



Anatomía del desacople

- Marco conceptual para la descomposición de las emisiones

- Comparación internacional de las dinámicas de desacople

- Intensidad energética y el rol de la estructura económica

- Intensidad de emisiones y dieta energética en América Latina y el Caribe

2

Mensajes clave

1

Durante el siglo XX, el crecimiento económico de los países usualmente vino acompañado de un incremento en las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). El desarrollo sostenible exige un cambio en esta relación histórica a fin de crecer y, simultáneamente, reducir las emisiones. La experiencia reciente de los países desarrollados señala que esta senda es tecnológicamente posible.

2

La condición para obtener ese crecimiento económico con una reducción de las emisiones de GEI, lo que se llama desacople, es lograr una caída en las emisiones por unidad de producto lo suficientemente grande para contrarrestar con creces el efecto conjunto del crecimiento de la población y del producto por habitante. Durante este siglo, la mayoría de los países de la región han conseguido reducir las emisiones por unidad de producto, pero no lo suficiente.

3

Según los compromisos climáticos establecidos en el marco del Acuerdo de París, reflejados en las contribuciones determinadas a nivel nacional (CDN), el nivel de emisiones totales de los países de América Latina y el Caribe para 2030 debería ser alrededor de un 11 % menos que en 2020. Para cumplir ese objetivo, considerando el aumento poblacional esperado y un crecimiento del PIB per cápita del 4 % anual, las emisiones por unidad de producto deben bajar anualmente en un 5,5 %. Ese descenso es mayor que el ocurrido en los últimos 10 años en la región, donde las emisiones por unidad de producto han caído en promedio el 2,6 % anual.

4

Las emisiones por unidad de producto dependen de la intensidad energética y de emisiones. La evidencia sugiere que los países que han logrado una mitigación exitosa favorable al desacople, en general, han reducido simultáneamente ambas variables. En lo que va del siglo, la contribución de las caídas en la intensidad energética parece haber tenido un rol más importante; no obstante, la reducción en la intensidad de emisiones ha ganado un peso creciente. Este cambio muy posiblemente se explique, entre otras cosas, por el notable abaratamiento de las fuentes renovables no convencionales, que permitió incrementar la participación de estas en la generación de electricidad.

5

La intensidad de emisiones vinculadas al consumo de energía y a los procesos industriales ha disminuido desde principios del siglo XXI en alrededor del 0,24 % anual en promedio en América Latina y en el 0,12 % en el Caribe. En contraste, en los países de la OCDE ha bajado en un 0,72 % anual. La menor caída de la región con relación al mundo desarrollado parece vincularse con la menor penetración de las fuentes renovables no convencionales y el incremento de las fósiles en la generación eléctrica, aunque afortunadamente, con un sesgo hacia el gas, lo que permitió reducir el contenido de carbono de la generación térmica.

6

Durante el siglo XXI, los países de América Latina han reducido su intensidad energética en una tasa anual del 0,50 % y los del Caribe, del 1,76 %. No obstante, en 2019, la intensidad energética de los países de la región era un 48 % más alta que la de los países de la OCDE.

7

Los niveles de intensidad energética de los sectores y subsectores difieren notablemente entre sí; por ello, la estructura económica afecta la intensidad energética de la economía en su conjunto. En efecto, se ha encontrado que, en la última década del siglo, el cambio en la composición sectorial de las economías de América Latina y el Caribe contrarrestó parcialmente las reducciones que se obtuvieron en la intensidad energética de los diferentes sectores, en parte atribuibles a ganancias de eficiencia energética.

8

Una parte importante de las diferencias en la intensidad energética entre países responde a que tienen distinta estructura económica y no exclusivamente a diferencias en la eficiencia energética. El hecho de que la estructura económica tenga implicaciones para la intensidad energética agregada no resta importancia al rol de la eficiencia energética. Sin embargo, sí señala que los desafíos del desacople no pueden ser evaluados de espaldas a las transformaciones estructurales de las economías.

Anatomía del desacople¹

Introducción

En los últimos 80 años el producto por habitante a nivel mundial se ha casi quintuplicado. Lamentablemente, debido en parte a este crecimiento económico formidable, las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) se han multiplicado por siete. Durante ese período, América Latina y el Caribe (ALyC) también ha crecido, pero no lo suficiente para reducir la brecha de ingreso por habitante respecto a los países avanzados. Para cerrar esa brecha, la región debe crecer de manera continua y a tasas superiores a las del mundo desarrollado. No obstante, este necesario proceso lo debe experimentar en un escenario diferente: el de una transición energética que busque reducir las emisiones de GEI.

La viabilidad de lograr un crecimiento vigoroso con una reducción de las emisiones, un proceso denominado desacople (conocido también por el término inglés *decoupling*), depende de un cúmulo de factores ambientales, tecnológicos, regulatorios, económicos e incluso culturales. Una variable que recoge de manera sintética la incidencia de todos estos factores es la de emisiones por unidad de producto. Las

emisiones de un país en un momento dado se pueden expresar como la multiplicación de tres variables: las emisiones por unidad de producto, el producto interno bruto (PIB) per cápita y la población. En consecuencia, el desacople se da cuando las emisiones por unidad de producto disminuyen más que la suma del crecimiento poblacional y del producto por habitante. Esta caída de las emisiones por unidad de producto puede lograrse ya sea reduciendo la intensidad de emisiones (definida como las emisiones por unidad de energía consumida) o bajando la intensidad energética (definida como la energía consumida por unidad de producto).



Para que el desacople tenga lugar, las emisiones por unidad de producto deben disminuir hasta un nivel que supere la suma del crecimiento poblacional y del producto por habitante

¹ Este capítulo fue elaborado por Lian Allub y Fernando Álvarez con la asistencia de investigación de María Pía Brugiafreddo y Martín Finkelstein.

En este capítulo se adopta una perspectiva contable de la relación entre el crecimiento de las emisiones y el crecimiento económico. Este tipo de análisis, si bien no apunta a discutir las políticas e instituciones que favorecen el desacople, tema explorado a lo largo del reporte, pone en perspectiva el tamaño del desafío, así como el rol que desempeñan factores como la eficiencia energética, la estructura económica y la descarbonización del consumo energético para lograr esa desconexión. El capítulo se enfoca en las emisiones originadas en el consumo de energía fósil y en los procesos industriales, las cuales están vinculadas a la temática principal del reporte: la transición energética.

Para comenzar, se repasan los datos conjuntos de crecimiento de las emisiones y del producto por habitante. El análisis contrasta la experiencia de la región con la de los países desarrollados y compara la situación vivida a finales del siglo pasado con lo ocurrido en las dos primeras décadas del presente siglo.

Seguidamente, se explora la exigencia de mitigación implícita en los compromisos de reducción de las emisiones asumidos por los países de la región para 2030 según sus contribuciones determinadas a nivel nacional (CDN), tomando en consideración su crecimiento demográfico esperado y diferentes escenarios de aumento del PIB per cápita. A continuación, el capítulo examina la experiencia de aquellos países que han logrado un desacople favorable en lo que va de siglo con la intención de evaluar la contribución relativa de las reducciones en la intensidad energética y de la intensidad de emisiones en el logro de la mitigación. Finalmente, el capítulo se centra en los dos determinantes de las emisiones por producto. En primer lugar, estudia la composición del consumo de energía, determinante de la intensidad de emisiones, para cerrar con un análisis de la intensidad energética, poniendo especial énfasis en el rol que tiene la estructura económica.

El reto del desacople

La región de América Latina y el Caribe tiene por delante un triple desafío: reducir la brecha del producto por habitante respecto al mundo desarrollado, disminuir la desigualdad y la pobreza, y proteger el medio ambiente, todo esto en un contexto global de transición energética². Sin desmeritar la importancia del desafío de la inclusión y su vinculación con la transición energética, este apartado está focalizado en la relación entre el crecimiento del producto y las emisiones.

Un concepto clave en esta relación es el desacople, que ocurre cuando, en un contexto de crecimiento del PIB per cápita, las emisiones del país no crecen (desacople absoluto) o crecen en menor proporción

que su producto por habitante (desacople relativo) (Hubacek et al., 2021). En este capítulo, se aborda el desafío del desacople siguiendo el marco conceptual descrito en el recuadro 2.1.

Como se explica en ese recuadro y se menciona en la introducción, para lograr el desacople, la caída de las emisiones por unidad de producto debe exceder la suma del crecimiento demográfico y del PIB por habitante. Esto lleva a preguntarse ¿cómo se han comportado estos términos en el último siglo?

² El desafío ambiental trasciende lo referente a la mitigación del cambio climático, e incluye, entre otros temas, la adaptación frente a los riesgos que este fenómeno conlleva y la protección de los ecosistemas y de la biodiversidad. Este capítulo se centra en el tema de las emisiones de GEI, muy vinculado al problema del calentamiento global, con un foco particular en aquellas provenientes del consumo de energía fósil y los procesos industriales. Es decir, se excluyen las emisiones vinculadas al sector agrícola, silvicultor y a otros usos de la tierra (ASOUT), ya que están mucho menos relacionadas con el tema de la transición energética. Como se comenta en el primer capítulo, una característica de algunos países de la región, como Brasil, Paraguay o Uruguay, es la importancia de las emisiones provenientes del sector ASOUT. Un análisis para América Latina y el Caribe de los temas ambientales que van más allá de la transición energética puede encontrarse en Brassiolo et al. (2023).

Recuadro 2.1

Anatomía del desacople: un marco contable

Las emisiones de un país se pueden expresar como el producto de tres términos: las emisiones por unidad de producto, el PIB per cápita y la población^a. Para que ocurra el desacople, las emisiones por unidad de producto deben caer por encima de la suma del crecimiento de la población y del producto por habitante.

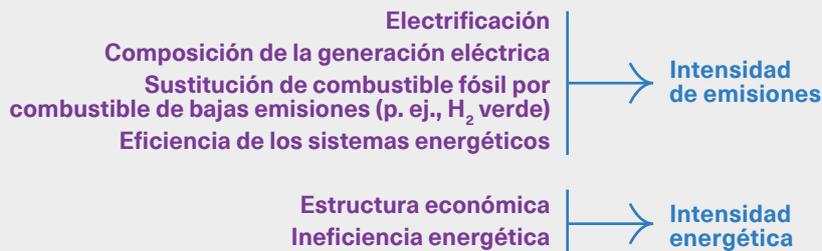
$$\text{Emisiones} = \text{Emisiones por unidad de producto} \times \text{PIB per cápita} \times \text{Población}$$

Las emisiones por unidad de producto, a su vez, se pueden presentar como la multiplicación de dos factores muy conocidos y vinculados con la política energética. El primero de ellos es la intensidad de emisiones, dado por las emisiones por unidad de energía, y el segundo, la intensidad energética, definida como el cociente entre las unidades de energía empleadas y el producto obtenido. Por lo tanto, la reducción de las emisiones por unidad de producto se puede lograr bien reduciendo la intensidad de emisiones, bien disminuyendo la intensidad energética.

$$\text{Emisiones por unidad de producto} = \text{Intensidad de emisiones} \times \text{Intensidad energética}$$

La intensidad de emisiones depende de cuál sea la fuente de energía que se consume. Cuanto menos componente fósil tenga la “dieta energética”, más tenderá a caer la intensidad de emisiones. Esto se logra, electrificando procesos dependientes del combustible fósil (por ejemplo, el transporte) e incrementando simultáneamente la importancia de las energías renovables en la generación de electricidad. También, se consigue sustituyendo el consumo de combustible fósil por combustible de bajas o nulas emisiones, como el hidrógeno verde, o mejorando la eficiencia de los sistemas energéticos.

Por su parte, la intensidad energética de un país puede ser alta porque sus diferentes industrias tienen una alta intensidad energética (en relación con las mismas industrias en otros países) o porque su economía se concentra en industrias que son, en cualquier país, de alta intensidad energética (por ejemplo, el transporte). El primer componente se podría asociar al concepto de ineficiencia energética y el segundo, al rol de la estructura económica.



