

**Tesis de la Maestría en Desarrollo Económico  
Escuela Interdisciplinaria de Altos Estudios Sociales  
Universidad Nacional de San Martín**

El impacto de la crisis  
ecológica en la estabilidad  
macroeconómica y el  
balance de pagos de  
Argentina

Efecto del cambio en el patrón de precipitaciones sobre  
la producción agropecuaria pampeana y la acumulación  
de reservas internacionales del Banco Central de la  
República Argentina (2003-2019)

**Barbara Nicole Toftum**

**Director: Pablo Bortz**

**Buenos Aires, febrero de 2023**

## Resumen

La presente tesis propone responder si la crisis ecológica, es decir, la interacción entre el cambio climático y el desgaste ecosistémico, implica riesgos económicos para Argentina con el Balance de Pagos como canal de transmisión. Para responder esta pregunta se utiliza un modelo de variables instrumentales (mínimos cuadrados en dos etapas) con la variación de reservas internacionales del Banco Central como variable resultado y las exportaciones de cuatro complejos (soja, trigo, maíz y girasol) instrumentadas por las precipitaciones registradas en la Región Pampeana. El cambio en el patrón de precipitaciones y la interacción de la crisis con el fenómeno de El Niño Oscilación del Sur (ENOS) pueden generar alteraciones tales períodos de sequía más severos y más duraderos, como es el caso de la sequía prolongada observada en La Cuenca del Plata desde fines del 2018. Se ha encontrado una relación positiva entre las precipitaciones de los meses de verano (que son los más importantes para los cultivos incluidos) y la variación mensual de las reservas internacionales acumuladas por el Banco Central desde el 2003 al 2019. Esto refleja la especialización agropecuaria de la estructura productiva y la inserción argentina en el comercio exterior, tanto como la dependencia de este sector en lo que refiere a la acumulación de divisas. Estas son un elemento crucial para la política cambiaria y el inequívoco papel que juega sobre la estabilidad macroeconómica.

Palabras clave: crisis ecológica, riesgos físicos, balance de pagos, especialización agropecuaria, estructura productiva primarizada.

## Abstract

This thesis proposes to find out if the ecological crisis, that is, the interaction between climate change and ecosystem depletion, implies economic risks for Argentina with the Balance of Payments as a transmission channel. To answer this question, an instrumental variables model (least squares in two stages) is displayed with the variation of the Central Bank's foreign exchange reserves as the dependent variable and the exports of four complexes (soybean, wheat, corn and sunflower) instrumented by the rainfall registered in the Pampean Region. The change in the rainfall pattern and the interaction of the crisis with the El Niño Oscilación del Sur (ENOS) phenomenon can generate alterations such as more severe and longer-lasting periods of drought, as is the case of the prolonged drought observed in La Plata Basin since late 2018. A positive relationship has been found between the rainfall in the summer months (which are the most important for the crops included) and the monthly variation of the foreign exchange reserves accumulated by the Central Bank from 2003 to 2019. This reflects the Argentinian agricultural specialization of its productive structure and insertion in foreign trade, as well as the reliance on this sector in order to accumulate foreign currency. This is a key element for exchange rate policy and the unequivocal role it plays on macroeconomic stability.

Keywords: ecological crisis, physical risks, balance of payments, agricultural specialization, primary productive structure.

## Agradecimientos

A todo el cuerpo docente, investigador y no docente que encarna esta Maestría en Desarrollo Económico con contagiosa y formidable convicción. Durante estos años, hay investigadores que me han ofrecido su guía, su ejemplo y su sostén frente a las vicisitudes de la profesión. Especialmente a Pablo Bortz, por la precisión en el ánimo, por todo el tiempo y las palabras dedicadas, por escuchar y aconsejarme en mis vacilaciones y más que nada por la confianza depositada en mí; por recomendarme esta maestría y por dirigir esta tesis. También a Carla Campagnale, por la calidez, su constante acompañamiento e incansable trabajo, y a Verónica Robert por desempeñar tan bien y con tanta humanidad un rol tan duro como el de ejemplo femenino. Agradezco también los aportes y comentarios de grandes economistas que han contribuido a este trabajo.

A mis colegas por las horas de oficina compartidas y los memorables almuerzos, cuyos comentarios y discusiones han contribuido a mi formación de forma inmensurable, y que ejemplifican que la investigación no es un trabajo que pueda hacerse en soledad.

A mis amigos, que han festejado conmigo cada problema resuelto, corrección realizada y capítulo terminado, así como me han sostenido ante el cansancio y la frustración. Especialmente a mis maravillosas amigas, que han hecho este camino a mi lado desde sus inicios y en quienes se sostiene mi fuerza para hacer frente a cualquier obstáculo, y también a cualquier logro. A mis brillantes compañeros de cursada de esta maestría, que me hacen crecer en su grandeza e hicieron que este proceso sea aún más valioso. Y a quienes me acompañan desde la carrera de grado, en otra Universidad Pública y Nacional del conurbano, con su aliento atento a cada pequeño paso.

A mamá y a papá, comprometidos en la vocación de amar a una hija real y humana, tan distinta y a la vez tan suya. A Pia y Erik por ser propósito, por ser mi fundamento y por mostrar la ternura infinita que contienen actos cotidianos.

En el marco de esta maestría escribí que hablar de desarrollo es hablar de amor a los pueblos. Agradezco a este pueblo que se manifiesta y festeja con la misma pasión, agradezco a Lionel por la inmensa felicidad compartida. Agradezco que el pueblo que amo tenga acceso a educación universitaria pública, gratuita y de calidad, en instituciones que son más que las personas que las conforman, pero también son todas esas personas.

# Índice

<b>1. Introducción</b> .....	<b>8</b>
1.1 Motivación.....	8
1.2 Objetivos e hipótesis.....	10
1.3 Metodología.....	10
1.4 Estructura de la tesis .....	11
<b>2. Cambio Climático</b> .....	<b>12</b>
2.1 Implicancias generales.....	12
2.1.1 Cambio climático hasta ahora .....	13
2.1.2 Proyecciones a futuro .....	15
2.2 El clima en Argentina .....	19
2.2.1 Descripción general.....	19
2.2.2 Cambio climático en Argentina hasta ahora .....	21
2.2.3 Proyecciones en Argentina.....	23
2.2.4 La sequía sostenida desde 2019 en La Cuenca del Plata .....	24
2.3 Acciones frente al cambio climático .....	26
2.3.1 Estrategias de mitigación .....	26
2.3.2 Estrategias de adaptación .....	28
2.3.3 Compromisos, acuerdos y cooperación internacional.....	30
<b>3. Riesgos económicos del cambio climático y el desgaste ecosistémico</b> .....	<b>33</b>
3.1 Taxonomía de riesgos .....	33
3.2 Impactos macroeconómicos y financieros de los riesgos físicos y de transición .	34
3.2.1 Canales de transmisión .....	34
3.2.2 Los costos de la transición global .....	40
3.3 El concepto como puente entre la economía y la ecología.....	44
3.4 Modelización de impactos económicos .....	50
<b>4. Riesgos climáticos y ecológicos en América Latina y el Caribe</b> .....	<b>52</b>
4.1 El nivel del mar sube en un terreno inclinado: el impacto desigual de la crisis ecológica.....	52
4.1.1 Mayor exposición a riesgos físicos .....	54
4.1.2 Mayor exposición a riesgos de transición .....	58
4.1.3: Mayor vulnerabilidad financiera de América Latina y el Caribe .....	71
4.2 Argentina .....	77
4.3 Modelización de riesgos económicos en países en desarrollo.....	79
4.3.1 Modelizaciones para el caso de Argentina.....	81
<b>5. Datos y metodología</b> .....	<b>82</b>

5.1 Motivación.....	82
5.2 Datos.....	83
5.3 Modelización .....	97
5.4 Resultados.....	98
5.5 Robustez .....	100
5.6 Otras consideraciones .....	104
<b>6. Conclusiones .....</b>	<b>106</b>
6.1. Corolarios de política.....	106
6.2 Líneas de investigación futura.....	106
6.3 Consideraciones finales .....	108
<b>7. Bibliografía .....</b>	<b>109</b>
<b>8. Anexo.....</b>	<b>117</b>

## Índice de gráficos y otras figuras

Figura 2.1: Cambio en la temperatura global de la superficie (promedio por década) de acuerdo a la reconstrucción del 1-2000 y a la observada entre 1850-2020.....	14
Figura 2.2: Cambio respecto de 1850-1900 en la temperatura global de la superficie (promedio anual) de acuerdo a lo observado y simulado para estimaciones con factores sólo naturales y humanos y naturales.....	14
Figura 2.3: cambio en las emisiones en 2020 y 2021, en relación a los niveles de 2019.....	18
Figura 2.4: mapa de la Cuenca del Plata; las áreas verdes representan zonas de irrigación.....	19
Figura 2.5: tendencias de temperaturas desestacionalizadas por década para Argentina y regiones cercanas para el período 1960-2010.....	21
Figura 2.6: Cambio en la precipitación anual en el período 1960-2000 en milímetros. El color verde indica cambios positivos y el color amarillo, negativos. ....	22
Figura 2.7: número de días por década en los que la precipitación en la ciudad de Buenos Aires fue mayor a 100 mm .....	23
Figura 2.8: Categorías de sequía para la Cuenca del Plata, derivadas del SPI desde marzo del 2019 a septiembre del 2021.....	25
Figura 3.1: Canales de transmisión de riesgos climáticos y ambientales al sistema financiero .	35
Figura 3.2: relación entre desgaste ecosistémico, cambio climático y acción antropogénica ...	46
Figura 4.1: Causas y canales del impacto diferencial de la crisis ecológica en América Latina ..	53
Figura 4.2: emisiones de GEI efectivas y requeridas de América Latina para distintos escenarios .....	62
Figura 4.3: financiamiento verde para América Latina y el Caribe .....	73
Figura 5.1: Promedio mensual de las precipitaciones observadas .....	84
Figura 5.2: Tendencia de precipitaciones.....	84
Figura 5.3: Promedio de exportaciones .....	85
Figura 5.4: Suma de exportaciones .....	86
Figura 5.5: promedio de exportaciones sin estacionalidad .....	86
Figura 5.6: suma de exportaciones sin estacionalidad .....	87
Figura 5.7: tendencia de las exportaciones.....	87
Figura 5.8: Promedio de exportaciones sin tendencia ni estacionalidad .....	88
Figura 5.9: Suma de exportaciones sin tendencia ni estacionalidad .....	89
Figura 5.10: Estimador Mensual de Actividad Económica con base 100=2004 (con y sin estacionalidad) .....	90
Figura 5.11: EMAE sin tendencia ni estacionalidad .....	91
Figura 5.12: Cuadros de precios brutos .....	92
Figura 5.13: distintos precios de soja que fueron promediados.....	93
Figura 5.14: distintos precios de trigo que fueron promediados.....	93
Figura 5.15: RRII y su tendencia .....	94

