consistencia con la métrica de costos.

a.6) Finalmente, los costos de las AP marinas bien pueden ser diferentes de los costos de las AP terrestres, pero muchos sistemas nacionales de AP informaron sus necesidades presupuestarias para una combinación de AP marinas y terrestres. Dado que la **relación diferente de AP terrestres y áreas protegidas marinas debería afectar la necesidad del presupuesto nacional, se incluyó la relación como un predictor potencial**.

Después de seleccionar y recopilar datos para todas las variables anteriores, se crearon modelos estadísticos, cada uno con un subconjunto de variables, para probar su capacidad para predecir los datos observados. Las necesidades presupuestarias no pueden tomar valores negativos, por lo que se utilizaron modelos lineales generalizados (GLM) como marco estadístico, utilizando una estructura de error Binomial Negativo.

En el modelo, la necesidad de presupuesto por hectárea disminuyó a medida que aumentaba el tamaño total del sistema de áreas protegidas. Los sistemas de AP con una renta agrícola neta más alta en la zona de amortiguamiento, en relación con la renta agrícola media del país, tenían necesidades presupuestarias más altas. De manera similar, la huella de amortiguamiento en relación con la media nacional generalmente aumentó la necesidad de presupuesto, pero en interacción con el término de gobernanza. El costo de administración fue pronosticado positivamente por el nivel de ingresos y este fue el tamaño del efecto más grande. Finalmente, el porcentaje del sistema evaluado que era marino mejoró el ajuste, aunque la naturaleza del efecto no estaba clara ya que los límites de confianza de la estimación del parámetro se superponían a cero.

b) **Áreas protegidas marinas:** Se utilizó un método similar para estimar las necesidades de inversión para cada escenario marino. Se recopiló un conjunto de datos de dónde los países habían estimado las necesidades presupuestarias para administrar adecuadamente todas sus redes nacionales de AMP (n=47) y se crearon modelos predictivos estadísticos utilizando los impulsores de necesidad presupuestaria esperados.

b.1) Para las variables de presión de las AP marinas, se calcula el **peso de la captura pesquera en el área oceánica inmediata de 25 km alrededor de la AMP**. La métrica de la presión relativa en lugar de la absoluta se calcula dividiendo el peso capturado en la zona de amortiguamiento por el peso promedio capturado en toda la zona económica exclusiva.

b.2) Se midió la densidad de población y el PIB per cápita (media de 2012-2017) de todas las poblaciones costeras en el punto de la costa más cercano al AMP, hasta una distancia estandarizada tierra adentro (5 km), y luego se modelaron las posibles interacciones entre la distancia del AMP en alta mar y esos factores socioeconómicos.

- b.3)** Finalmente, medimos el tamaño de las AMP individuales y de todo el sistema nacional de AMP, para evaluar si las economías de escala reducen los costos por hectárea (de manera similar al ejemplo de la TPA).

Se tomamos los valores medios de captura de 2011-2015 de los datos recopilados por Watson et al. y se extrajo los datos de densidad de población humana y PIB per cápita superponiendo los conjuntos de datos espaciales Gridded Population of the World y Gridded GDP per cápita en las partes de la costa más cercanas a las AMP. Al igual que con el análisis de necesidad del presupuesto terrestre, luego se utilizó un modelo lineal generalizado. El modelo utilizó el peso relativo de la captura, el PIB costero per cápita y el tamaño del sistema de AMP como variables predictoras finales.

Como era de esperar, la necesidad de presupuesto por hectárea disminuyó con los sistemas más grandes y aumentó cuando el PIB costero fue mayor (lo que interpretamos como un reflejo de una base de costos local más alta y una presión local más alta). También aumentó a medida que aumentaba la captura a escala nacional en las zonas de amortiguamiento del AMP, lo que nuevamente interpretamos como la creación de una situación en la que el valor de los recursos en el AMP es más alto y, por lo tanto, requiere más esfuerzo para defenderlos.

Para calcular los costos de nuevas tierras para alcanzar el objetivo de política propuesta, los componentes principales del costo de establecimiento de AP son la **necesidad de nueva infraestructura y el costo de compra de la tierra**. Para ello, se incluyen modelos de costos que incluyen **necesidades mínimas adecuadas de gasto de capital (CAPEX, incluida la infraestructura)**, nuevamente derivadas de las propias estimaciones de los países.

Los costos de compra de tierras son difíciles de estimar porque no existe una base de datos global de los precios de la tierra y, de hecho, se han establecido muchas AP en tierras para las cuales la compra es inapropiada (tierras de propiedad del gobierno). Por ello, un proxy común para el precio de la tierra agrícola es el ingreso agrícola neto dividido por la tasa de capitalización de la tierra agrícola (donde el ingreso debe modelarse en función de la producción esperada y los costos de la tierra aún no convertida). Se calculó este proxy para todas las tierras nuevas en cada escenario. Como el costo de una gran compra de tierras para un programa de áreas protegidas a largo plazo normalmente estaría sujeto a alguna forma de préstamo o acuerdo de deuda nacional, en lugar de salir del presupuesto del primer año en un solo pago. Por lo tanto, anualizamos el costo de compra del terreno amortizándolo en 20 años.

Para las áreas marinas protegidas, la estimación más reciente es un costo de creación de \$42,860 por AMP, independientemente del tamaño o la ubicación del AMP, pero que aumenta si la creación lleva más tiempo que el promedio. Para aplicar esto a los escenarios marinos del análisis, se calculó una estimación de cuántas AMP nuevas se crearían en cada país en cada escenario. Parte de la expansión al 30% se lograría expandiendo las áreas existentes en lugar de crear otras nuevas, por lo que para estimar la cantidad de nuevas AMP que podrían ser necesarias, se asumió que las AMP existentes se duplicarían en tamaño, creando una expansión parcial, y luego se usó el número de AMP en esa expansión parcial para estimar el número de AMP que se necesitarían para completar la expansión al 30% en cada ZEE.



Los países de América Latina y el Caribe han establecido sus compromisos de acción climática en sus contribuciones determinadas a nivel nacional. Para cumplir con los objetivos climáticos planteados, es necesario realizar inversiones en sectores prioritarios. En este documento se presentan estimaciones de los requerimientos de inversión para algunos de estos sectores. Se establece que la inversión anual necesaria para lograr los compromisos climáticos en la región se sitúa entre el 3,7% y el 4,9% del PIB regional hasta 2030, es decir, alcanza a un flujo anual de entre 215.000 y 284.000 millones de dólares.

Las inversiones que promueven la transición hacia economías más sostenibles, neutrales en carbono y resilientes al clima tienen el potencial de acelerar el cambio estructural con inclusión social. Por ejemplo, las inversiones en energías renovables o electromovilidad para el transporte público exhiben importantes efectos multiplicadores de producción y empleo y, si se enmarcan en una política de desarrollo productivo adecuado, permiten mejorar la inserción en las cadenas de valor, reducir los requerimientos de importaciones y maximizar la creación de empleo interno.