El tipo de análisis contable desarrollado en este capítulo, si bien no apunta a discutir las políticas e instituciones que favorecen un crecimiento económico con reducción de emisiones, sí pone en perspectiva la magnitud del desafío del desacople, así como el rol que desempeñan factores como la eficiencia energética, la estructura económica y la descarbonización del consumo energético para lograrlo.

a. Esta identidad se aplica independientemente de que se hable de emisiones totales o vinculadas al consumo de energía y a los procesos industriales siempre y cuando las emisiones por unidad de producto se midan en los mismos términos. No obstante, la elección del componente de emisiones limita la pregunta que se responde. Por ejemplo, si se eligen emisiones vinculadas a los combustibles fósiles y los procesos industriales (CFPI), se estaría respondiendo a la pregunta de si es posible crecer económicamente y, a la vez, reducir las emisiones de origen energético y vinculadas a dichos procesos.

Desde 1940, el producto por habitante se ha multiplicado por un factor cercano a cinco y la población por un poco más de cuatro, como muestra el gráfico 2.1. Si bien las emisiones globales por unidad de producto han caído hasta situarse en menos de la mitad, ese descenso no ha bastado para compensar con creces el efecto del crecimiento de las otras dos variables en las emisiones, las cuales se han multiplicado por algo más de siete.

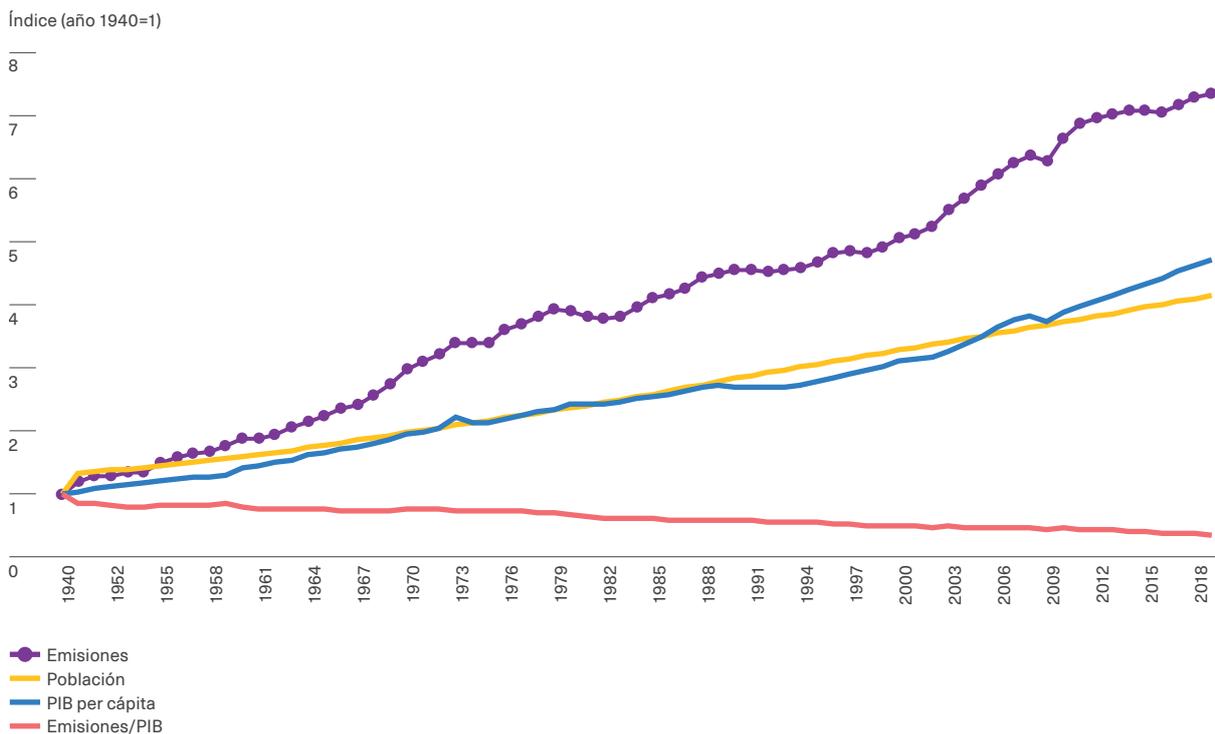
Es útil revisar la discusión anterior con información detallada a nivel de países y un foco en las emisiones de origen energético y de los procesos industriales. A tal fin, se comparan las dos últimas décadas del siglo XX con lo ocurrido en las dos primeras décadas del nuevo siglo. Como se observa en el gráfico 2.2, durante la etapa final del siglo pasado, el crecimiento económico usualmente

vino acompañado de una mayor emisión de GEI asociada al consumo de energía fósil y a los procesos industriales. Esto fue cierto tanto para la mayoría de los países de la región como para una parte importante de los países más desarrollados, con algunas excepciones, como Alemania, Bélgica y Francia, entre otros.

● ●
Si bien las emisiones mundiales por unidad de producto son ahora menos de la mitad que hace ocho décadas, su caída no ha bastado para compensar con creces el efecto conjunto del crecimiento demográfico y del PIB per cápita en las emisiones

Gráfico 2.1

Evolución de las emisiones mundiales de CO₂ y componentes que las determinan



Nota: El gráfico muestra la evolución desde 1940 a 2019 de las emisiones totales de dióxido de carbono y sus componentes. Los valores se muestran como números índices, con el año 1940 como base (igual a 1). El producto bruto interno está medido en dólares (USD) constantes de 2011. Los datos para el producto y población se tomaron del Banco Mundial (disponibles a partir de los años 1990 y 1960, respectivamente). Para años anteriores, se estimaron ambas series a partir de la tasa de crecimiento anual implícita en los datos del Proyecto de Base de Datos de Maddison (versión 2020).

Fuente: Elaboración propia con base en Banco Mundial (2023e, 2023f), Bolt y van Zanden (2020) y Friedlingstein et al. (2022).

Por ejemplo, los países de América Latina tuvieron, en promedio, un crecimiento del producto por habitante equivalente al 0,3 % anual durante las dos últimas décadas del siglo XX y un crecimiento promedio de las emisiones asociadas al uso de combustibles fósiles y a los procesos industriales (CFPI) de alrededor del 2,2 % anual. Las tasas de crecimiento promedio del PIB per cápita y de las emisiones para los países del Caribe fueron similares: 1,0 % y 2,8 % respectivamente. Por último, los países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) experimentaron, en promedio, una suerte de desacople relativo, con un incremento del PIB per cápita mayor que el aumento de las emisiones, pero sin lograr crecer y a la vez reducir las emisiones (ver el gráfico 2.2).

¿Cómo ha sido el comportamiento de estas variables en el nuevo siglo? ¿Es posible un crecimiento económico en el contexto de esta nueva transición energética?



América Latina y el Caribe muestran una tendencia de crecimiento del producto con aumento de las emisiones. En contraste, los países de la OCDE tuvieron una mayor tendencia a lograr un desacople absoluto

Nuevamente, en este siglo, América Latina y el Caribe muestran una tendencia de crecimiento del producto con aumento de las emisiones, exceptuando la experiencia de Barbados, Cuba y Jamaica, los cuales lograron ligeras reducciones en las emisiones. En contraste, la experiencia del mundo desarrollado es diferente: los países de la OCDE tuvieron una mayor tendencia a crecer en su producto por habitante, reduciendo sus emisiones y logrando un desacople absoluto. En este grupo de países, la tasa de crecimiento promedio del PIB per cápita fue del 1,1 %, mientras que la tasa de reducción de las emisiones fue del 0,5 %.

Este resultado pone una luz de optimismo y sugiere que la tecnología para alcanzar el desacople absoluto entre el crecimiento económico y las emisiones asociadas a los procesos industriales parece estar disponible en el mundo. Ahora bien, ¿cuentan los países de América Latina y el Caribe con las instituciones necesarias para lograr este desacople?

El concepto de desacople no recoge toda la información asociada al éxito de crecer controlando las emisiones. Por ejemplo, tanto Barbados como Dinamarca tuvieron un desacople absoluto en las primeras dos décadas del siglo XXI; no obstante, el crecimiento del primer país fue de apenas el 0,14 % anual, por debajo del 0,79 % del segundo, mientras que la reducción de las emisiones del país caribeño fue del 0,57 % anual, por debajo de la reducción de emisiones alcanzada por el europeo, del 2,90 % anual. La diferencia entre el crecimiento del producto per cápita y de las emisiones podría ser una variable que ofrece más información y recoge la naturaleza no binaria del esfuerzo de mitigación. En adelante, se denominará a esta variable éxito en mitigación.

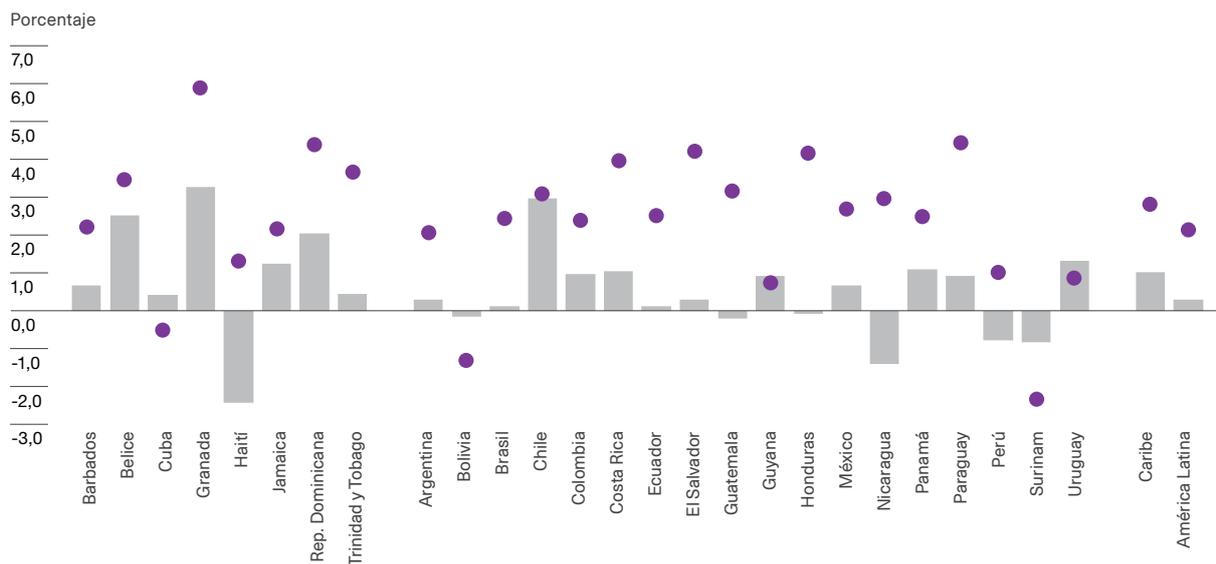
El éxito de mitigación se asocia directamente con la caída de las emisiones por unidad de producto³. En la fuerte reducción de esta variable está la clave para crecer vigorosamente en producto por habitante y, a la vez, reducir las emisiones. La evolución de las emisiones por unidad de PIB en la región ha sido favorable, pero insuficiente para lograr el desacople absoluto. Durante las dos primeras décadas de este siglo, América Latina redujo este término a una tasa anual del 0,74 % y Caribe, el 1,87 %. En contraste, los países de la OCDE lo redujeron a una tasa anual del 2,33 % (ver el cuadro 2.1).

3 En efecto, si se representan las tasas de crecimiento como diferencias logarítmicas, el éxito de mitigación menos el crecimiento poblacional es exactamente igual a la caída en las emisiones por unidad de PIB.