Figura 5.16: RRII en variaciones mensuales .....	95
Figura 5.17: flujos netos de portafolio por no residentes y formación de activos externos (con el signo negativo) por parte de residentes .....	95
Figura 5.18: flujos netos de agencias de crédito internacionales y bilaterales, del FMI y otras operaciones del sector público .....	96

## Índice de tablas

Tabla 2.1: estrategias de mitigación .....	27
Tabla 2.2: estrategias de adaptación .....	29
Tabla 3.1: clasificación de riesgos .....	34
Tabla 3.2: Empleo directo global en sectores críticos para la estabilidad climática.....	37
Tabla 3.3: instrumentos para la mitigación del cambio climático .....	40
Tabla 3.4: inversión necesaria entre 2010 y 2030 por sector (en miles de millones de USD)....	41
Tabla 3.5: actualización de la inversión necesaria por sector para una transición verde (en miles de millones de dólares).....	42
Tabla 3.6: Movilización necesaria de capital financiero público y privado (en miles de millones de dólares).....	43
Tabla 4.1: especificidades de riesgos físicos en países latinoamericanos.....	57
Tabla 4.2: posibles medidas de adaptación al cambio climático .....	59
Tabla 4.3: Distribución de emisiones de CO2 en el año 2015, acumuladas entre 1850-2015 y acumuladas entre 1850-2015 considerando su uso luego de 1970 .....	66
Tabla 4.4: costo total de proyectos verdes del BID en América Latina y el Caribe (en millones de dólares).....	76
Tabla 5.1: Estadísticos descriptivos.....	97
Tabla 5.2: Primera etapa de la regresión por variables instrumentales .....	98
Tabla 5.3: Segunda etapa de la regresión por variables instrumentales .....	99
Tabla 5.4: modelo VAR para reservas internacionales.....	101
Tabla 5.5: modelo VAR para suma de exportaciones .....	102
Tabla 5.6: regresión por variables instrumentales con las RRII sin logaritmo .....	103
Tabla 5.7: regresión por variables instrumentales con las exportaciones en promedio .....	104
Tabla 8.1: test de raíz unitaria para la variable dependiente .....	117
Tabla 8.2: modelo VAR para las reservas internacionales sin tendencia.....	117
Tabla 8.3: test de raíz unitaria sobre los precios de exportaciones.....	118
Tabla 8.4: modelo VAR para el promedio ponderado de precios.....	119
Tabla 8.5: Test de causalidad de Granger sobre el modelo VAR de la tabla 5.4.....	119
Tabla 8.6: Test de causalidad de Granger sobre los modelos VAR de la tabla 5.5 .....	119

Tabla 8.7: modelo VAR correspondiente a la primera etapa de la regresión de variables instrumentales presentada en la tabla 5.6 .....	120
Tabla 8.8: Test de causalidad de Granger sobre los modelos VAR de la tabla 8.7 .....	120
Tabla 8.9: modelo VAR para variable dependiente alternativa (variación mensual de RRII sin logaritmo), equivalente a la segunda etapa del modelo de variables instrumentales de la tabla 5.6.....	121
Tabla 8.10: Test de causalidad de Granger sobre el modelo VAR de la tabla 8.9.....	121
Tabla 8.11: modelo VAR con variables exógenas correspondiente a la primera etapa del modelo de variables instrumentales de la tabla 5.6 .....	121
Tabla 8.12: Test de causalidad de Granger sobre los modelos VAR de la tabla 8.11 .....	121
Tabla 8.13: modelo VAR equivalente a la primera etapa del modelo de variables instrumentales de la tabla 5.6 agregando las precipitaciones como variables autorregresivas .....	122
Tabla 8.14: Test de causalidad de Granger sobre los modelos VAR de la tabla 8.13 .....	122
Tabla 8.15: modelo VAR equivalente a la segunda etapa del modelo de variables instrumentales de la tabla 5.7, con la variable exógena de exportaciones como promedio en lugar de suma.....	122
Tabla 8.16: Test de causalidad de Granger sobre el modelo VAR de la tabla 8.15.....	123
Tabla 8.17: modelo VAR equivalente a la primera etapa del modelo de variables instrumentales de la tabla 5.7, con la variable exógena de exportaciones como promedio en lugar de suma	123
Tabla 8.18: Test de causalidad de Granger sobre el modelo VAR de la tabla 8.17.....	123
Tabla 8.19: modelo VAR con el promedio de exportaciones como variable dependiente y las variables de precipitaciones como variables autorregresivas (no exógenas).....	123
Tabla 8.20: Test de causalidad de Granger sobre el modelo VAR de la tabla 8.19.....	124

# 1. Introducción

## 1.1 Motivación

Hay una paradoja temporal encerrada en la creciente alerta por la crisis ecológica a la que se hará referencia en el siguiente trabajo: los esfuerzos para evitar sus peores consecuencias deben ser tomados inmediatamente, pero estas consecuencias no se serán evidentes en su plena magnitud hasta un futuro en el que los esfuerzos serán insuficientes. Llegado este punto los efectos serán irreversibles, de acuerdo a la información con la que se cuenta en la actualidad y suponiendo que no tenga lugar un evento disruptivo que cambie las condiciones: desarrollos tecnológicos impensados o una erupción volcánica suficientemente grande para afectar el sistema climático global al reducir la radiación solar que alcanza la superficie terrestre.

Es por esto que los análisis ambientales se fundamentan en una serie de escenarios futuros que dependen de la dimensión en la que la humanidad logra mitigar el cambio climático, reducir el desgaste de ecosistemas y adaptarse a los efectos que son inevitables. En línea con esto, algunos horizontes claves son el 2030, momento para el que las emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) deberían ser reducidas a la mitad, el 2050, para el que las consecuencias de la crisis ecológica serán palpables y se debería lograr una emisión neta nula de este gas de efecto invernadero, y el 2100, año para el que el calentamiento global puede alcanzar valores claramente perjudiciales para la vida humana.

Puede parecer una obviedad, pero estos horizontes temporales se encuentran ya muy cerca. Esto queda claro en que la variabilidad climática actual ya presenta mayores grados de confianza para la acción humana y el calentamiento global como sus causas, y en que esta crisis pasa a ser objeto de estudio de más áreas científicas que las ciencias climáticas. La economía no es la excepción; la cantidad de trabajos sobre este tópico no deja de crecer. También aumenta la preocupación por abordar las particularidades en el sur global, países emergentes y no desarrollados, que inicialmente habían sido marginados de las investigaciones por la escasez de datos y por los posibles dilemas entre estrategias de transición y desarrollo económico.

La importancia de los trabajos en estas regiones y países radica, por un lado, en que son los que cuentan con ecosistemas en peligro que aportan servicios a la humanidad como el filtro de aire y agua y la absorción de gases de efecto invernadero acumulados en la atmósfera. Por otro lado, el cambio climático toma formas más virulentas en el sur global y los países no desarrollados enfrentan más dificultades (sociales, económicas y de gobernanza) para adaptarse a ellos y para emprender los esfuerzos de mitigación que deben ser implementados y coordinados a nivel global. Finalmente, para todos los casos hay que considerar los efectos sobre la estabilidad macroeconómica en general, y financiera en particular, que tendrán los altos costos de las estrategias de mitigación y adaptación, los requerimientos y posibles créditos en moneda extranjera y los efectos de la crisis ecológica sobre las fuentes de estas divisas.

Sin embargo, a pesar de esta reconocida importancia del estudio de riesgos climáticos y de la necesidad de transición de estos países, es necesario aumentar el abordaje desde perspectivas teóricas que consideren las dificultades de países emergentes y no desarrollados en el acceso al financiamiento necesario. Las propuestas de financiamiento de la transición descansan con demasiada confianza en la inversión privada y mantienen una posición en la que Estados deberían mantenerse al margen en tanto esto sea posible. Por ello, las recomendaciones de política económica giran en torno a la imposición de impuestos a actividades contaminantes y a la creación de mercados de carbono, a pesar de que estas propuestas no parecerían tener los resultados de la dimensión necesaria para reducir el desgaste ecosistémico y la emisión de gases de efecto invernadero sin que esto se traduzca en una mayor desigualdad del ingreso hacia tanto

en el nivel nacional como entre países. Es necesario considerar este desafío en el marco de lo que se conoce como “transición justa” proponiendo que los sectores y países que menos han contribuido al cambio climático no deberían afrontar los costos más altos.

Las Ciencias Económicas han avanzado sobre estos problemas desde la conceptualización de los riesgos económicos del cambio climático (que serán considerados riesgos climáticos en adelante). Estos son clasificados entre riesgos físicos, que refieren a los potenciales impactos económicos de los cambios meteorológicos y climáticos, y riesgos de transición, que son los efectos de la transformación que una sociedad debe afrontar como consecuencia del cambio climático, incorporando estrategias de mitigación y adaptación y que abarcan impactos financieros, en el mundo del trabajo, los índices de pobreza, la producción potencial y la generación y demanda de moneda extranjera.

En tal sentido, aparecen trabajos que analizan los impactos de las mayores temperaturas, el alza en el nivel del mar, el cambio en las precipitaciones y la mayor frecuencia e intensidad de eventos climáticos extremos (como sequías, inundaciones, olas de calor, tormentas) para distintos indicadores de países de América Latina: pobreza, PBI, recaudación fiscal, y otros de comercio exterior como exportaciones e importaciones. También hay estudios sobre los riesgos que la transición a una economía verde implica para estos países, en términos de endeudamiento, índices de solvencia, acumulación de reservas internacionales y estabilidad macroeconómica en general.

Resulta afortunada la larga tradición latinoamericana en teorías estructuralistas puesto que la transformación necesaria para hacer frente a la crisis es armoniosamente adaptable a la necesidad de un cambio en la estructura productiva de estos países para alcanzar trayectorias de desarrollo y crecimiento sostenibles. Esta sostenibilidad siempre fue analizada en términos sociales, económicos y de inserción en la división internacional del trabajo; en la actualidad se le debe agregar la sostenibilidad natural. El abordaje sectorial de estos enfoques económicos es sumamente útil para representar el dilema que ha representado históricamente la especialización en el sector agropecuario y las nuevas consideraciones que deben incorporarse debido a la crisis ecológica. En línea con esto y con la búsqueda de un sendero sostenible de desarrollo debe incorporarse también la posibilidad y necesidad de cambio tecnológico. Sin embargo, por la importancia que se le da en este trabajo a la estabilidad macroeconómica y financiera, es útil también la incorporación de elementos teóricos de la escuela post-keynesiana de economía.