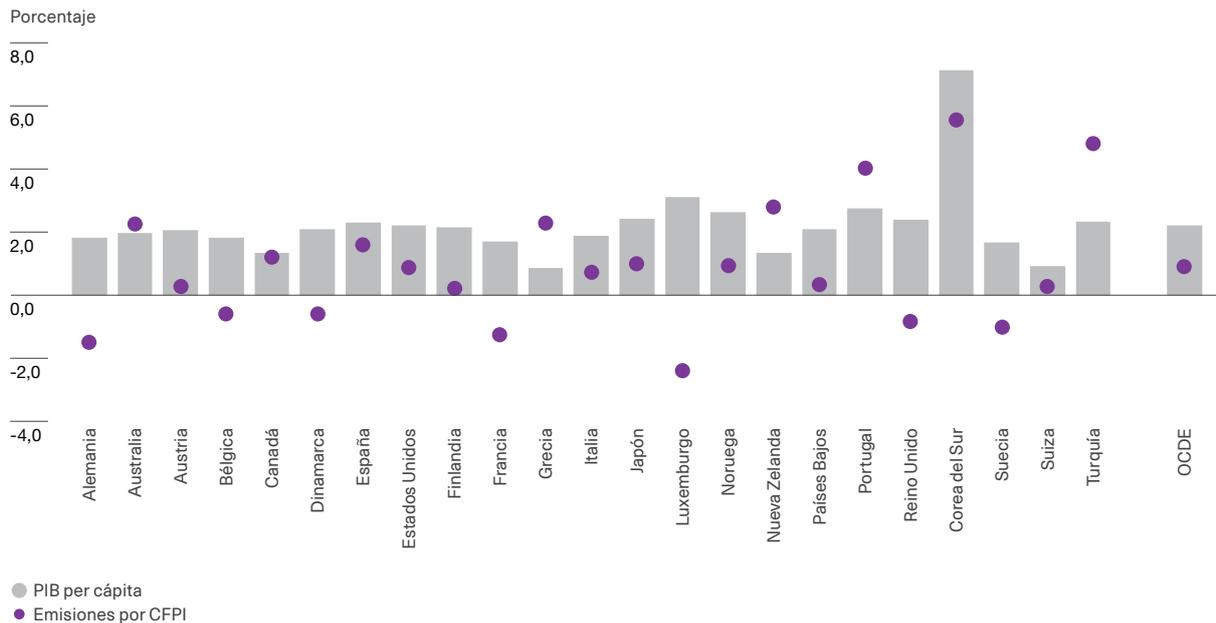
Gráfico 2.2

Crecimiento del PIB por habitante frente a crecimiento de las emisiones

Panel A.
Países de América Latina y el Caribe, 1980-1999



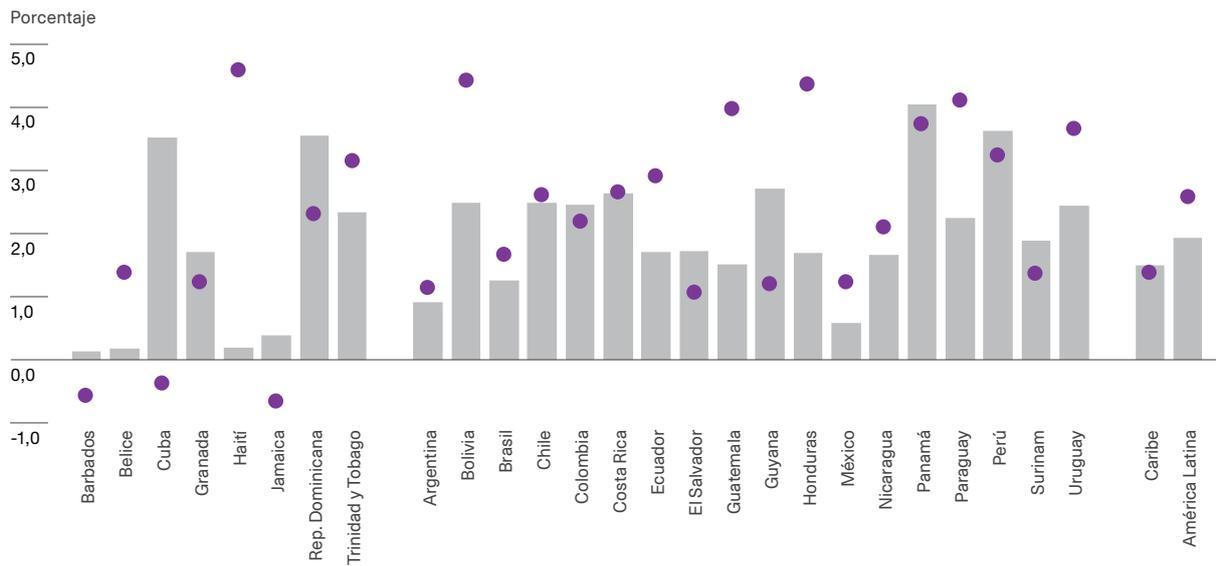
Panel B.
Países de la OCDE, 1980-1999



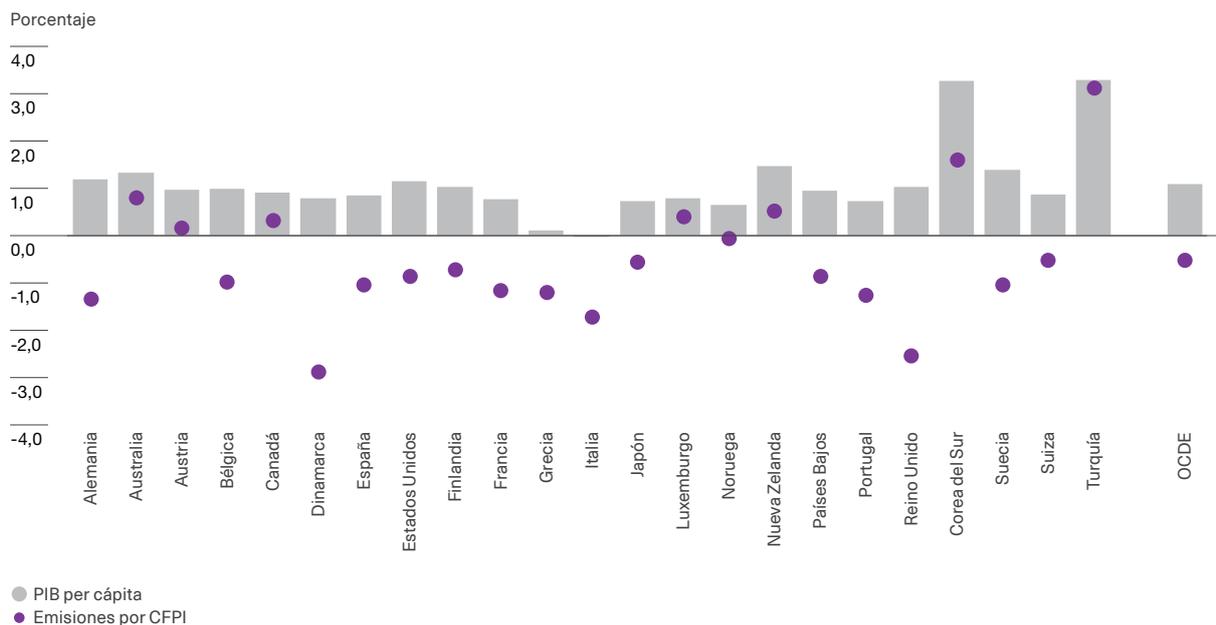
● PIB per cápita
● Emisiones por CFPI

Continúa en la página siguiente →

Panel C.
Países de América Latina y el Caribe, 2000-2019



Panel D.
Países de la OCDE, 2000-2019



● PIB per cápita
● Emisiones por CFPI

Nota: Los gráficos comparan la tasa de crecimiento del PIB per cápita con las tasas de crecimiento de las emisiones asociadas con el uso de CFPI. Las tasas de crecimiento representan variaciones logarítmicas anualizadas. Las emisiones de CFPI se construyen como la suma de las emisiones provenientes de los siguientes sectores: residencial, sistemas energéticos, industrias y transporte. El promedio de la región se refiere al promedio simple de los países correspondientes. Si, en vez de calcular el promedio simple por región, se agregaran las emisiones y el producto a nivel regional, las tasas de crecimiento regionales cambiarían, pero el mensaje sería el mismo: la OCDE ha podido hacer el desacople en las dos primeras décadas del siglo XXI, mientras que América Latina y el Caribe no lo ha alcanzado.

Fuente: Elaboración propia con base en Minx et al. (2021) y Banco Mundial (2023c, 2023d).



Cuadro 2.1
Emisiones por unidad de producto

País o región	Emisiones CFPI/PIB (millones de tCO ₂ eq)		Variación promedio anual (porcentaje)
	2000	2019	
Antigua y Barbuda	0,44	0,37	-1,01
Argentina	0,49	0,42	-0,80
Bahamas	0,33	0,21	-2,32
Barbados	0,38	0,31	-1,02
Belize	0,43	0,33	-1,34
Bolivia	0,88	0,92	0,28
Brasil	0,43	0,38	-0,58
Chile	0,55	0,45	-1,02
Colombia	0,59	0,44	-1,57
Costa Rica	0,23	0,18	-1,28
Cuba	0,80	0,37	-4,00
Dominica	0,34	0,38	0,60
Ecuador	0,60	0,55	-0,48
El Salvador	0,45	0,38	-0,93
Granada	0,29	0,23	-1,17
Guatemala	0,43	0,48	0,57
Guyana	0,62	0,44	-1,78
Haití	0,37	0,64	2,87
Honduras	0,66	0,73	0,55
Jamaica	0,86	0,66	-1,44
México	0,61	0,54	-0,64
Nicaragua	0,78	0,65	-0,96
Panamá	0,31	0,21	-2,11
Paraguay	0,28	0,32	0,58
Perú	0,47	0,35	-1,50
República Dominicana	0,63	0,39	-2,51
San Cristóbal y Nieves	0,29	0,19	-2,22
Santa Lucía	0,27	0,24	-0,70
San Vicente y las Granadinas	0,28	0,21	-1,47
Surinam	0,63	0,46	-1,72
Trinidad y Tobago	2,12	2,17	0,12
Uruguay	0,18	0,22	0,99
América Latina	0,50	0,44	-0,74
El Caribe	0,84	0,59	-1,87
OCDE	0,41	0,26	-2,33

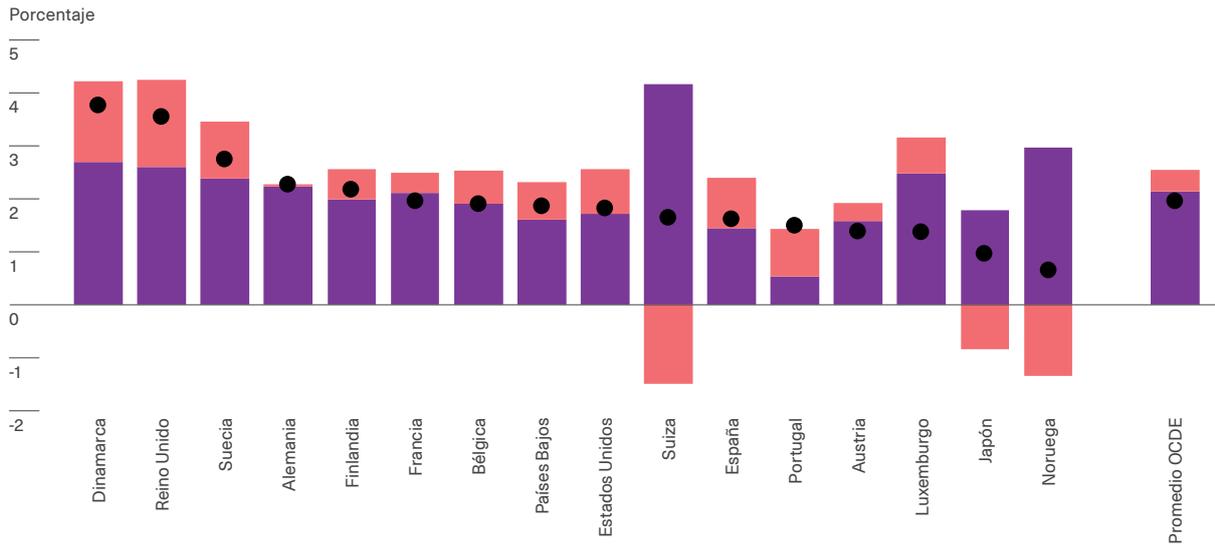
Nota: El cuadro muestra las emisiones de GEI asociadas a CFPI generadas por cada USD 1.000 de PIB de cada país y región en 2000 y 2019 y su variación promedio anual (logarítmica) en el período. Las emisiones están medidas en millones de toneladas de dióxido de carbono equivalente (MtCO₂eq). El PBI está medido en miles de dólares constantes del año 2010. La variación logarítmica se calcula como la diferencia del logaritmo de emisiones en 2019 y en 2000, dividida por el número de años del período (19). Se incluyen los países de la Comunidad de Estados Latinoamericanos y Caribeños (CELAC), con excepción de Venezuela por no disponer de datos sobre PIB posteriores a 2014. Si se considera para este país el PIB (en dólares corrientes de 2014) deflactado por el índice de precios implícitos de Estados Unidos, el indicador de emisiones por producto arroja una caída promedio anual del 2,7 % en el período 2000-2014. Los valores de cada región se obtuvieron a partir de la agregación de emisiones y producto de una muestra de países. La selección de países para América Latina y el Caribe se realizó a fin de garantizar la comparabilidad con los cuadros 2.3 y 2.4. Se puede consultar la lista de países considerados en cada región en el apéndice del capítulo disponible en línea.

Fuente: Elaboración propia con base en Banco Mundial (2023c) y Minx et al. (2021).

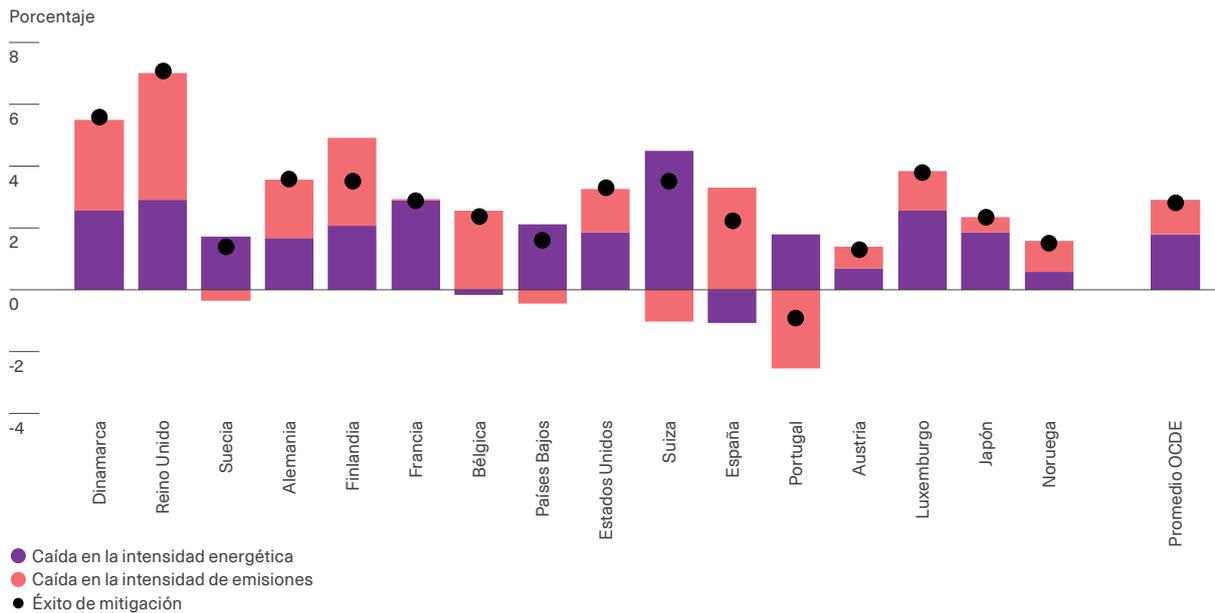
Gráfico 2.3

Éxito de mitigación, reducción de la intensidad de emisiones y de la intensidad energética

Panel A.
Desacople en países de la OCDE por reducción de las emisiones por CFPI en el periodo 2000-2018



Panel B.
Desacople en países de la OCDE por reducción de emisiones por CFPI en el periodo 2013-2018



Nota: El gráfico presenta la tasa de crecimiento de la intensidad energética (energía/PIB), la tasa de crecimiento de la intensidad de emisiones (emisiones/energía) y el éxito de mitigación, definido como la diferencia entre la tasa de crecimiento del PIB per cápita y de las emisiones. Las emisiones se refieren al componente de CFPI, incluyendo los siguientes sectores: residencial, sistemas energéticos, industria y transporte. Las tasas de crecimiento se refieren a variaciones logarítmicas anualizadas. El gráfico contempla únicamente a los países de la OCDE que experimentaron desacople absoluto en el periodo 2000 a 2018, es decir, que redujeron las emisiones por CFPI a la vez que crecieron en términos de producto per cápita.

Fuente: Elaboración propia con base en Minx et al. (2021) y datos procesados por Our World in Data (2023a), tomados de Global Carbon Budget (2023) y Maddison Project Database 2020 (Bolt and van Zanden, 2020).

Como se mencionó anteriormente, la disminución de las emisiones por unidad de PIB se puede lograr reduciendo la intensidad de emisiones o la intensidad energética (ver el recuadro 2.1). Sin embargo, la evidencia parece sugerir que los países que han logrado el desacople (absoluto) en este siglo lo han hecho reduciendo simultáneamente ambos componentes. La contribución de la caída en la intensidad energética parece haber tenido un rol más importante durante los últimos 20 años. No obstante, el término asociado a la intensidad de emisiones ha tenido una importancia creciente conforme el siglo avanza, muy posiblemente explicado por el abaratamiento de las fuentes de energía renovables no convencionales.

Estas afirmaciones se verifican en el gráfico 2.3, donde se observa el éxito de mitigación (punto negro) y la tasa de variación de la intensidad energética (barra morada) y de la intensidad de emisiones (barra rosada) para los países que lograron el desacople. El gráfico presenta los datos para el período 2000-2018 y para el subperíodo 2013-2018.

Esfuerzo de mitigación hacia 2030

Como se discutió en el capítulo anterior, América Latina y el Caribe se ha comprometido a reducir para 2030 sus emisiones totales alrededor de un 10 % en promedio con relación a sus valores de 2020. En primera instancia, este porcentaje podría parecer modesto al compararlo con las disminuciones asumidas por el mundo desarrollado. Sin embargo, tiene implícito un esfuerzo comparable en términos de descenso de las emisiones por unidad de producto teniendo en cuenta que, para alcanzar los niveles de calidad de vida de los países desarrollados, los países de la región deberán lograr un crecimiento del producto por habitante superior.

Los países en desarrollo, como los de América Latina y el Caribe, no solo suelen tener una mayor tasa de crecimiento poblacional, sino que también deben aspirar a tasas de crecimiento del PIB per cápita más altas que las de los países desarrollados si quieren cerrar la brecha existente con estos últimos. Ambos



La evidencia parece sugerir que los países que han logrado el desacople (absoluto) en este siglo, lo han hecho reduciendo simultáneamente la intensidad de emisiones y la intensidad energética

Como se observa en el panel A del gráfico, de los 16 países de la OCDE que hicieron un desacople absoluto entre 2000 y 2018, 13 redujeron simultáneamente la intensidad energética y de emisiones. Por otra parte, para el período 2000-2018, la caída de la intensidad energética es en promedio 5 veces mayor que la del factor de emisiones. Para el período 2013-2018, el descenso promedio en ambas variables fue de 1,8 en la intensidad energética y de 1,1 en la intensidad de emisiones.

factores tienden a incrementar el nivel de emisiones del país y hacen más retador alcanzar cualquier objetivo de emisiones. Si se incorporan estos elementos de alguna manera (ver el recuadro 2.2), los niveles de esfuerzo de los países desarrollados y los de la región lucen más similares.

El cuadro 2.2, por ejemplo, muestra la tasa de variación anual promedio entre 2020 y 2030 de las emisiones por unidad de producto para cumplir con la meta de emisiones de las CDN bajo diferentes escenarios. El cuadro presenta los valores promedios para diferentes regiones⁴. El escenario 1 impone la tasa de crecimiento poblacional proyectada por cada región y una tasa de crecimiento del producto per cápita igual a cero. En los dos últimos escenarios, se impone la misma tasa de crecimiento demográfico proyectada, pero se contempla un crecimiento del PIB per cápita del 2 % en el escenario 2 y del 4 % en el escenario 3.

4 En el cuadro A.2.1 del apéndice, disponible en línea, se presentan los valores para los países de América Latina y el Caribe.

Recuadro 2.2

Una medida del esfuerzo de mitigación corregida por expectativas de crecimiento poblacional y económico

En cualquier momento del tiempo, las emisiones de un país (E_t) se pueden escribir como el producto de tres variables:

$$E_t = \frac{E_t}{\text{PIB}_t} * \frac{\text{PIB}_t}{\text{Pob}_t} * \text{Pob}_t \quad (1)$$

Donde, PIB es el producto y Pob_t es la población.

Si se comparan los componentes de la ecuación (1) en dos momentos del tiempo y se denota G_z a la tasa de cambio (anualizada) de z entre dos periodos de tiempo, se puede escribir:

$$(1+G_e) = (1+G_{e/\text{PIB}}) * (1+G_{e/\text{PIB}/\text{Pob}}) * (1+G_{\text{Pob}}) \quad (2)$$

Estas ecuaciones dejan claro que conforme la población de un país y su producto crecen, también tenderán a aumentar las emisiones (dado $G_{e/\text{PIB}}$).

Es de esperar que regiones en desarrollo tengan una mayor tasa de crecimiento demográfico y del PIB per cápita que el mundo desarrollado. Por lo tanto, un determinado nivel de reducción de las emisiones puede ser más desafiante en términos de los esfuerzos de mitigación para un país en desarrollo que para uno desarrollado.

Una medida alternativa del esfuerzo de mitigación es $G_{e/\text{PIB}}$, un término que depende de la intensidad energética y de la intensidad de emisiones, dos objetivos clave de la estrategia de mitigación en la transición energética.

En consecuencia, una medida corregida del esfuerzo energético es:

$$G_{e/\text{PIB}} = \frac{(1+G_e)}{(1+G_{\text{Pob}})(1+G_{\text{PIB}/\text{Pob}})} - 1$$

Estas medidas se presentan en el cuadro 2.2 para diferentes escenarios de crecimiento económico.

Como se puede ver, dado el crecimiento poblacional esperado, si el PIB per cápita de América Latina y el Caribe crece un 4 % anual, la región debe reducir sus emisiones por PIB alrededor del 5,5 % anual, un valor similar al recorte que tiene que hacer la Unión Europea en esta variable (5,24 %) si esta región crece un 2 %.