Sin embargo, para el caso de Argentina en particular, no hay trabajos de los riesgos físicos de la crisis sobre el balance de pagos. Estas cuentas internacionales son cruciales para la estabilidad macroeconómica de este país por la escasez sistemática de divisas. Por otro lado, el análisis de riesgos físicos es también muy necesario debido a la especialización nacional en la producción agropecuaria. Este sector se encuentra entre los más vulnerables a los efectos físicos, previamente mencionados, del cambio climático y el desgaste ecosistémico.

Por esto el presente trabajo busca aportar a esta brecha en el estado de conocimiento al estudiar la relación entre la acumulación de reservas internacionales y las precipitaciones de la región pampeana, afectadas por el cambio climático en general y su interacción con la variabilidad climática del fenómeno El Niño Oscilación del Sur.

El ENOS tiene una relevancia crucial en cualquier análisis que desee hacerse sobre el clima de Argentina, pero esta importancia aumenta con la profundización del cambio climático y del desgaste ecosistémico. Estos fenómenos sistémicos hacen que la variabilidad atribuida al ENOS se amplifique y sea más severa. Así lo prueba el episodio de sequía sostenida desde el 2019 que

azota a la Cuenca del Plata, región que comparte la afluencia hídrica de la que las zonas más fértiles de Argentina forman parte. Esta sequía causada por la disminución de las precipitaciones, asociada a la fase de La Niña que representa un clima más seco y frío para la región, interactúa con una alta demanda de agua para actividades agrícolas y ha llegado a afectar todo el sistema hídrico de la Cuenca. Las consecuencias negativas para Argentina son extensas, más bajo la consideración de que dentro de los eventos climáticos extremos, las sequías son más severas para indicadores económicos que las inundaciones. Osberghaus (2019) indica que los efectos son más claros y severos sobre exportaciones, y más aún en países no desarrollados.

La historia económica reciente de Argentina tiene muchos episodios de controles cambiarios que impedirían que este refleje las variaciones en las exportaciones. Por esto, pese a que el tipo de cambio tiene un peso evidentemente primordial en los vaivenes económicos del país, las reservas internacionales son la variable dependiente que puede realmente reflejar los riesgos ecológicos transmitidos a través del comercio exterior. Finalmente, la macroeconomía postkeynesiana ha observado un incremento en la acumulación de reservas internacionales por parte de distintas autoridades monetarias soberanas como mecanismo de estabilización del crecimiento. Paralelamente, tiene sentido considerar que esta acumulación es crucial también para el desarrollo económico de países latinoamericanos que deberán realizar grandes inversiones en pos del requerido cambio estructural.

## 1.2 Objetivos e hipótesis

El **objetivo general** del presente trabajo es analizar el impacto de los riesgos físicos en la estabilidad macroeconómica y en los esfuerzos de desarrollo sostenible de Argentina, con el balance comercial como canal de transmisión. En este sentido, se espera contribuir a la discusión sobre los impactos diferenciales que la crisis ecológica tiene para distintos países.

El **objetivo específico**, por su parte, es analizar, el impacto del cambio en el patrón de precipitaciones del área pampeana sobre la acumulación de reservas internacionales por parte del Banco Central.

Las **hipótesis** para las que se presentarán argumentos teóricos, antecedentes relevantes y evidencia empírica son dos:

- i) Existe una relación directa entre las precipitaciones y las exportaciones de los cuatro principales complejos agropecuarios: soja, trigo, maíz y girasol.
- ii) Vía su impacto sobre las exportaciones de esos cuatro complejos exportadores, los cambios negativos en el régimen de precipitaciones en el área pampeana tuvieron un impacto negativo sobre la política de acumulación de reservas internacionales del BCRA.

## 1.3 Metodología

Para llevar a cabo este trabajo se utilizó un modelo de cuadrados mínimos en dos etapas en el que la variable de exportaciones fue instrumentada por las precipitaciones de la región pampeana (registradas por cuatro estaciones meteorológicas).

La variable de reservas internacionales fue utilizada en logaritmo de variaciones mensuales para que los resultados arrojen conclusiones en términos porcentuales. La variable de exportaciones se construyó como la suma de las exportaciones de los cuatro complejos, y se le removió los componentes de tendencia y de estacionalidad. Se construyeron tres variables alternativas de precipitaciones, en todos los casos desestacionalizadas: la primera incluye sólo las precipitaciones de enero, la segunda promedia precipitaciones de enero y febrero y la tercera

promedia precipitaciones de enero, febrero y marzo. La influencia de estas precipitaciones fue considerada para cada año de abril a abril, para considerar tiempos de cosecha, tratamiento y comercio.

Se utilizaron controles para otras variables del balance de pagos: el Estimador Mensual de Actividad Económica funciona como aproximación de las importaciones y del Banco Central de la República Argentina se obtuvieron las variables más importantes de la cuenta financiera.

Los resultados obtenidos demuestran que hay una relación positiva entre la variación mensual de las reservas internacionales y las exportaciones instrumentadas por las precipitaciones de los meses de verano. Se utilizaron estos meses dado que es el momento en el que es más importante que los cultivos señalados reciban agua. Este resultado se sostuvo para distintas especificaciones de las variables y es robusto para modelos de vectores autorregresivos para cada una de las etapas del modelo de variables instrumentales. Estos modelos autorregresivos demostraron, de forma alternativa, una relación positiva entre las precipitaciones y las exportaciones de los cuatro complejos seleccionados (primera etapa de la regresión de variables instrumentales) y una relación positiva entre estas exportaciones y la variación de reservas internacionales con los controles correspondientes.

#### 1.4 Estructura de la tesis

Luego de esta introducción, el trabajo continúa con la segunda sección en la que se describen los efectos presentes y proyectados del cambio climático en general, pero poniendo énfasis en la región latinoamericana y en Argentina. En esta, también se describen las estrategias de mitigación y adaptación al cambio climático propuestas. En la tercera sección se categorizan y describen los riesgos económicos asociados a la crisis ecológica y sus canales de transmisión a la economía en general y a los riesgos financieros. También se realiza una construcción conceptual para acercar las ciencias económicas a la problemática ambiental. En la cuarta sección se identifican las particularidades de estos riesgos y canales para América Latina con énfasis en Argentina. También se reseñan trabajos y metodologías que hayan abordado estos riesgos en países en desarrollo y, particularmente, trabajos empíricos que hayan analizado riesgos climáticos y ecológicos para el caso de Argentina. En el capítulo cinco se describen los datos y sus fuentes y se desarrolla el modelo principal, todos los modelos alternativos, y se describen sus resultados. La sexta y última sección presenta las conclusiones.

## 2. Cambio Climático

### 2.1 Implicancias generales

Las alertas sobre el cambio climático y sus consecuencias se han vuelto más apremiantes tras las publicaciones del sexto Reporte de Evaluación (AR6 por sus siglas en inglés) del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés) en 2021 (reporte del primer grupo de trabajo) y 2022 (publicaciones del segundo y tercer grupo de trabajo).

El reporte anterior (AR5) data del 2014 y las publicaciones del IPCC desde entonces han sido: el Reporte Especial sobre el Calentamiento Global de 1,5° (2018), el Reporte Especial sobre el Cambio Climático y la Tierra (2019) y el Reporte Especial sobre el Océano y la Criósfera en un Clima Cambiante (SR1,5, SRCCL y SROCC, respectivamente, por sus siglas en inglés). El AR6 del 2021 presenta múltiples progresos entre los que se destacan los siguientes:

- La influencia antropogénica en el cambio climático, hasta ahora estimada con un amplio rango de confianza, es considerada prácticamente un hecho;
- Algunos de los efectos del cambio climático en el que la acción humana ha tenido efecto no serán reversibles (por ejemplo, el aumento del nivel del mar);
- Se han reducido significativamente los rangos de incertidumbre gracias a las mejoras metodológicas, principalmente en los análisis paleoclimáticos<sup>1</sup>, y a las nuevas observaciones. Esto ha permitido confirmar que muchas características del sistema climático actual, principalmente los niveles de calentamiento, no tienen precedente en milenios;
- Se ha reducido la incertidumbre sobre las proyecciones futuras gracias a la comparación entre proyecciones realizadas en el pasado y las observaciones efectivamente obtenidas;
- La medición de la emisión de gases invernadero se ha perfeccionado al punto de mejorar las observaciones referidas a su distribución geográfica, además de que se estudia también la interacción con aerosoles que producen enfriamiento;
- Se aumenta la certeza respecto de la influencia antropogénica en los cambios observados en el ciclo de agua global y en las proyecciones sobre la persistencia futura de estos cambios,
- Se aumenta la certeza respecto de la influencia antropogénica en la mayor intensidad y frecuencia de eventos climáticos extremos (principalmente para casos de fuertes precipitaciones, sequías, ciclones tropicales e incendios);
- El umbral de calentamiento de 1,5° podría alcanzarse en los inicios de la década de 2030, 10 años antes de lo esperado por el reporte especial sobre el calentamiento de 1,5°;
- Las estimaciones del calentamiento esperado como respuesta a la emisión de gases invernadero para las próximas dos décadas es mayor en todos los escenarios analizados en el AR6,
- El crecimiento de concentración atmosférica de metano se ha acelerado en el período de 2014 a 2019 de acuerdo a las evaluaciones desde 2007. Las principales fuentes de emisión son los combustibles fósiles y la agricultura (mayormente la ganadería);

---

<sup>1</sup> Los estudios paleoclimáticos refieren al estudio de la historia de amplios procesos y cambios climáticos y sus características a lo largo de la historia de la Tierra.

- Se aumenta la certeza sobre una proyección creciente de concentración de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) en sumideros terrestres y oceánicos, cuya capacidad de absorción irá en detrimento,
- Se aumenta la certeza sobre el aumento futuro del nivel del mar y la estratificación y pérdida de oxígeno en la parte superior de los océanos.

(IPCC, 2021, págs. TS:8-10).