Esta caída del 5,5 % en las emisiones por unidad de producto, coherente con las metas de emisiones y un crecimiento del 4 % del PIB per cápita, es superior a la reducción registrada por este indicador en los últimos 10 años en la región (aproximadamente

un 2,56 % anual). Esto señala la importancia de no retrasar los esfuerzos de mitigación para reducir las emisiones por producto



Dado el crecimiento poblacional esperado, si el PIB per cápita de América Latina y el Caribe crece un 4 % anual, la región debe reducir sus emisiones por PIB alrededor del 5,5 % anual

Cuadro 2.2

Esfuerzo en mitigación para 2030 por región

Región	Cantidad de países	Variación promedio anual de emisiones GEI por PIB en 2010-2020 (porcentaje)	Variación promedio anual de emisiones GEI por PIB en 2020-2030 (porcentaje)			Emisiones GEI 2030 - Meta CDN (MtCO ₂ eq)
			Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3	
África	37	-1,04	-0,02	-1,98	-3,87	3.805
América del Norte	2	-3,19	-5,17	-7,03	-8,82	3.766
América Latina y el Caribe	21	-2,56	-1,72	-3,65	-5,50	2.952
Asia (sin China e India)	19	-0,11	0,37	-1,60	-3,49	6.081
China	1	-4,32	0,37	-1,59	-3,49	12.804
India	1	-2,91	1,30	-0,69	-2,60	3.910
Oceanía	6	-2,04	-6,62	-8,45	-10,21	390
Unión Europea	27	-2,97	-3,35	-5,24	-7,06	2.085
Resto de Europa	19	-0,76	4,15	2,11	0,15	3.927
Total	133	-1,78	-0,70	-2,65	-4,52	39.720

Nota: El cuadro muestra, para cada región o país, la tasa de variación promedio anual de las emisiones de GEI por unidad de producto entre 2010 y 2020 y la compara con la tasa de variación promedio anual necesaria entre 2020 y 2030 para cumplir con la meta de mitigación declarada por cada país en su CDN bajo tres escenarios diferentes. En todos ellos, se toma la tasa de crecimiento poblacional que surge de las proyecciones de Naciones Unidas; sin embargo, el escenario 1 considera un crecimiento del PIB per cápita del 0 % anual; en el escenario 2, el PIB per cápita aumenta el 2 % anual y en el escenario 3, el 4 % anual. Las emisiones netas de GEI (expresadas en millones de toneladas de dióxido de carbono equivalente [MtCO₂eq]) para 2030 fueron estimadas aplicando la meta de mitigación incondicional de los países al nivel de emisiones base declarado en su CDN (en el año de referencia o en un escenario sin cambios). Para los países que no especifican los sectores incluidos en la meta, se asume que esta contempla todos los sectores (incluido el UTCUTS), mientras que, si los países aclaran que la meta no abarca el UTCUTS, se usan las emisiones sin ese sector. En el apéndice del capítulo disponible en línea se detallan los países incluidos en cada región y se replica el cuadro para los países de América Latina y el Caribe.

Fuente: Elaboración propia con base en Banco Mundial (2023c, 2023f); Climate Watch (2023b), Naciones Unidas (2022), Secretaría de la CMNUCC (2023) y Brassiolo et al. (2023).

Intensidad de emisiones y “dieta” energética en América Latina y el Caribe

En este apartado se presenta un diagnóstico sobre la composición del consumo de energía y de la generación eléctrica. El factor de emisiones (energéticas) por unidad de energía, o intensidad de emisiones, tiende a caer a medida que esta “dieta energética” tiene menos componente fósil. Un punto de partida es precisamente observar la evolución de la intensidad de emisiones.

Si se toman las emisiones asociadas a CFPI, presentadas en el cuadro 2.3, la intensidad de emisiones se ha reducido en las últimas dos décadas a una tasa anual promedio del 0,24 % en América Latina y del 0,12 % en el Caribe⁵. Por su parte, los países de la OCDE la redujeron en 0,72 %⁶.

⁵ En los cuadros A.2.2 y A.2.3 del apéndice, disponible en línea, se muestra la información sobre consumo energético por fuente en cada país de la región. Chile y Uruguay resaltan por su gran penetración de fuentes renovables no convencionales, pero no muestran una caída en la intensidad de emisiones, sino un muy ligero incremento. Algo similar pasa con Paraguay, cuya matriz eléctrica se basa completamente en la hidroelectricidad y también presenta un aumento en la intensidad de emisiones. El crecimiento de las emisiones paraguayas con relación a su PIB podría explicarse por el aumento del petróleo y sus derivados en su portafolio de consumo, que pasó de alrededor del 30 % en 2000 a más del 42 % en 2019. En el caso de Chile, a pesar de la importante penetración de la energía solar y eólica, la generación de plantas fósiles no bajó y, en particular, la generación a partir de carbón creció. En contraste, la fuente hidroeléctrica disminuyó fuertemente. En cuanto a Uruguay, el incremento del indicador parece estar asociado al crecimiento de las emisiones por el tratamiento de residuos. Si se descuentan estas de las emisiones por CFPI, el indicador muestra una variación anual del -2,12 % (y no un incremento del 0,21 %).

⁶ Al considerar las emisiones totales, la caída anual de la intensidad de emisiones es de alrededor del 1,87 % en América Latina y del 1,20 % en el Caribe. Los descensos en las emisiones totales son considerablemente mayores, producto de la reducción en las emisiones del sector ASOUT, combinada con la importancia que tienen estas emisiones en la región, ya enfatizadas en el capítulo 1.

Cuadro 2.3

Intensidad de emisiones

País o región	Emisiones por CFPI/Energía		Variación promedio anual (porcentaje)
	2000	2019	
Argentina	5,03	4,47	-0,62
Barbados	3,66	3,39	-0,41
Belice	9,70	2,18	-7,86
Bolivia	5,52	5,15	-0,37
Brasil	3,55	3,21	-0,52
Chile	3,64	4,18	0,73
Colombia	4,14	4,45	0,38
Costa Rica	3,12	2,92	-0,35
Cuba	6,07	5,88	-0,17
Ecuador	5,53	4,26	-1,37
El Salvador	4,07	3,29	-1,12
Granada	3,63	2,82	-1,32
Guatemala	2,58	2,72	0,28
Guyana	2,44	3,11	1,27
Haití	1,82	2,89	2,44
Honduras	2,81	4,33	2,28
Jamaica	5,36	3,38	-2,43
México	5,66	5,92	0,23
Nicaragua	3,00	3,31	0,51
Panamá	3,88	3,57	-0,43
Paraguay	1,60	2,01	1,22
Perú	3,47	3,60	0,19
República Dominicana	5,12	5,36	0,23
Surinam	3,28	4,08	1,16
Trinidad y Tobago	7,53	7,09	-0,31
Uruguay	2,68	2,79	0,21
América Latina	4,29	4,10	-0,24
El Caribe	5,49	5,37	-0,12
OCDE	3,99	3,40	-0,72

Nota: El cuadro muestra las emisiones de GEI asociadas a CFPI generadas por unidad de energía consumida de cada país y región en 2000 y 2019 y la variación promedio anual (logarítmica) en ese período. Las emisiones están medidas en millones de toneladas de dióxido de carbono equivalente (MtCO₂eq). El consumo de energía está medido en millones de toneladas de petróleo equivalente (Mtep). La variación logarítmica se calcula como la diferencia del logaritmo de emisiones en 2019 y en 2000, dividida por el número de años del periodo (19). Se incluyen los países de la CELAC para los cuales la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE) dispone de información sobre consumo energético. Los valores de cada región se obtuvieron a partir de la agregación de emisiones y consumo de energía de los países que la integran. Se puede consultar la lista de países considerados en cada región en el apéndice del capítulo disponible en línea.

Fuente: Elaboración propia con base en AIE (2022d); Minx et al. (2021) y OLADE (2023b).

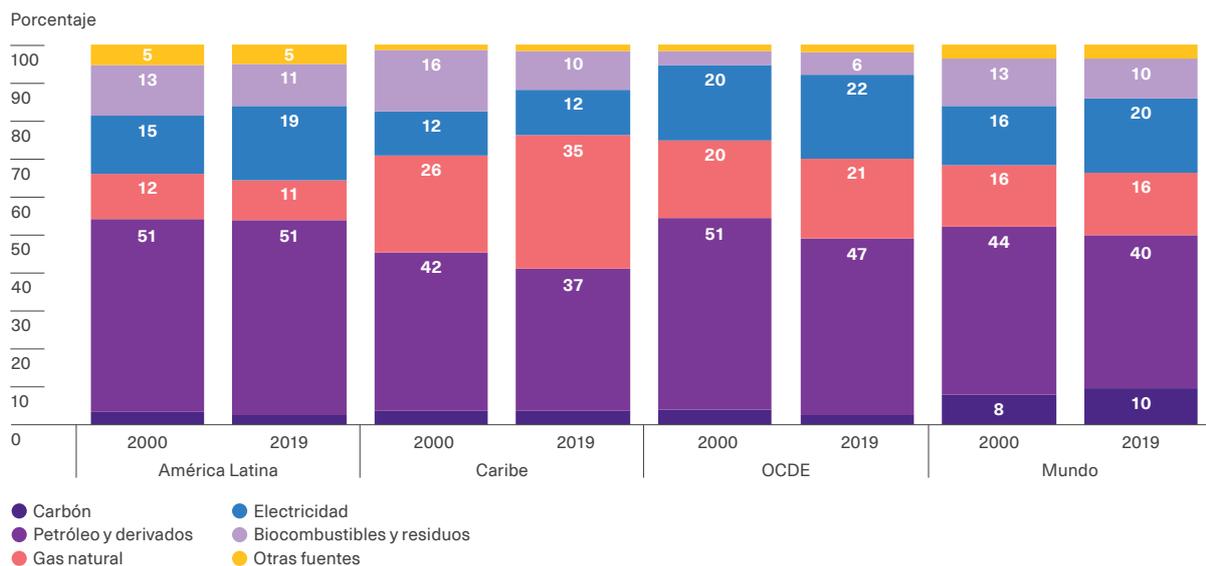
¿A qué se debe la menor caída de la intensidad de emisiones en América Latina con relación al mundo desarrollado? El gráfico 2.4 muestra información al respecto. En el panel A, el gráfico presenta la

evolución de la composición del consumo de energía y, en el panel B, la evolución de la matriz eléctrica, la cual refleja la importancia porcentual de las diferentes fuentes de energía para generar electricidad.

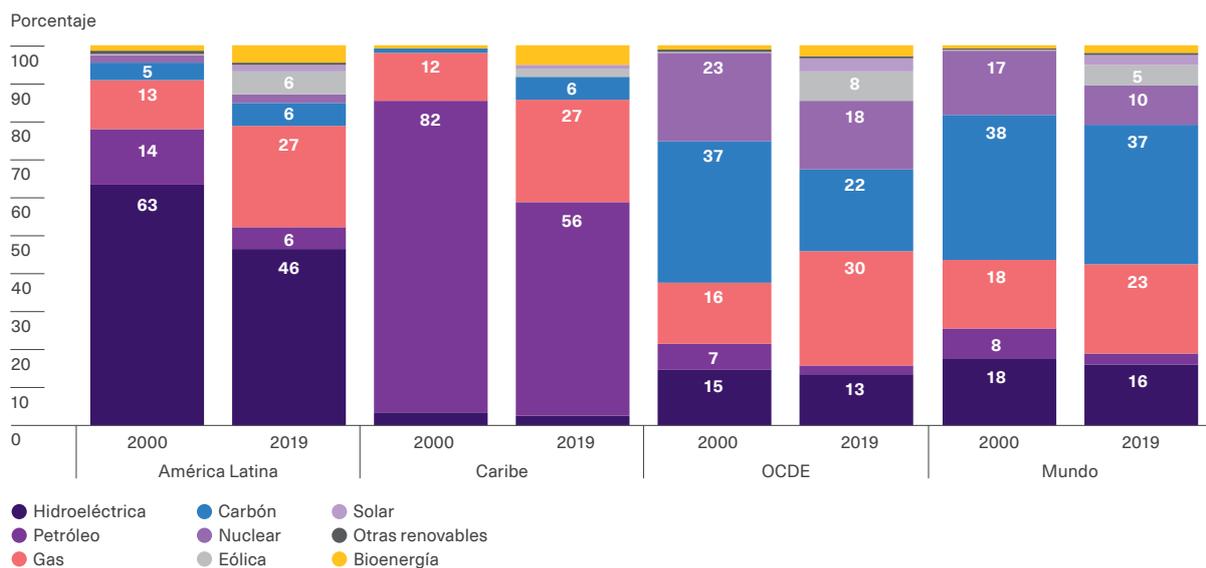
Gráfico 2.4

Composición energética del consumo y de la generación de electricidad

Panel A.
Consumo final de energía



Panel B.
Generación eléctrica



Nota: El panel A muestra la composición del consumo final de energía por fuente. Los datos de la OCDE y a nivel mundial se obtuvieron de la Agencia Internacional de la Energía (AIE). Los valores de América Latina y el Caribe se obtuvieron a partir de la agregación del consumo de energía de los países relevados por OLADE que integran cada región. Los cuadros A.2.2. y A.2.3 incluidos en el apéndice del capítulo, disponible en línea, muestran la composición energética del consumo y la generación de electricidad para cada país.

Fuente: Elaboración propia con base en AIE (2021), OLADE (2023e) y datos procesados por Our World in Data(2023b), tomados de Ember (2023) y Energy Institute (2023).