En el presente trabajo se utilizarán las expresiones del AR6 del IPCC respecto del rango de confianza de los resultados obtenidos. Estas expresiones serán señaladas con letras itálicas para representar un determinado porcentaje de probabilidad en función de la siguiente tabla:

- Prácticamente cierto: 99%-100%
- Extremadamente probable: 95%-100%
- Muy probable o alta confianza: 90%-100%
- Probable o confianza media: 66%-100%
- Más probable que improbable: >50%-100%

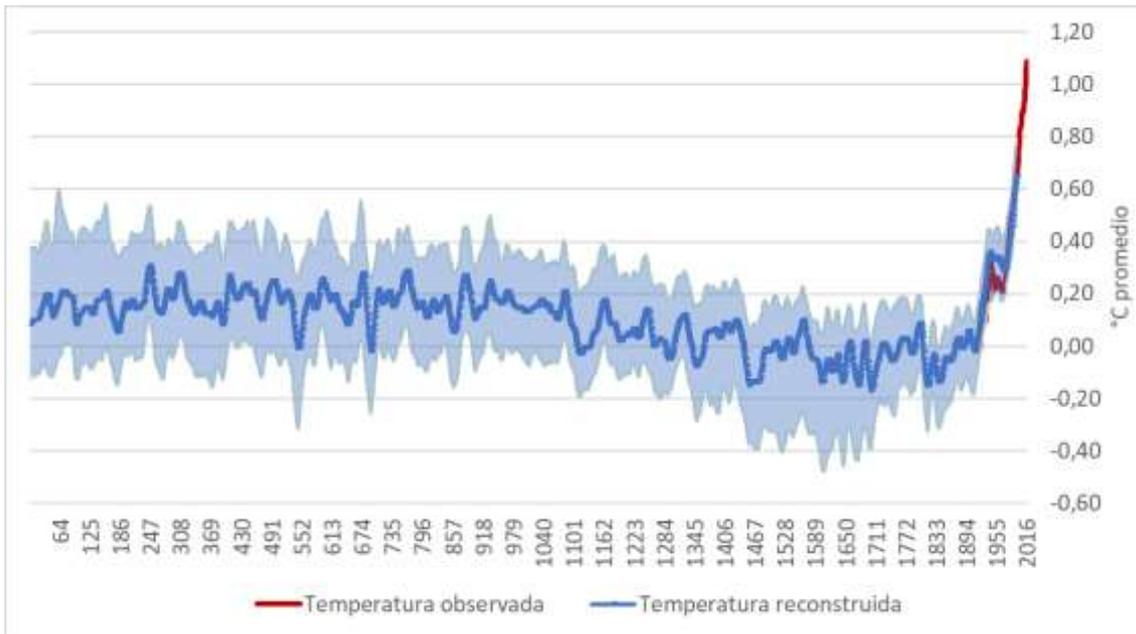
### 2.1.1 Cambio climático hasta ahora

El primer paso en el abordaje del cambio climático es diferenciar entre los cambios tendenciales de distintas variables en el largo plazo (tales como la temperatura, las precipitaciones y el nivel del mar) y eventos climáticos extremos (como lo son las olas de frío o calor, inundaciones y sequías). Aunque estos eventos se relacionan con las variables que sufren cambios tendenciales, no se puede establecer una linealidad entre ellos. Por ejemplo, un área puede sufrir una reducción tendencial de las precipitaciones pero que las inundaciones a causa de lluvias extremas se vuelvan más frecuentes e intensas.

En los últimos 10 años, las concentraciones atmosféricas de gases invernadero han aumentado a los promedios anuales de 410 ppm (partes por millón, en volumen) para el dióxido de carbono, 1866 ppb (partes por billón) para el metano (cuya emisión se ha acelerado de forma creciente) y 332 ppb para el óxido nitroso. Hay una *confianza alta* en que aproximadamente el 56% de las emisiones totales han sido absorbidas por la tierra y el océano, por lo que esta concentración se debe al 44% excedente (Ídem, pág. SPM:5).

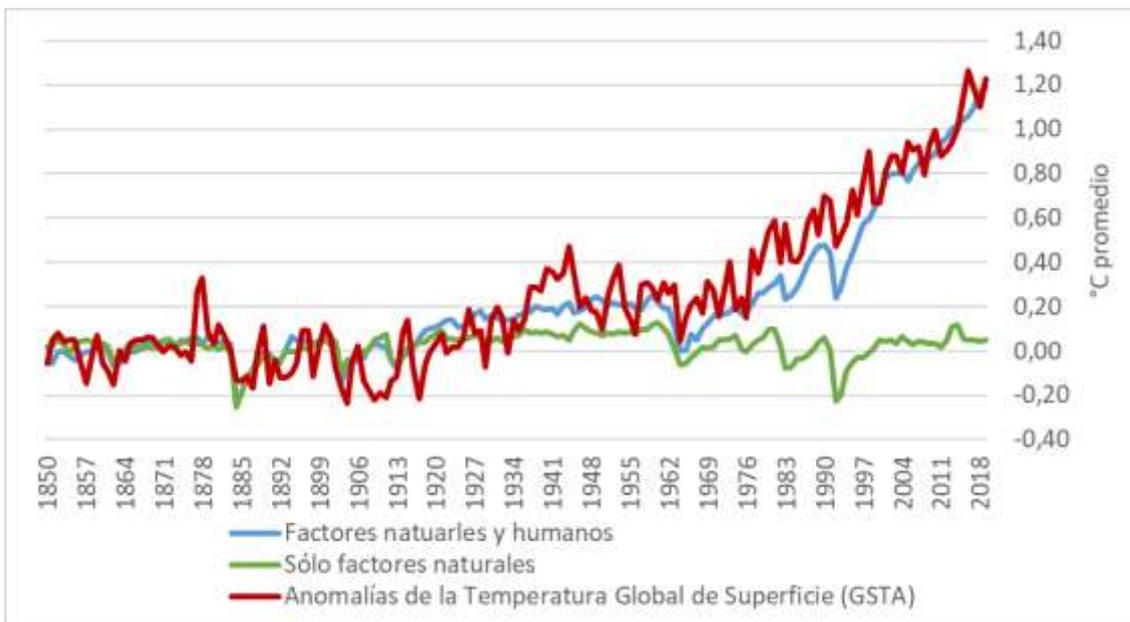
Las mejores estimaciones del nuevo reporte acusan un aumento de 1,07° C por acción humana desde el período 1850-1900 al período 2010-2019; los niveles de concentración atmosférica de gases invernadero y las tasas y niveles de calentamiento no tienen precedente (Ídem, pág. SPM:6) Esto último es reflejado en el siguiente gráfico:

Figura 2.1: Cambio en la temperatura global de la superficie (promedio por década) de acuerdo a la reconstrucción del 1-2000 y a la observada entre 1850-2020



Fuente: elaboración propia en base a IPCC (2021)

Figura 2.2: Cambio respecto de 1850-1900 en la temperatura global de la superficie (promedio anual) de acuerdo a lo observado y simulado para estimaciones con factores sólo naturales y humanos y naturales



Fuente: elaboración propia en base a IPCC (2021)

Como se puede observar en las figuras 2.1 y 2.2, el clima de la tierra ha cambiado históricamente de forma natural, pero los últimos 70 años han revertido una tendencia de descenso en esta temperatura, con un alza sin precedentes y niveles superiores a los que ha tenido por milenios.

Otros puntos de alerta refieren a que el calentamiento se acelera y que se extiende a casi todas las regiones del mundo (Ídem, pág. 2:104).

La parte superior del océano (0-700 m) se ha calentado desde 1970 (*prácticamente cierto*) con la influencia humana como principal causa (*extremadamente probable*). Es *prácticamente cierto* que la acidificación de esta porción del océano abierto es causada por la emisión humana de dióxido de carbono. Los niveles de oxígeno han caído severamente en muchas regiones para la parte superior del océano (*confianza alta*). El promedio global de la elevación del océano ha aumentado alrededor de 0,20 m entre 1901 y 2018, con una tasa promedio de elevación marítima alrededor de 1,3 mm por año entre 1901 y 1971, alrededor de 1,9 mm por año entre 1971 y 2006 y 3,7 mm entre 2006 y 2018 (*confianza alta*). Por otro lado, la precipitación global promedio ha aumentado desde 1950 (*probablemente*) y de forma acelerada desde 1980 (*confianza media*) (Ídem, pág. SPM:6).

Respecto de los eventos extremos, los casos de calor extremo se han vuelto más frecuentes y más intensos desde 1950 (*prácticamente cierto*) y los fríos extremos se han vuelto menos frecuentes y severos (*confianza alta*). Por otro lado, la frecuencia e intensidad de los eventos de fuerte precipitación ha aumentado sobre la mayor parte del área analizable (*confianza alta*) (Ídem, pág. SPM:10).

Para cada cambio específico observado hasta el momento de publicación del Reporte, la influencia antropogénica ha sido estimada con rangos de seguridad desde "*probablemente*" hasta "*confianza alta*". En el caso del calentamiento global a causa de la emisión de gases de efecto invernadero (GEI) y su acumulación atmosférica, la acción humana es caracterizada como un causante de forma inequívoca. Estos gases se nombran así porque son los responsables del efecto que permite mantener la temperatura global manteniendo parte de la radiación solar en la superficie aun durante la noche. De otra forma, la volatilidad de la temperatura y el frío de la noche haría imposible la vida como la conocemos. Sin embargo, la emisión de estos gases por la actividad humana moderna excede sostenidamente la capacidad de absorción por parte de los ecosistemas, acumulándose en la atmósfera y aumentando demasiado la temperatura global.

### 2.1.2 Proyecciones a futuro

El sexto reporte del IPCC realiza proyecciones en base a 5 escenarios hipotéticos que varían de acuerdo a las condiciones socioeconómicas y emisión de gases invernadero, presentados en la fase 6 del Proyecto de Comparación de Modelos (CMIP6, por sus siglas en inglés). Estos escenarios describen evoluciones posibles para determinados cambios climáticos y sociales. El modelo utilizado como base para las simulaciones es el SSP2-4,5<sup>2</sup> en el que las tendencias mantienen el sendero actual sin desvíos significativos y el nivel de radiación para 2100 se estima en 4,5 Wm<sup>-2</sup>.<sup>3</sup> Los otros escenarios son SSP1-1,9 y SSP1-2,6, en el que hay un giro creciente hacia prácticas sustentables, el SSP3-7,0, en el que los países priorizan la seguridad regional a las acciones coordinadas contra el cambio climático y SSP5-8,5, que supone una sociedad de uso intensivo de energía con una economía basada en los combustibles fósiles (O'Neill et al, 2016).

En todos los escenarios, la temperatura aumenta por lo menos hasta la mitad del siglo (IPCC, 2021, pág. SPM:17). Uno de los efectos de este calentamiento es la mayor frecuencia e

---

<sup>2</sup> El número luego de las siglas SSP refiere al escenario social sobre el que se realizan las proyecciones climáticas mientras el número luego del guion se refiere a la radiación forzada por el escenario para el año 2100 (o un objetivo fijado luego de este año).

<sup>3</sup> La medida Wm<sup>-2</sup> refiere a la densidad de potencia de la longitud de onda y es una medida de radiación.

intensidad de eventos climáticos extremos. Entre ellos, se destacan las temperaturas extremas, las precipitaciones severas, las inundaciones y las sequías.

La frecuencia e intensidad de extremos de calor continuará aumentando a la vez que disminuirán en el caso de los fríos extremos si los niveles de calentamiento continúan aumentando (*muy probablemente*). Los eventos extremos de fuertes precipitaciones se volverán más frecuentes en la mayoría de las regiones (*probablemente*) y con ellas las inundaciones pluviales. A su vez, las áreas afectadas por sequías agrícolas y ecológicas se ampliarán, y estas también serán más frecuentes e intensas (*confianza alta*) (Ídem, pág. 11:7).

Además, el calentamiento global intensificará el ciclo de agua. En las regiones dominadas por ciclos de nieve, se espera un deshielo primaveral más temprano (*confianza alta*) (Ídem, pág. SPM:25).

El AR6, a diferencia del AR5, se centra en la proyección de precipitaciones sobre tierra debido a que sus consecuencias sociales son más relevantes. Las precipitaciones globales sobre tierra para el período 2081-2100 respecto del 1995-2014, de acuerdo a lo anterior, presentan una proyección de cambio entre -0,2% y 4,7% y entre 0,9% y 12,9% para los escenarios de menor y mayor radiación respectivamente. Al mismo tiempo, el promedio anual de precipitación sobre tierra tiene un crecimiento proyectado para 2081-2100 respecto de 1995-2014 de 0-5% bajo el escenario de menor radiación, 1,5-8% para el escenario intermedio y 1-13% para el escenario de mayor radiación (*probablemente*, para todos los casos). **Se espera que las precipitaciones crezcan sobre latitudes altas, el Pacífico ecuatorial y partes de las regiones con monzones, pero que decrezca en subtrópicos y áreas limitadas para los tres escenarios de mayor emisión de gases (*muy probablemente*)** (Ídem, pág. 4:27).

Se proyecta que este calentamiento, además, intensificará los climas más húmedos y más secos y las estaciones, con efectos sobre intensidad y frecuencia de inundaciones y sequías (*confianza alta*). **Sin embargo, estas son estimaciones globales y cada región requiere de una comprensión detallada de sus particularidades y las fuentes de variabilidad climática natural a la que están expuestas.** Además, el cambio climático en general y el calentamiento en particular puede también afectar estas fuentes de variabilidad interna. **Por ejemplo, se espera que el fenómeno de El Niño – Oscilación del Sur (ENOS) se amplifique para la segunda mitad del siglo 21 en los tres escenarios de mayor emisión de gases invernadero (*muy probablemente*)** (Ídem, pág. 4:5).

El ENOS se compone de dos fases extremas opuestas, El Niño y La Niña, y una fase intermedia conocida como neutral. Para la primera de las tres, los vientos alisios<sup>4</sup> se vuelven más débiles de lo usual, acumulando el agua cálida en la zona oriental del océano Pacífico. Esta mayor temperatura genera un aire más húmedo que se traduce en mayores precipitaciones. En el caso de La Niña, los fuertes vientos alisios impiden la acumulación de agua caliente en el Pacífico por lo que la humedad en el aire se reduce.

Aunque se proyecta una mayor frecuencia e intensidad de inundaciones como eventos extremos, hay regiones que pueden experimentar una reducción de la humedad debido a la creciente demanda de agua atmosférica que produce una mayor evapotranspiración: el suroeste de América del Norte, Sudáfrica, el suroeste de América del Sur y el sureste de Australia (*confianza alta*) (Ídem, pág. 8:7).

---

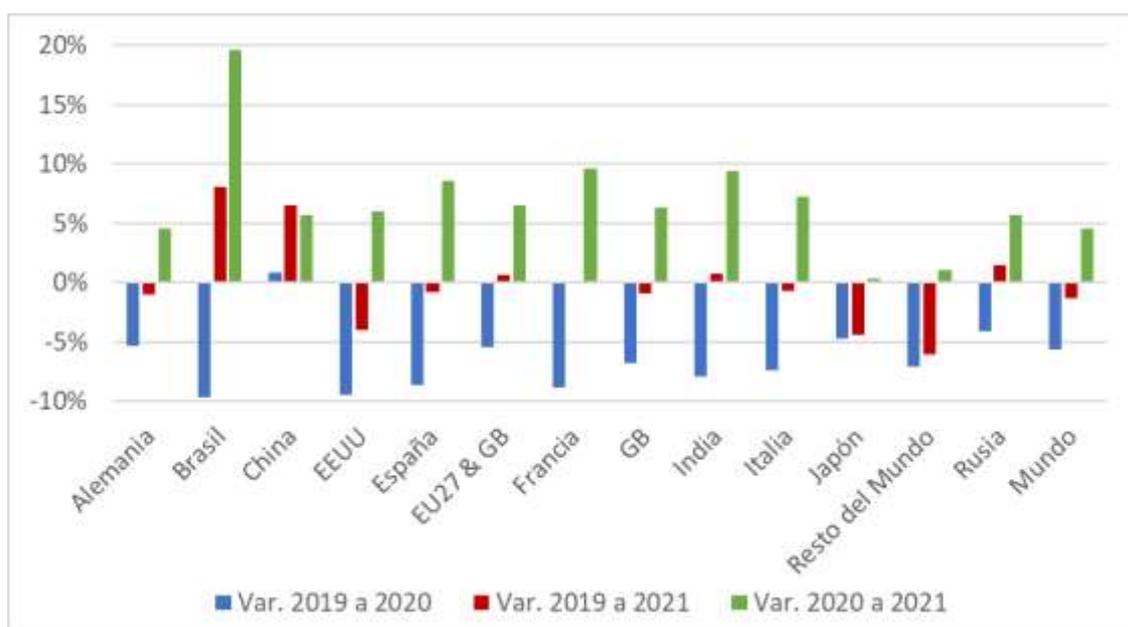
<sup>4</sup> Los vientos alisios corren de forma regular y moderada desde el Oeste al Este, convergiendo en el Ecuador desde Norte y Sur.

Otros factores de variabilidad natural de frecuencia baja e irregular (además de ENOS) son la oscilación ártica (NAM por las siglas de Modo Anular del Norte en inglés) y la antártica (SAM, por las siglas de Modo Anular del Sur en inglés). Estas refieren a un cinturón de vientos circundantes a los polos que en su fase positiva se contraen hacia ellos y en su fase negativa se expanden al ecuador. Aunque las estimaciones de corto plazo sobre ambos fenómenos no arrojan cambios frente al calentamiento global sostenido (de hecho, los cambios forzados sobre ambos efectos se reducirían si se mantiene la recuperación de la capa de ozono), sí lo hacen las proyecciones de largo plazo para escenarios de alta emisión de gases invernadero (*probablemente*). Estos efectos implicarían una contracción hacia los polos de los cinturones de viento que aumentarían la probabilidad de ocurrencia de ciclones extratropicales (Ídem, pág. 4:69).

Estos fenómenos de variabilidad interdecadal afectan la estimación de la influencia antropogénica en los cambios observados y tienen efectos muy distintos para distintas regiones, con patrones cíclicos que no son precisos. En el futuro, pueden amplificar o reducir esta influencia. **La interacción con las distintas regiones requiere que todas las estimaciones y proyecciones realizadas sean contempladas específicamente para cada contexto geográfico y social, puesto que los distintos usos del suelo y la biósfera en general, generan distintas repercusiones del cambio climático. Además, la posible retroalimentación entre la variabilidad natural y la acción humana aumenta la incertidumbre sobre las proyecciones futuras por lo que los resultados podrían volverse aún más alarmantes.** A este proceso de retroalimentación se suma los hallazgos sobre la pérdida en la capacidad de absorción de CO<sub>2</sub> por parte de los sumideros en la tierra y el océano a medida que aumenta la concentración de gases invernadero en ellos. Esto, por supuesto, implica una mayor concentración atmosférica de estos gases, que fue tomada en cuenta en las estimaciones del último reporte del IPCC.

Finalmente, todos los escenarios están sujetos a modificaciones ante eventos naturales de gran impacto, como una serie de grandes erupciones volcánicas. Es *probable* que al menos una gran erupción volcánica tenga lugar durante el siglo XXI, lo que reduciría muchos de los efectos del cambio climático hasta ahora señalados (Ídem, pág. SPM:36). Sin embargo, la reducción temporal de las emisiones durante la crisis originada por el COVID-19 han dejado en claro que una mayor prolongación de estas medidas de mitigación es necesaria para que los efectos sean significativos. La volatilidad natural del clima en las distintas regiones dificulta la obtención de datos significativos con tan pocas observaciones. A pesar de esta caída en las emisiones del 2020, la concentración atmosférica de CO<sub>2</sub> aumentó cerca de 2,3 ppm y algunos países ya presentan variaciones positivas de emisión respecto de 2019, tal como lo muestra el gráfico 2.3 a continuación.

Figura 2.3: cambio en las emisiones en 2020 y 2021, en relación a los niveles de 2019



Fuente: (UNEP, 2021) y <https://www.carbonmonitor.org.cn>

El cambio climático es un fenómeno de alcance mundial y muchas de las mediciones (proyectadas y efectivamente observadas) son significativas con altos grados de confianza para promedios globales. Sin embargo, aproximaciones previas que auguraban que las regiones húmedas se volverían más húmedas y las regiones secas se volverían más secas pueden no mantenerse para todos los casos.

En línea con esto y con lo expuesto previamente, las propuestas de política la mitigación y adaptación de este fenómeno deben contemplar estas particularidades regionales.