Entre 2000 y 2019, los países de la OCDE redujeron en aproximadamente 4 puntos porcentuales la presencia relativa del petróleo y sus derivados en el consumo de energía. También disminuyó la importancia del carbón en un punto porcentual adicional. La contraparte fue un incremento de la electricidad y de la biomasa. Por otro lado, bajó la participación de las fuentes fósiles en la generación eléctrica en los países desarrollados. Específicamente, la generación térmica no renovable (carbón, petróleo y gas) cayó en 6 puntos porcentuales, un descenso absorbido por el aumento de la generación renovable no convencional. Esta combinación de electrificación del consumo y penetración de las renovables en la generación eléctrica es clave en la reducción de la intensidad de emisiones. Más aún, la importancia del componente fósil en la matriz eléctrica no solo se redujo, sino que también se desplazó a favor del gas, cuya participación pasó del 16 % al 30 %. Este movimiento desde el carbón y el petróleo al gas tiene igualmente incidencia favorable en la intensidad de emisiones.

En América Latina, la electricidad también aumentó en importancia, pero, en este caso, la expansión eléctrica no vino acompañada de una descarbonización. Al contrario, la generación térmica no renovable creció aproximadamente 7 puntos porcentuales y hubo una penetración más modesta de las renovables

no convencionales. Afortunadamente, esta expansión estuvo muy sesgada por el gas, lo cual probablemente favoreció la caída modesta de las emisiones. En el Caribe no se aprecia este proceso de electrificación de la demanda, que permanece en alrededor del 12 % de la energía consumida. Lo que se observa es una penetración del gas tanto en la generación eléctrica como en el consumo de energía.



En América Latina, el aumento en importancia de la electricidad no estuvo acompañada de una descarbonización. Al contrario, creció la generación térmica no renovable

En resumen, el éxito en la reducción de la intensidad de emisiones en los países de la OCDE descansa en el crecimiento de la electrificación del consumo en detrimento de las fuentes fósiles, la reducción de estas fuentes a favor de las renovables no convencionales en la generación eléctrica y, dentro del coctel fósil, la penetración del gas en detrimento del carbón, el petróleo y sus derivados. En América Latina y el Caribe, se dieron algunos de estos fenómenos favorables, pero no todos.

Intensidad energética: eficiencia con relación a la estructura económica

En las primeras dos décadas del siglo, América Latina redujo su consumo de energía por unidad de producto en un promedio anual de aproximadamente un 0,50 %. Esta caída se ubica por debajo de la registrada por el Caribe y el mundo desarrollado (el 1,76 % y 1,61 %, respectivamente). En 2019, la intensidad energética de los países de América Latina y el Caribe era un 48 % más alta que en los países de la OCDE (ver el cuadro 2.4) ¿Qué explica estos cambios y estas diferencias?

Como se expone en el recuadro 2.1, la elevada intensidad energética de un país puede responder a que sus industrias tienen una alta intensidad energética en comparación con las mismas industrias en otros países, lo que se relaciona con el concepto de ineficiencia energética⁷. También puede deberse a que su economía se concentra en actividades industriales de alta intensidad energética en cualquier país (por ejemplo, el transporte), lo que está asociado a su estructura económica.

7 Si bien, hasta ahora, se ha hecho referencia fundamentalmente a la eficiencia energética como un determinante clave de la intensidad energética, en el contexto de esta descomposición un aumento del término se asocia con una pérdida de eficiencia, y por eso preferimos utilizar el término ineficiencia energética.

Cuadro 2.4
Intensidad energética

País o región	Intensidad energética		Variación promedio anual (porcentaje)	
	2000	2019		
Argentina	0,10	0,09		-0,17
Barbados	0,10	0,09		-0,61
Belice	0,04	0,15		6,52
Bolivia	0,16	0,18		0,65
Brasil	0,12	0,12		-0,07
Chile	0,15	0,11		-1,75
Colombia	0,14	0,10		-1,95
Costa Rica	0,07	0,06		-0,93
Cuba	0,13	0,06		-3,83
Ecuador	0,11	0,13		0,89
El Salvador	0,11	0,12		0,19
Granada	0,08	0,08		0,15
Guatemala	0,17	0,18		0,29
Guyana	0,26	0,14		-3,06
Haití	0,20	0,22		0,42
Honduras	0,23	0,17		-1,73
Jamaica	0,16	0,19		0,99
México	0,11	0,09		-0,87
Nicaragua	0,26	0,20		-1,47
Panamá	0,08	0,06		-1,69
Paraguay	0,18	0,16		-0,63
Perú	0,14	0,10		-1,69
República Dominicana	0,12	0,07		-2,74
Surinam	0,19	0,11		-2,88
Trinidad y Tobago	0,28	0,31		0,43
Uruguay	0,07	0,08		0,78
América Latina	0,12	0,11		-0,50
El Caribe	0,15	0,11		-1,76
OCDE	0,10	0,07		-1,61

Nota: El cuadro muestra la intensidad energética de cada país y región en 2000 y 2019 y la variación promedio anual (logarítmica) en el período. La intensidad energética es calculada como la relación entre el consumo final de energía (en toneladas de petróleo equivalente) y el producto bruto interno (en miles de dólares constantes del año 2010). La variación logarítmica se calcula como la diferencia del logaritmo de emisiones en 2019 y en 2000, dividida por el número de años del período (19). Se incluyen los países de la CELAC para los cuales la OLADE dispone de información sobre consumo energético. Los valores para cada región se obtuvieron a partir de la agregación de consumo de energía y producto de los países que la integran. Se puede consultar la lista de países considerados en cada región en el apéndice del capítulo disponible en línea.

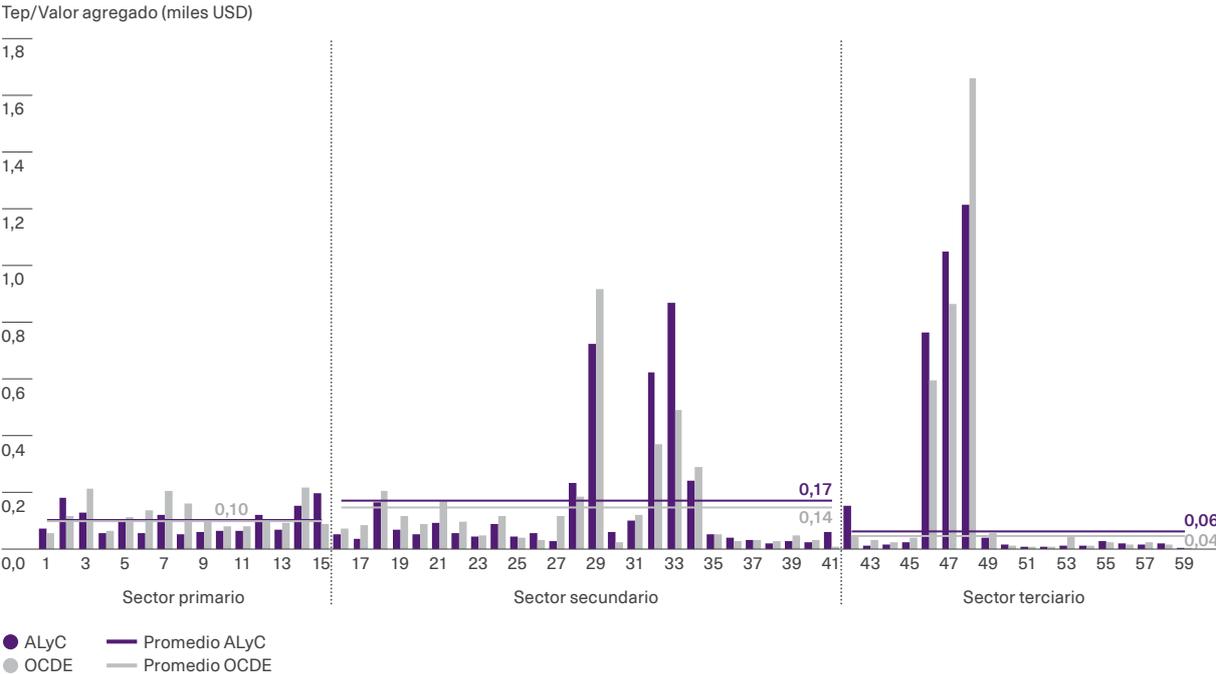
Fuente: Elaboración propia con base en AIE (2022d), Banco Mundial (2023c) y OLADE (2023b).

Esta visión es aplicable tanto para una perspectiva temporal como para explicar diferencias entre países en un momento dado. Es decir, cabe preguntarse en qué medida un cambio de la intensidad energética de un país, en determinado período, obedece a variaciones en su ineficiencia energética o a un cambio en su estructura económica. Similarmente, se puede preguntar en qué medida las diferencias de intensidad energética entre dos países se explican por brechas de eficiencia o por diferencias en la estructura económica.

La necesidad de incorporar el rol de la estructura económica y no solo consideraciones de eficiencia energética al análisis de intensidad energética se sustenta en tres regularidades (R) que emergen al explorar información a nivel de sectorial.

R1. La primera regularidad es que los sectores difieren en intensidad energética. El gráfico 2.5 muestra la intensidad energética construida a partir de la base del Proyecto de Análisis Global del Comercio (GTAP, por sus siglas en inglés) en su versión de 2017. En el gráfico se aprecia que no solo existen diferencias en los niveles promedios de intensidad energética entre el sector primario, secundario y terciario; también existen muy marcadas diferencias entre subsectores dentro de estos grandes sectores. En promedio, el sector primario y terciario son los de menor intensidad energética y el sector secundario, el de mayor. Sin embargo, dentro del sector terciario destacan tres subsectores de transporte —aéreo (barra 48 en el gráfico), marítimo (barra 47) y otros (barra 46)— entre el grupo de los que tienen mayor intensidad energética de la economía.

Gráfico 2.5
Intensidad energética promedio por sector económico en América Latina y el Caribe y OCDE en 2017



Nota: La intensidad energética es calculada como la relación entre el consumo de energía (en toneladas equivalentes de petróleo) y el valor agregado (en miles de dólares constantes del año 2015). Los valores de intensidad energética de cada región se obtuvieron a partir de la agregación del consumo de energía y el valor agregado de una selección de países. Las líneas verticales separan a los sectores en tres grandes categorías: sector primario, secundario (actividades manufactureras) y terciario (servicios). Las líneas horizontales muestran la intensidad energética promedio en cada uno de estos tres grandes sectores para ambas regiones. En el apéndice del capítulo disponible en línea se detallan los sectores económicos incluidos y la lista de países considerados en cada grupo.

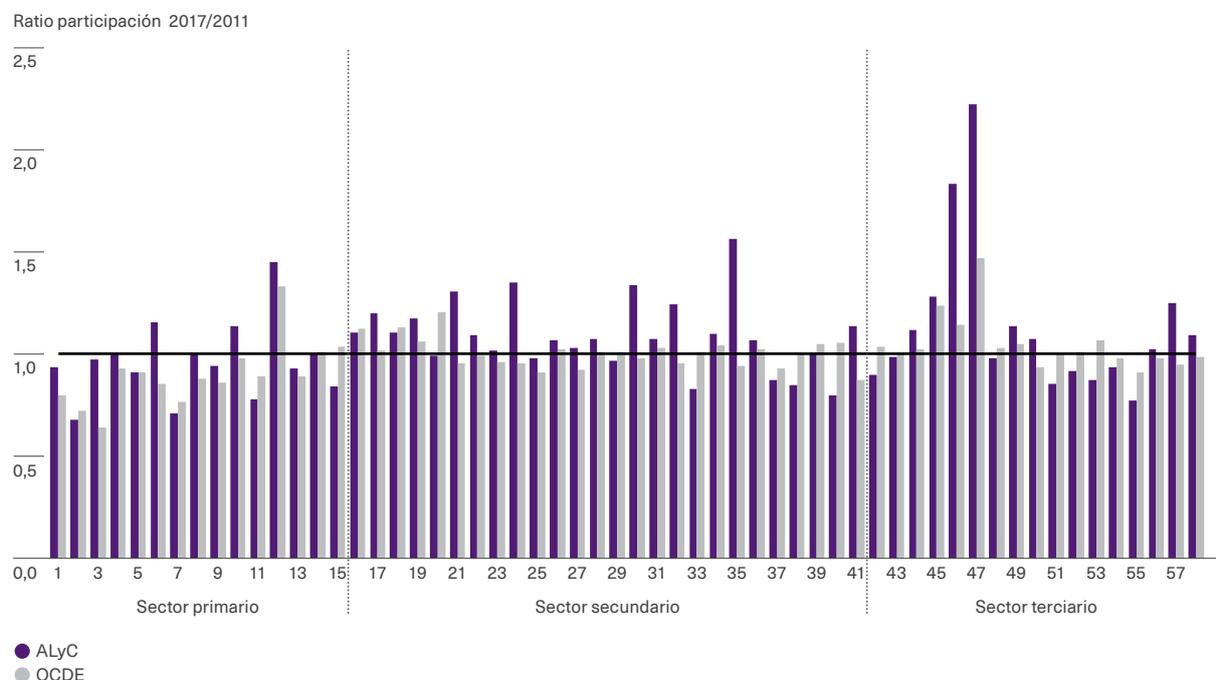
Fuente: Elaboración propia con base en Banco Mundial (2023h, 2023i) y Aguiar et al. (2022).