El caso de América Latina, que será desarrollado de forma más exhaustiva en el capítulo 4 del presente trabajo, cuenta con muchas de estas características propias. A grandes rasgos, Bárcena Ibarra et al. (2020) destacan la divergencia entre la responsabilidad de las emisiones (sólo un 8,3% de las emisiones son emitidas por América Latina y el Caribe) y las consecuencias ocasionadas por el cambio climático.<sup>5</sup>

De todas formas, estos datos consideran que hasta el 2015 hubo un proceso de crecimiento sostenido en la región, que redujo significativamente los niveles de pobreza. Distintas estimaciones han demostrado que la elasticidad ingreso del consumo de combustibles fósiles es cercana a uno o incluso superior en la región, por lo que las emisiones han ido en aumento y se puede esperar que continúen así. A su vez, la elasticidad precio del consumo de combustibles fósiles es muy baja (más que en países desarrollados) por lo que la imposición de impuestos no tendría efectos suficientes sobre la emisión de gases invernadero, pero sí tiene una fuerte potencialidad de inestabilidad macroeconómica (Bárcena Ibarra et al, 2020, págs. 65-67).

Entre los motivos por los que el cambio climático es más agresivo en esta región refiere no sólo a las dificultades financieras para llevar a cabo la inversión necesaria en adaptación, sino también por otros elementos, tales como la importancia del sector agropecuario en la economía

<sup>5</sup> (Bárcena Ibarra et al, 2020, pág. 63)

en total y en la canasta de exportación, el poco espacio fiscal que se vería afectado por una mayor frecuencia e intensidad de eventos climáticos extremos (que tomarán una forma particularmente virulenta en la región por la interacción con fuentes de variabilidad interna como el ENOS), la vulnerabilidad sanitaria frente a las inundaciones y la mayor temperatura promedio y la exposición de la infraestructura portaria y urbana al nivel del mar (Ídem, pág. 68-102). Por último, cabe señalar que la reducción de la pobreza no implicó que estos sectores estuvieran realmente fuera de peligro; sus niveles de ingreso aún los hacen más vulnerables a los riesgos climáticos (Ídem, pág. 65).

## 2.2 El clima en Argentina

### 2.2.1 Descripción general

El presente trabajo se centra en el caso de Argentina por lo que debe ser evaluado el cambio climático en esta región en particular para caracterizar correctamente potenciales fuentes de riesgo socioeconómico ante el cambio climático.

En línea con ello, cabe señalar que el 33% del país se encuentra en lo que se conoce como la Cuenca del Plata, un subsistema ecológico que abarca gran parte de Brasil, Bolivia, Paraguay, Uruguay y Argentina, tal como lo demuestra la siguiente imagen.

Figura 2.4: mapa de la Cuenca del Plata; las áreas verdes representan zonas de irrigación.



Fuente: (FAO, 2016) en (Naumann et al, 2022, pág. 4).

En su conjunto, el país se caracteriza por una gran variabilidad climática atribuible a su gran extensión y variabilidad topográfica. El punto más importante en este sentido es La Cordillera de los Andes que recorre la región Oeste del país, con picos decrecientes al Sur. La posición latitudinal del centro del país coincide con la banda latitudinal circundante al globo de alta presión, por lo que se esperaría que corresponda a una región seca. Este es el caso para el Oeste del país, principalmente en la región central y Norte, debido a que los vientos provenientes del Oeste descargan su humedad antes de cruzar la cordillera. En la región Este, sin embargo, existen múltiples corredores de humedad que provienen de la Cuenca del Plata (cuyos ríos principales son el Paraná, el Uruguay y el Paraguay) además de las precipitaciones provenientes del Atlántico. Esta región, conocida como Pampa Argentina, es tradicionalmente la de mayor importancia agrícola para el país al tener las tierras más fértiles de la cuenca, aunque el calentamiento progresivo, el cambio en el patrón de lluvias y los progresos tecnológicos han favorecido una expansión de la frontera agropecuaria hacia el Norte. En la misma zona se encuentra el Delta del Paraná (desde las ciudades de Santa Fe y Rosario) que conforma una serie de islas y humedales. Los ríos Bermejo y Pilcomayo que también pertenecen a la Cuenca del Plata alimentan la región chaqueña en la que se encuentran el bosque Chaqueño, la Selva de Yungas, un ecosistema de puna de montaña y llanura con zonas secas y húmedas. Es el segundo bioma más importante de América del Sur (FAO, 2016).

A pesar de que el promedio anual de precipitaciones en Mendoza es menor al 20% del promedio anual de precipitaciones en Buenos Aires y que enfrenta sequías de forma recurrente, esta región se favorece de la humedad de deshielo que desciende de la cordillera para cultivar a los pies de las montañas. Este ecosistema y la producción de cultivos al pie de la Cordillera, que aprovecha la humedad de tal ecosistema, se encuentra en riesgo por la reducción en la formación de hielo de alta montaña y la tendencia decreciente de las precipitaciones hacia el Noroeste (IPCC, 2021, pág. TS:94; Barros et al, 2015). En la región sur conocida como Patagonia Argentina se cultivan variados frutos gracias a que la humedad de los vientos logra atravesar las montañas de menor elevación, aunque no realizan descargas de humedad tan grandes como las de la Región Pampeana debido a las temperaturas más bajas.

Es importante señalar que la población se encuentra concentrada en pocas ciudades. De acuerdo al censo poblacional de 2010, el 66% de la población argentina se concentra en la Región Pampeana. Esta zona es, a su vez, afectada por tormentas que se encuentran entre las más intensas del mundo, generando fuerte actividad eléctrica y granizo, principalmente en algunos días del verano (Naumann et al, 2022, pág. 17). Debido a los problemas de infraestructura de las ciudades y a este particular patrón de precipitaciones, las poblaciones se enfrentan a fuertes inundaciones con altos costos económicos y sanitarios.

Respecto de las fuentes naturales de variabilidad climática de baja frecuencia, Argentina puede considerarse expuesta a dos: el Modo Anular del Sur o SAM (principalmente en la región patagónica cuando se expande hacia el Ecuador) y el ENOS, aunque no es en realidad muy propensa a ciclones extratropicales (asociados al SAM) y su variabilidad climática está principalmente explicada por el fenómeno de El Niño y La Niña.

En el período de El Niño, Argentina enfrenta crecientes precipitaciones, principalmente en verano, al igual que toda la Cuenca del Plata. Estas precipitaciones resultan muy provechosas para múltiples cultivos, a excepción de los casos en los que llevan a severas precipitaciones. En cambio, durante los períodos de La Niña, las precipitaciones se reducen y las sequías se hacen más frecuentes.

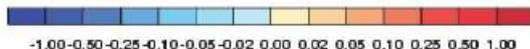
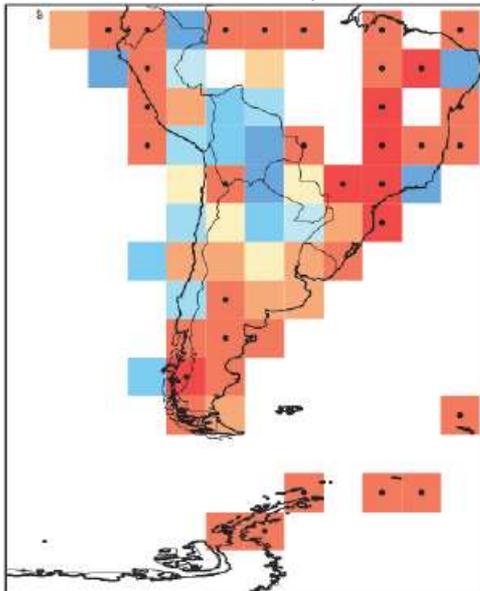
### 2.2.2 Cambio climático en Argentina hasta ahora

La fuerte variabilidad natural a la que está expuesta Argentina, además de las distintas características climáticas debido a la extensión y diferentes topografías, hacen que las estimaciones sean muy difíciles de llevar a cabo con sólida confianza.

**Respecto de las temperaturas promedio, hay una confianza alta en el calentamiento en las regiones del Centro y Sur del país para los meses de verano (diciembre a febrero) y de invierno (junio a agosto). En el Norte del país se observan puntos de temperaturas mayores y menores, pero con menor confianza en las tendencias.** El informe de Nottingham basado en el cuarto Reporte de Evaluación del IPCC (2007) señala un calentamiento promedio estimado de  $0,07^\circ$  por década entre 1960 y 2010, con un mejor rango de certidumbre para las mediciones de verano (Gosling et al, 2011, pág. 18).

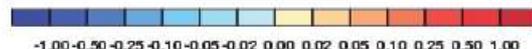
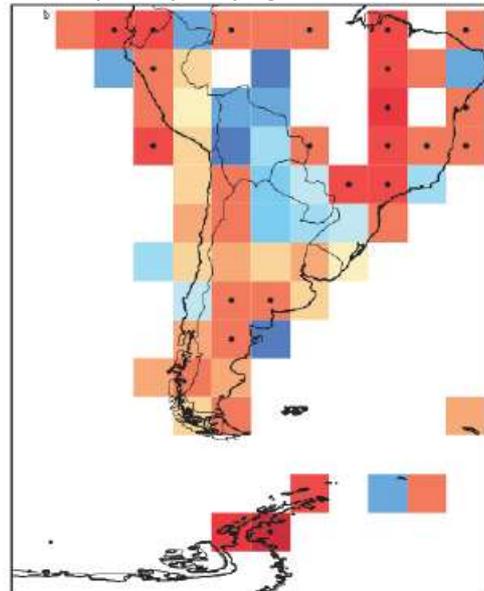
Figura 2.5: tendencias de temperaturas desestacionalizadas por década para Argentina y regiones cercanas para el período 1960-2010.

a) Anomalías mensuales promedio para los meses de diciembre, enero y febrero



°C por década

b) Anomalías mensuales promedio para los meses de junio, julio y agosto



°C por década

Fuente: (Gosling et al, 2011, pág. 14).