R2. La segunda regularidad es que la estructura económica cambia con el tiempo. El gráfico 2.6 muestra la razón entre la importancia relativa de cada sector entre 2017 y 2011, nuevamente empleando el GTAP. La importancia de cada sector se mide como la proporción del valor agregado de la economía que representa el sector. Un número mayor que 1 implica

que el sector creció en importancia entre 2011 y 2017, mientras que un número menor que 1 señala que su relevancia disminuyó⁸. A grandes rasgos, el gráfico sugiere una reducción de la importancia de la mayoría de las industrias del sector primario y un crecimiento significativo de la relevancia de las industrias del transporte.

Gráfico 2.6

Cambio en la importancia de los sectores económicos entre 2011 y 2017



Nota: El gráfico muestra cómo varió la importancia relativa de cada sector económico entre 2011 y 2017 en América Latina y el Caribe y los países de la OCDE. Para ello, se calculó el cociente entre el valor agregado de cada sector y el valor agregado total de cada región en los años 2011 y 2017. Seguidamente, se obtuvo para cada sector y región la razón entre la participación sectorial en 2017 y la del 2011. La línea horizontal muestra cuando dicha razón asume el valor de 1, indicando que el sector económico no modificó su importancia relativa entre los años considerados. Los valores de cada región se obtuvieron a partir de la agregación del valor agregado (sectorial y total) de una selección de países que la integran. Las líneas verticales separan a los sectores en tres grandes categorías: primario, secundario (actividades manufactureras) y terciario (servicios). En el apéndice del capítulo disponible en línea se detallan los sectores económicos incluidos y los países que integran cada grupo.

Fuente: Elaboración propia con base en Banco Mundial (2023h, 2023i) y Aguiar et al. (2016, 2022).

⁸ En el gráfico A.2.1 del apéndice del capítulo, disponible en línea, se muestra el nivel de importancia de los sectores.

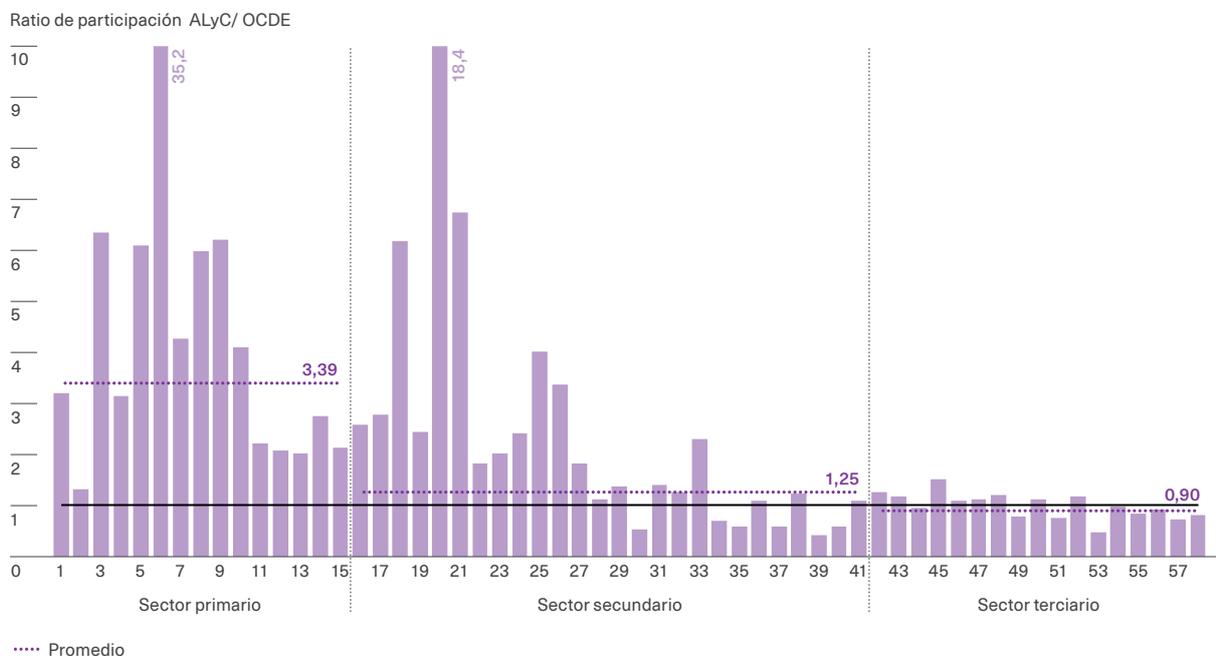


R3. Finalmente, la estructura económica difiere entre países. El gráfico 2.7 compara la importancia de cada sector entre América Latina y el Caribe y los países de la OCDE en 2017. En este caso, un valor mayor que 1 significa que el sector es relativamente más importante en la región, mientras que un valor inferior a 1 indica menos importancia relativa. Probablemente,

lo más notorio es la mayor importancia de las industrias del sector primario dentro de la región, aunque también destacan tres industrias dentro del sector secundario, vinculadas al procesamiento de alimentos: producción de aceite vegetal (barra 18 en el gráfico), arroz procesado (barra 20) y producción de azúcar (barra 21).

Gráfico 2.7

Comparación de la estructura económica de América Latina y el Caribe y de la OCDE en 2017



Nota: El gráfico muestra cómo varió en 2017 la estructura económica de América Latina y el Caribe respecto a la de la OCDE. Para ello, se calculó el cociente entre el valor agregado sectorial y el valor agregado total en 2017 para ambas regiones. Seguidamente, se obtuvo para cada sector la razón entre la participación sectorial de América Latina y el Caribe sobre la de la OCDE. Las líneas verticales separan a los sectores en tres grandes categorías: primario, secundario (actividades manufactureras) y terciario (servicios). La línea horizontal continua muestra cuándo dicha ratio asume el valor de 1, indicando que la importancia relativa del sector económico es la misma entre regiones. Las líneas horizontales punteadas representan la razón promedio en cada uno de estos tres grandes sectores. Los valores de cada región se obtuvieron a partir de la agregación del valor agregado (sectorial y total) de una selección de países. En el apéndice del capítulo disponible en línea se detallan los sectores económicos incluidos y los países considerados en cada grupo.

Fuente: Elaboración propia con base en Banco Mundial (2023h, 2023i) y Aguiar et al. (2022).

¿Cómo se pueden separar el rol de la eficiencia energética del rol de la estructura económica?

Un trabajo de investigación desarrollado en el contexto de este reporte aborda esta pregunta tanto para América Latina y el Caribe como para países desarrollados (Allub,

Álvarez y Brugiafreddo, 2024), explorando diversos métodos. Aquí se presentan los resultados con dos de ellos (descritos muy brevemente en el recuadro 2.3), uno para la perspectiva temporal (con base en Foster et al., 2001) y otro para la comparación entre países (con base en Olley y Pakes, 1996). Los ejercicios de descomposición se

aplican a la base de datos del GTAP (olas 2011-2017), la cual ofrece información para 65 sectores de la economía. Los autores se restringen a sectores consumidores finales de energía (y no productores), quedando un total de 59 sectores. Para cada uno de ellos, se tiene el valor agregado y las unidades de energía consumida⁹.

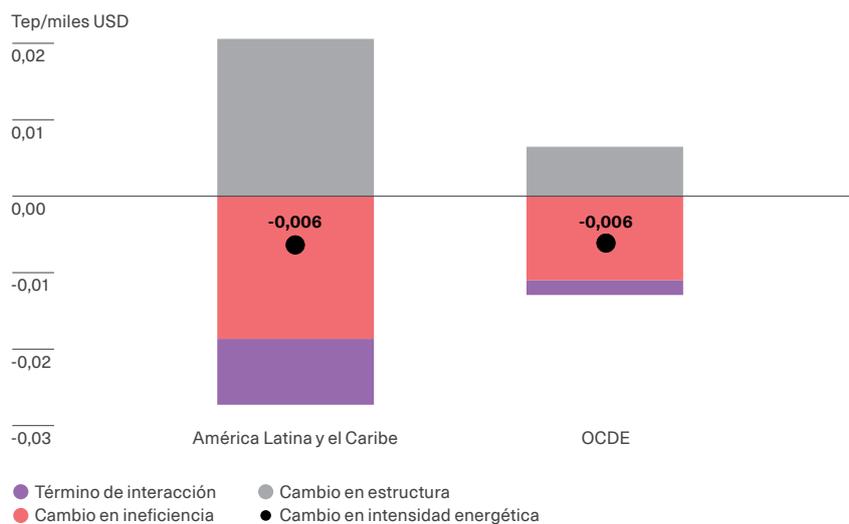
El gráfico 2.8 muestra la descomposición según la visión temporal. Entre 2011 y 2017, se produjo una caída de la intensidad energética en América Latina y el Caribe (representada por un punto en el gráfico) de 0,006 unidades de energía por unidades de valor agregado (aproximadamente el 7 %). En la OCDE, la cifra también corresponde a 0,006 (aproximadamente el 9 %). Sin embargo, en ambas regiones la variación negativa en la ineficiencia (barra rosa) es mayor a la

caída en la intensidad energética agregada (punto), mientras que el efecto del cambio en la estructura económica es positivo (barra gris). Esto significa que las ganancias en eficiencia entre 2011 y 2017 en ambas regiones fueron parcialmente contrarrestadas por cambios en la estructura económica.

● ●
Los cálculos de descomposición muestran que, si la estructura económica de América Latina y el Caribe no hubiese cambiado, la caída de la intensidad energética habría sido del 20 %, más del doble de la experimentada

Gráfico 2.8

Descomposición de los cambios en la intensidad energética por región



Nota: El gráfico muestra cómo se descompone la variación de la intensidad energética entre 2011 y 2017 en cambios en la ineficiencia, en la estructura y ambos efectos en conjunto a partir de los datos de la base del GTAP. La intensidad energética es calculada como la relación entre el consumo de energía (en toneladas equivalentes de petróleo) y el valor agregado de la economía (en miles de dólares constantes del año 2015). Los valores a nivel de región surgen de la agregación del consumo de energía y el valor agregado de los países que la integran. Se puede consultar la lista de países considerados en cada región en el apéndice del capítulo disponible en línea.

Fuente: Allub, Álvarez y Brugiafreddo (2024).

⁹ El GTAP ofrece información para 19 países de la región. Sin embargo, solo en 12 de ellos los cambios y niveles de intensidad energética se ajustaban a los patrones cualitativos del período de estudio con la fuente de datos que alimentan el cuadro 2.4. El análisis aquí realizado se concentra en estos 12. Para conocer más detalle e información sobre todos los países, véase Allub et al., 2024. El gráfico A.2.5 en el apéndice del capítulo, disponible en línea, muestra el análisis para estos 7 países excluidos del análisis en el texto principal.