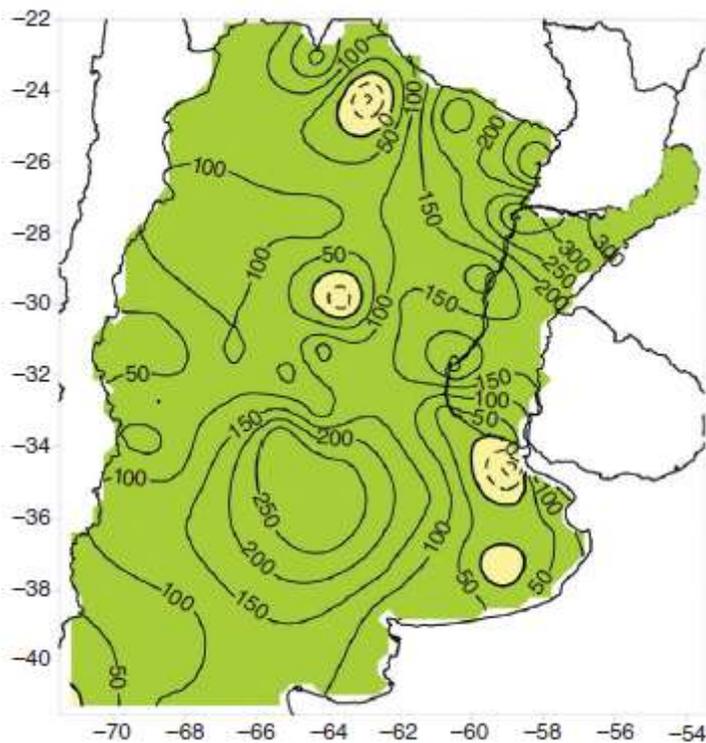
Los resultados de este informe fueron robustos en lo que respecta a una temperatura diaria promedio tendencialmente mayor para la región del Centro y Sur del país y para temperaturas extremas en la región Norte (siempre sobre promedios anuales, sin diferenciar entre estaciones).

De acuerdo a un trabajo realizado en el marco del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), **el calentamiento en Argentina desde 1901 se mantuvo por niveles apenas inferiores a los promedios globales (cerca del  $0,5^\circ\text{C}$  entre 1901-2012 para la mayor parte del país) y las tendencias de aumento en eventos de temperaturas extremas se**

han vuelto más fuertes (aun considerando que la cercanía oceánica reduce la amplitud térmica significativamente para gran parte del país) (Barros et al, 2015, págs. 151-152).

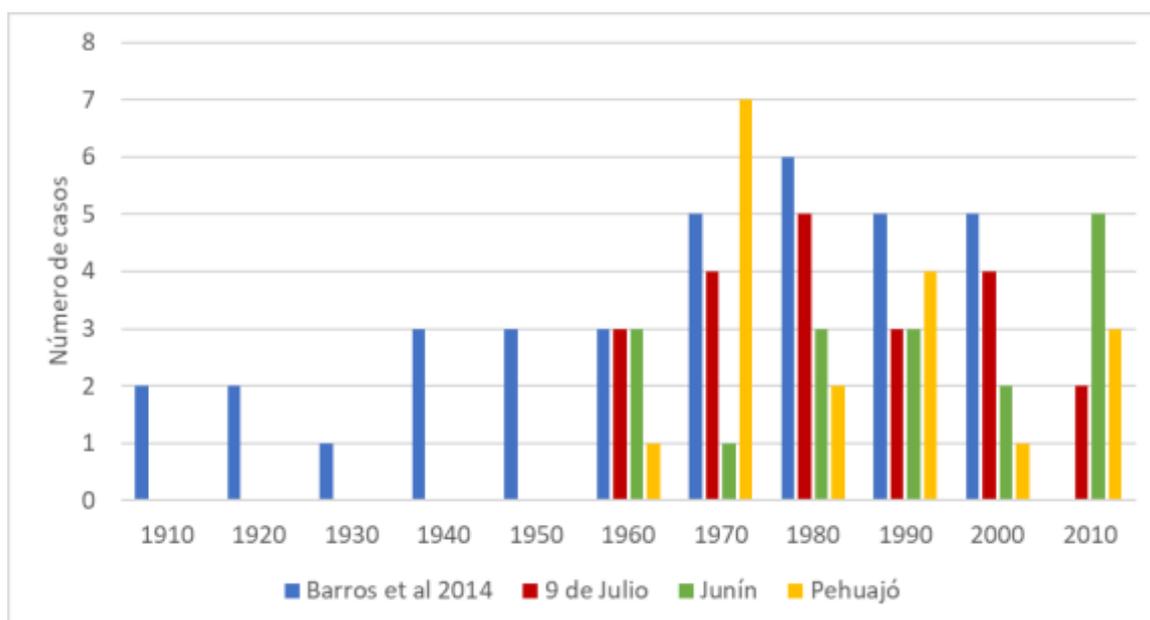
En este mismo trabajo, se observa una tendencia creciente de precipitaciones en la Argentina subtropical (entre 1916-1990, particularmente desde 1960) y decreciente en las cercanías de la Cordillera de los Andes. Las precipitaciones en el Norte han sido atribuidas en su mayoría a las distintas fases del ENOS, pero en la región subtropical se asocian al desplazamiento de las isoyetas (líneas imaginarias sobre un mapa geográfico que indican distintas regiones de precipitaciones).

Figura 2.6: Cambio en la precipitación anual en el período 1960-2000 en milímetros. El color verde indica cambios positivos y el color amarillo, negativos.



Fuente: (Barros et al, 2015, pág. 154)

Figura 2.7: número de días por década en los que la precipitación en la ciudad de Buenos Aires fue mayor a 100 mm



Fuente: Elaboración propia en base a Barros et al. (2015) y el SMN.

Como se puede observar en la figura 2.6, el cambio en las precipitaciones anuales es mayoritariamente positivo para todo el país con algunas excepciones. La figura 2.7, muestra que los eventos extremos (cantidad de días con una precipitación mayor a los 100 mm) asociados a fuertes precipitaciones en la Ciudad de Buenos Aires (donde geográficamente se acumula mayor parte de la población) han aumentado claramente su frecuencia a lo largo del paso de las décadas. Se han combinado los datos de Barros et al. (2014) con la información de tres estaciones climáticas del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) ubicadas en la Región Pampeana: 9 de Julio, Junín y Pehuajó.

### 2.2.3 Proyecciones en Argentina

**Para las próximas tres décadas se proyecta un calentamiento general para el país sin importar qué escenario sea utilizado para realizar la estimación** (se utilizan los mismos escenarios que en el AR6 del IPCC). Concretamente, se estima un calentamiento entre 0,5°C a 1°C, lo que implica una fuerte aceleración respecto del ritmo de calentamiento observado hasta el 2014.

Respecto de la tendencia de precipitaciones, resulta difícil realizar una estimación en conjunto, por lo menos en base a la información obtenida hasta el AR4. Sin embargo, **se proyectan caídas entre 5% y 20% para el Sur del país y aumentos del 20% para el Norte y particularmente el Noreste del país para el 2100 respecto del período 1960-1990** (Gosling et al, 2011, pág. 61). **Se espera que las tendencias positivas en las precipitaciones desde 1960 se mantengan** (Barros et al, 2015, pág. 154). Estas estimaciones se mantienen coherentes con los resultados del AR6 del IPCC (2021), que proyectan con *alta confianza* aumentos en las precipitaciones promedio e inundaciones extremas para la región sureste de América del Sur, pero también una mayor prolongación de las sequías severas (principalmente en la Cuenca del Plata), para mediados del siglo XXI con un escenario de calentamiento global de 2°C o más (IPCC, 2022a, pág. 1711). Se proyecta que **las precipitaciones en la región andina continuarán cayendo, lo que se sumaría a una menor acumulación de hielo en los picos y una consecuente menor disponibilidad de**

**agua para los cultivos de la región. Por esto, aumenta considerablemente el riesgo de sequías, aridez e incendios (IPCC, 2021, págs. TS:94; 8:32-96).<sup>6</sup>**

#### 2.2.4 La sequía sostenida desde 2019 en La Cuenca del Plata

Hay distintas definiciones de sequías. La primera de ellas que es señalada por Amarilla (2022) en el INTA,<sup>7</sup> a la que se ha hecho referencia en este capítulo, es la sequía meteorológica que refiere a la escasez continuada de precipitaciones. Entre otros fenómenos, estas suelen verse acompañadas por menor humedad general, mayor evapotranspiración y menor recarga de aguas subterráneas. De sostenerse por el tiempo suficiente, se relacionan con otros tipos de sequías: la hidrológica y la agrícola. La primera se relaciona con los ciclos hidrológicos de cursos y acumulaciones de agua y se asocia a una disminución en la disponibilidad de agua superficial y subterránea en una cuenca. La segunda se define como escasez de agua en relación a los requerimientos de los cultivos de la actividad antropogénica. Esta última está relacionada de forma más inmediata con una sequía meteorológica que la sequía hidrológica, que tiene lugar luego de mayor tiempo (Amarilla, 2022).

El Centro Común de Investigación (JRC), el servicio de ciencia y conocimiento de la Comisión Europea, ha presentado un trabajo sobre la sequía sostenida entre 2019 y 2021 (Naumann et al, 2021). Coincidente con el fenómeno de La Niña, la Cuenca del Plata enfrenta una sequía prolongada desde 2019, que se espera, pueda extenderse por lo menos hasta inicios del 2023. De acuerdo al SMN de Argentina, al 2 de enero de 2020 el estado del ENOS era neutral. Sin embargo, el fenómeno ha vuelto a la fase de La Niña y hay un 76% de probabilidades de que se mantenga durante el período de diciembre del 2022, enero y febrero del 2023 (SMN, diciembre de 2022: [www.smn.gob.ar/enos](http://www.smn.gob.ar/enos)). Naumann et al. ubica este evento entre los 5 más importantes para el Sudeste de América del Sur desde 1950.