Recuadro 2.3

Métodos de descomposición de la intensidad energética entre eficiencia y estructura económica

La intensidad energética de un país en el período t se puede escribir a partir de la intensidad energética de sus sectores o industrias de la siguiente manera:

$$IE_t = \sum s_t^e IE_t^e \quad (1)$$

Donde s^e representa la fracción de valor agregado de la economía que es explicada por la industria e , mientras que IE^e corresponde a la intensidad energética de esta industria particular.

Con base en Foster et al. (2001), la variación de IE en dos períodos se puede escribir como:

$$\Delta IE_{t,t+1} = \sum s_t^e \Delta IE_{t,t+1}^e + \sum (IE_t^e - IE_{t+1}^e) \Delta s_{t,t+1}^e + \sum \Delta IE_{t,t+1}^e \Delta s_{t,t+1}^e \quad (2)$$

El primer componente de la ecuación es el cambio promedio de la intensidad energética a nivel de industrias. En esa expresión matemática, el promedio se calcula utilizando como ponderador la participación en el producto de cada sector en el período inicial. Este componente, denominado **cambio en la ineficiencia energética**, recoge lo que habría sido el cambio en la intensidad energética agregada si no se hubieran producido modificaciones en la estructura económica. El segundo componente se denomina **cambio en la estructura**. En dicha expresión, el aumento de la importancia de un sector incrementa la intensidad energética agregada, en la medida que ese sector tiene mayor intensidad energética que la economía en su conjunto, mientras que la reduce cuando el sector tiene menos intensidad energética que la economía. Este término recogería el cambio de la intensidad energética agregada si ningún sector experimentara variaciones en la intensidad energética. El último componente, **término de interacción**, es el cambio en la intensidad energética que no es atribuible exclusivamente a los cambios en la intensidad energética sectorial o a los cambios en la estructura económica, sino a la interacción de ambas fuerzas.

La ecuación (2) está concebida para explicar cambios en el tiempo. Para información de corte transversal, se puede considerar la descomposición de Olley y Pakes (1996). En ella se separa el nivel de intensidad energética de una economía en un momento determinado en dos componentes, a saber:

$$IE_t = \overline{IE}_t + \sum (s_t^e - s) (IE_t^e - \overline{IE}_t) \quad (3)$$

En la ecuación (3), las barras sobre la variable indican promedio simple. La descomposición permite entonces separar la intensidad energética agregada en un componente que es el promedio simple de las industrias o sectores que integran la economía, que puede asociarse al **término de ineficiencia**, y otro componente vinculado a la covariancia entre el tamaño del sector y su intensidad energética. Si este segundo término es positivo, significa que sectores más grandes (medidos por su contribución relativa al producto agregado) tienden a tener mayor intensidad energética y viceversa. Este se denomina **término de estructura**.

En efecto, según los cálculos de descomposición, si la estructura económica no hubiese cambiado, la caída de la intensidad energética habría sido del 20 % en América Latina y el Caribe, es decir, más del doble de la experimentada. Este rol de la estructura

es consistente con la reducción de la importancia de las industrias del sector primario (típicamente de baja intensidad energética), combinada con el crecimiento de sectores como el de transporte, de gran intensidad energética (ver el gráfico 2.6).

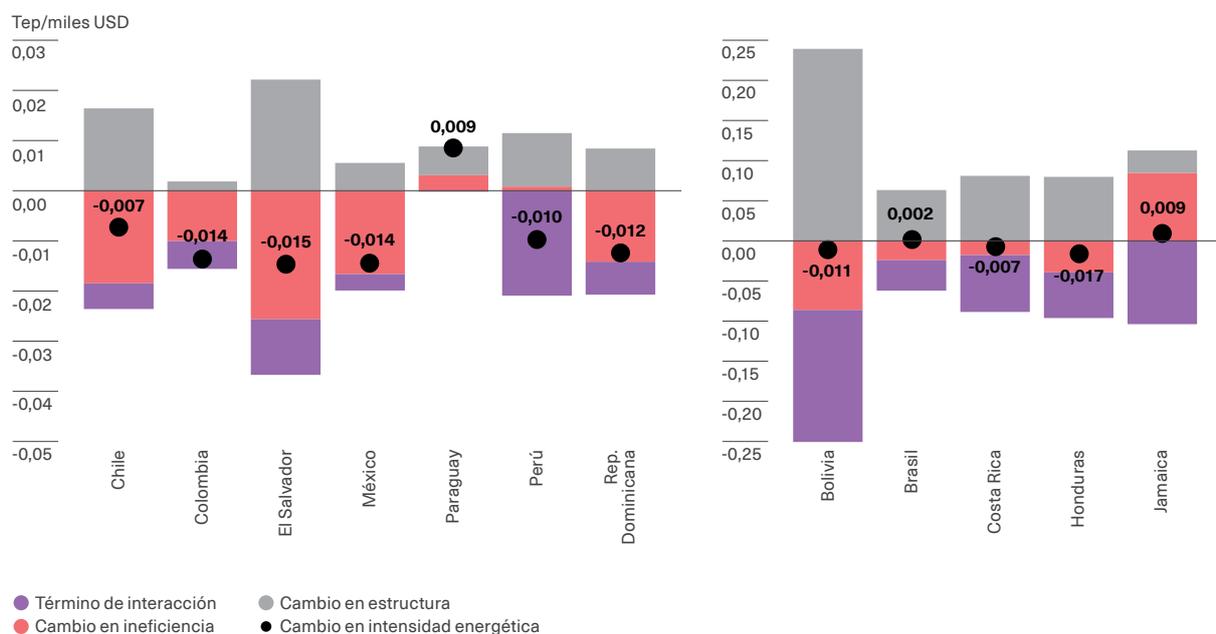
El gráfico 2.9 presenta la misma información, pero para algunos países de América Latina y el Caribe. La muestra se divide en dos grupos en función del rango en el cual se mueven los factores. En general, se verifican cambios negativos en el término de ineficiencia (barra rosa), que son más pronunciados que las variaciones (también usualmente negativas) en la intensidad energética agregada (punto). Igualmente, se confirma que el cambio de estructura (barra gris) es positivo, indicando que las modificaciones en la estructura económica actuaron en contra; es decir, con una tendencia a incrementar la intensidad energética, contrarrestada parcialmente por las ganancias de eficiencia energética. Paraguay es atípico fundamentalmente porque entre

2011-2017 creció ligeramente la intensidad energética agregada; pero, igual que en el resto de los países, la reasignación sectorial jugó en contra de una menor intensidad energética agregada¹⁰.

Desde la segunda perspectiva, se compara a los países de la región con Suiza, como referencia, puesto que lidera la clasificación de países con más baja intensidad energética dentro de la OCDE. Como se expone en el recuadro 2.3, para tal fin se utiliza la descomposición de Olley-Pakes (1996). El gráfico 2.10 muestra la intensidad energética agregada (panel A), el componente de ineficiencia (panel B) y el de estructura (panel C).

Gráfico 2.9

Descomposición de los cambios en la intensidad energética por país



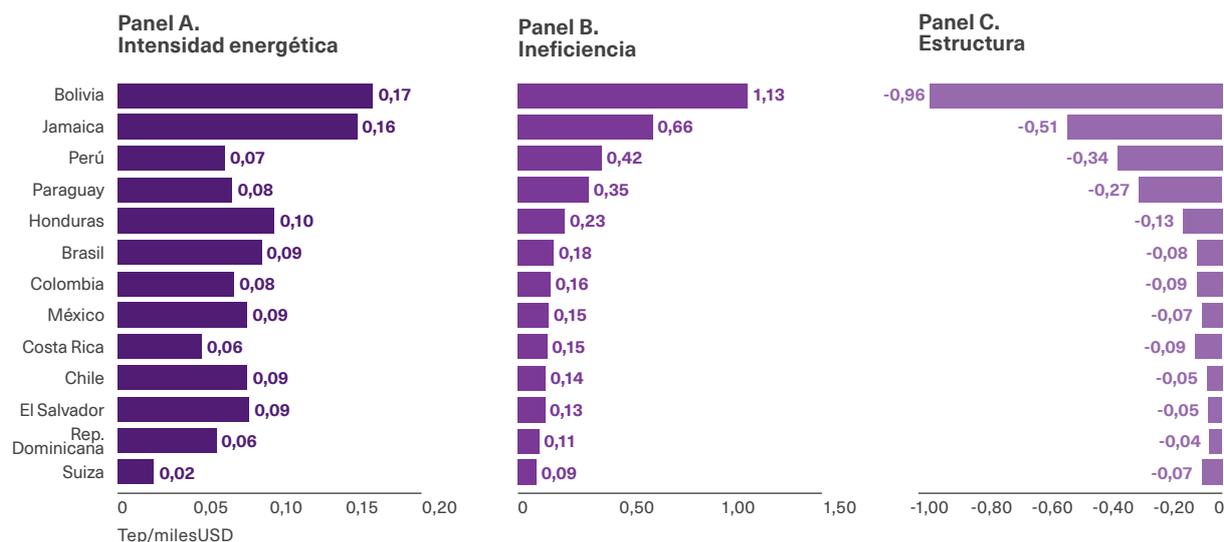
Nota: El gráfico muestra cómo se descompone la variación de la intensidad energética entre 2011 y 2017 en cambios en la ineficiencia, en la estructura y ambos efectos en conjunto a partir de los datos del GTAP para un conjunto de 12 países. En el cuadro A. 2.2 del apéndice disponible en línea se exponen los resultados de los restantes países de América Latina y el Caribe reportados por el GTAP y no incluidos en este gráfico. La intensidad energética es calculada como la relación entre el consumo de energía (en toneladas de petróleo equivalente) y el valor agregado de la economía (en miles de dólares constantes de 2015).

Fuente: Allub, Álvarez y Brugiafreddo (2024).

¹⁰ Como se presenta en el cuadro 2.4, la intensidad energética en Paraguay también cayó entre 2000 y 2019; sin embargo, si se restringe al periodo 2011-2017, la intensidad creció.

Gráfico 2.10

Descomposición de la intensidad energética en países seleccionados de América Latina y el Caribe y en Suiza



Nota: La intensidad energética, representada en el panel A, se calcula como la relación entre el consumo de energía (en toneladas de petróleo equivalente) y el valor agregado de la economía (en miles de dólares constantes de 2015). En los paneles B y C se muestran los componentes en los que se descompone la intensidad energética: ineficiencia y estructura. Los países fueron ordenados de manera decreciente según su nivel de eficiencia energética. En el apéndice del capítulo disponible en línea se detallan los criterios para la selección de la muestra de países analizados.

Fuente: Elaboración propia con base en Banco Mundial (2023h, 2023i) y Aguiar et al. (2022).

La descomposición indica que la estructura económica determina de manera importante el nivel de intensidad energética agregada de los países. Específicamente, el término de estructura es negativo en todos ellos, lo que significa que los sectores con mayor participación en el valor agregado tienden a tener menos intensidad energética. Esto produce una intensidad energética más baja que un mundo en el cual la importancia del sector y su intensidad energética son independientes.



La descomposición de los cambios indica que la estructura económica determina de manera importante el nivel de intensidad energética agregada de los países

No obstante, se aprecia que el componente de estructura es más negativo en algunos países de América Latina y el Caribe que en el país de referencia, Suiza¹¹. Esto es particularmente cierto para Bolivia, Jamaica, Perú y Paraguay. En estos países, las grandes diferencias en ineficiencia respecto a Suiza no se trasladan plenamente a diferencias en intensidad energética, porque una parte se compensa por una estructura más sesgada hacia sectores con menos intensidad energética.

Aunque los resultados obtenidos por las descomposiciones son específicos al periodo de tiempo estudiado, permiten concluir que el estudio de la intensidad energética y, por ende, de la transición energética en general no debe hacerse de espaldas al fenómeno de transformación estructural de las economías. La estructura económica afecta el nivel y la evolución de la intensidad energética y, por tanto, la viabilidad del desacople y del éxito de mitigación.

11 La mayor importancia relativa de las industrias del sector primario en la región va en línea con esta conclusión.