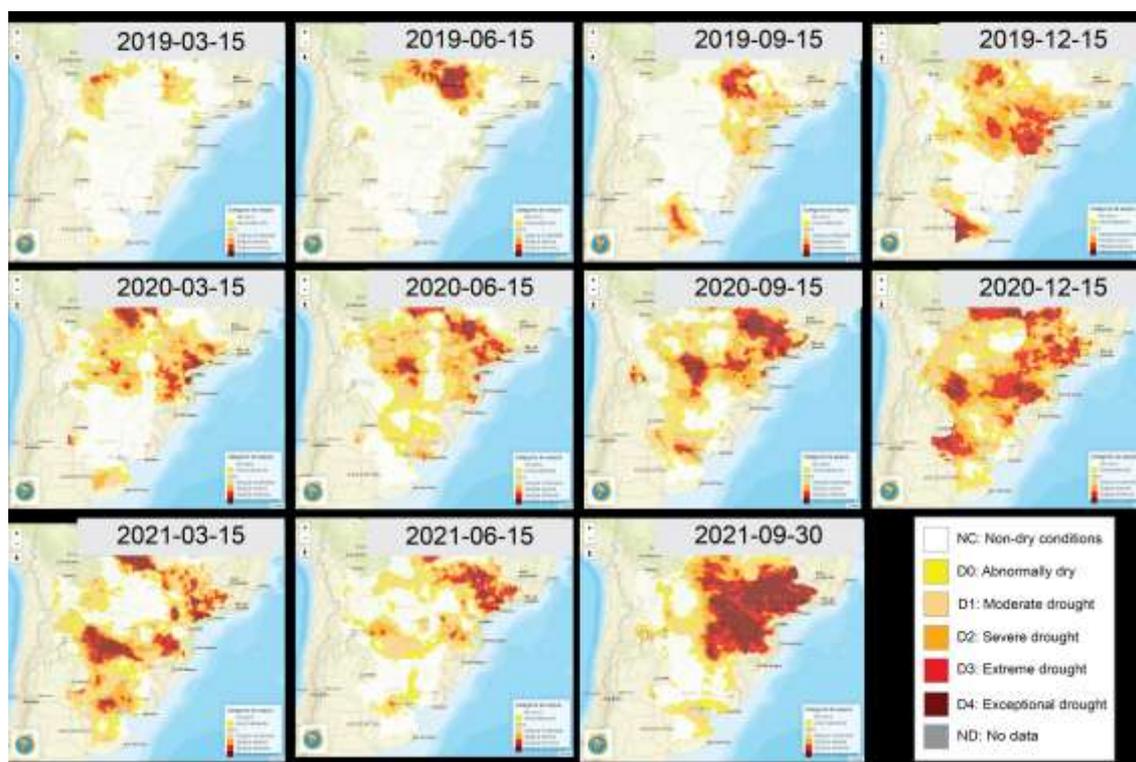
**El fenómeno de La Niña es acompañado por climas más secos para esta región, pero la persistencia del presente evento ha generado que el impacto se extienda al ciclo hidrológico, afectando la hidrología completa de la Cuenca (humedad del suelo, comportamiento de los ríos, contención superficial y subterránea del agua) y los ecosistemas de la región. La extensión no es sólo llamativa en el tiempo, sino también en el espacio; la falta de humedad en regiones de la cuenca de gran demanda por las actividades agropecuarias, genera que la humedad se reduzca en toda la zona.**

---

<sup>6</sup> Resultados con niveles *altos y medios de confianza*.

<sup>7</sup> <https://inta.gob.ar/documentos/cambio-climatico-entendiendo-la-sequia-en-el-norte-argentino>, accedido en noviembre del 2022.

Figura 2.8: Categorías de sequía para la Cuenca del Plata, derivadas del SPI desde marzo del 2019 a septiembre del 2021



Fuente: (Naumann et al, 2022, pág. 10).

Este informe recoge el estudio del Índice Estandarizado de Precipitaciones (SPI por sus siglas en inglés) que expone dos puntos de la Cuenca del Plata: las localidades de Mato Grosso y Santa Fe do Sul en Brasil. Este índice arroja que desde 1981 la cuenca ha enfrentado eventos muy o extremadamente secos entre 20 y 30 veces; dos terceras partes de estos eventos, tuvieron lugar en los últimos 4 años.

**Las causas de este evento se encuentran en la considerable persistencia de La Niña además del ciclo del SAM al que está sujeto el clima del país. Sin embargo, la gravedad del evento además de la secuencia de otras sequías recientes (2008, 2011-2012 y 2018) supone que otros elementos explicativos deben ser tomados en cuenta para entender la dimensión del fenómeno.** El Amazonas, con el que la Cuenca del Plata está vinculada, es cada vez más vulnerable a los eventos de calor extremo y sequías prolongadas a causa de los cambios antropogénicos en el uso del suelo y el cambio climático en general (IPCC, 2022a, pág. 1691).

Las consecuencias exceden la obvia dificultad para el cultivo agropecuario: se evidencian muchos casos de incendios en la Cuenca del Plata y un nivel demasiado bajo en los ríos Paraná, Paraguay y Uruguay dificultan el transporte. Además, los ecosistemas que requieren del correcto funcionamiento de este ciclo de agua proveen servicios ecosistémicos como el control de agua, aire y temperatura, que evitan un aumento en las enfermedades en distintas especies, incluida la humana.

Tras un mayor desarrollo de las caracterizaciones contextualizadas del cambio climático y sus efectos, se profundizará en las consecuencias socioeconómicas de este tipo de eventos y tendencias, cada vez más frecuentes e intensos a causa del sostenido calentamiento global. Es

importante, también, considerar los efectos que las acciones de mitigación y adaptación del cambio climático pueden tener sobre las distintas economías, producciones y sociedades. Para ello, será necesario estudiar estas distintas acciones.

## 2.3 Acciones frente al cambio climático

### 2.3.1 Estrategias de mitigación

El último reporte del IPCC (2021) intensifica las alertas sobre el cambio climático y la importancia de accionar por su mitigación, es decir, su reducción. Incluso si se alcanzan los escenarios más optimistas de, por ejemplo, emisión nula de CO<sub>2</sub>, los efectos de la acumulación atmosférica previa persistirán. Debido a esto, a medida que el tiempo avanza y los efectos de la humanidad en el cambio climático se acumulan, la necesidad de medidas de mitigación de sobreacción (*overshooting* en inglés) aumentará también. La última parte de este reporte, presentada por el Grupo de Trabajo III<sup>8</sup>, se centra en estas medidas, sus proyecciones y los compromisos asumidos. Por otro lado, el Programa Ambiental de Naciones Unidas (UNEP por sus siglas en inglés) publica anualmente un Reporte de la Brecha de las Emisiones<sup>9</sup>, indicando la diferencia entre los esfuerzos realizados y los necesarios para cumplir con los objetivos del Acuerdo de París (2015)<sup>10</sup>, que será descrito en la subsección 2.3.3 del presente capítulo.

Estas estrategias se conforman por políticas, instrumentos, y decisiones (macroeconómicas y microeconómicas) llevadas a cabo para reducir el impacto antropogénico sobre el sistema climático global. El evidenciado calentamiento y el consecuente cambio climático se adjudica a la emisión de gases invernadero (principalmente dióxido de carbono, metano, óxido nitroso, clorofluorocarbonos, hidrofluorocarbonos y hexafluoruro de azufre). Para poder medir la emisión de los distintos gases de forma consistente, se realiza la conversión de cada uno de ellos a su equivalente en dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>).

El rango de posibilidades de estrategias es muy amplio; abarca desde la aplicación de impuestos a la emisión de CO<sub>2</sub> hasta políticas más agresivas conocidas como geoingeniería: la Remoción de Dióxido de Carbono antropogénico de la atmósfera (CDR por sus siglas en inglés) y la modificación de la radiación solar (SRM por sus siglas en inglés), aunque esta última no se define como categoría de mitigación ni adaptación para el IPCC (IPCC, 2021, págs. TS:55-64; 5:99).

Las acciones de CDR incluyen, pero no se limitan a, la gestión agrícola y silvícola para almacenar carbono en árboles y suelos, quemar biomasa en altas temperaturas y condiciones anóxicas<sup>11</sup> para almacenarlo como biocarbón, producción de energía a partir de biomasa vegetal, fertilización de superficie terrestre y oceánica, aumentos de alcalinidad en superficies y extracción química del carbono directamente del aire para su almacenamiento subterráneo o materiales utilizables de larga duración. Muchas de estas tecnologías son aún especulativas y es necesario considerar la posibilidad de efectos secundarios negativos de estas medidas. Por ejemplo, la agricultura y silvicultura asociadas a estos objetivos demandarán grandes cantidades de agua dulce, energía y transformación ecosistémica (Ídem, 1:114).

La SRM busca atacar la radiación solar en lugar de la acumulación de gases invernadero que la mantiene en la superficie. Es por esto que el IPCC no la considera en realidad una medida (o un conjunto de medidas) de mitigación. Aun así, su contribución a la estabilización climática puede

---

<sup>8</sup> (IPCC, 2022b).

<sup>9</sup> (UNEP, 2021)

<sup>10</sup> (CMNUCC, 2015).

<sup>11</sup> Sin oxígeno.

ser necesaria para lograr un escenario menor a los 3° para el 2100 y evitar posibles círculos viciosos del cambio climático. Hay cuatro abordajes de estrategias de SRM: inyección de aerosol estratosférico, inyección de sal marina para aumentar el albedo<sup>12</sup> de nubes, adelgazamiento de cirrus<sup>13</sup> para facilitar el escape de la radiación y modificación del albedo en superficies terrestres (como desiertos) y océanos (ídem, 4:84). Estas tecnologías también son puramente especulativas y sus posibles riesgos deben ser considerados.

Las medidas de mitigación pueden ser implementadas desde los agentes microeconómicos hacia niveles agregados o a la inversa. Por su propia definición, consisten en transformaciones estructurales hacia una economía *verde*. **Qué es verde es una definición que resulta controvertida en la práctica**, pero en la teoría se puede definir como aquellas inversiones, producciones, proyectos y consumos que implican una menor emisión de gases invernadero y otros tipos de contaminación y desgaste ecosistémico.

Tabla 2.1: estrategias de mitigación

Categorías de estrategias de mitigación	Subcategorías y ejemplos
Política fiscal orientada	Políticas impositivas (impuestos más altos para producciones y consumos marrones y bajos para verdes)
	Subvenciones a actividades y consumos verdes
Legales	Prohibiciones de actividades y consumos marrones
Políticas financieras	Fondos de financiamiento y créditos subsidiados para proyectos verdes
	Tasas de interés preferenciales (bajas para el financiamiento de proyectos verdes y altas para proyectos marrones)
Tarifas de servicios públicos	Incentivos tarifarios para la reducción de residuos y del consumo de electricidad, gas y agua
Inversión pública y privada	Infraestructura urbana y rural (transporte público, manejo de residuos)
	Investigación y desarrollo para tecnologías disruptivas
	Estrategias para el cambio de la matriz energética y el uso eficiente de la energía
	Mejoras en sistemas de información sobre contaminación
Campañas de concientización	
Nuevas formas de producción (principalmente en sectores primarios)	
Reforestación	
Fondos de carbono	
Pago de servicios ambientales	

Fuente: elaboración propia en base a (Sanchez & Reyes, 2015)

Así como las estrategias más agresivas refieren a las de CDR y SRM, las menos agresivas pueden ser las de impuestos y fondos de carbono. El problema de este tipo de políticas es que no pueden asimilar las no linealidades asociadas a multicausalidades en permanente interacción que llevan al calentamiento global presenciado (entre las que se encuentra el factor antropogénico). El enfoque heterodoxo de la economía ecológica propone que el uso de recursos naturales no es una conceptualización que logre abarcar la totalidad del impacto antropogénico, ya que estos

<sup>12</sup> Porcentaje de radiación reflejada.

<sup>13</sup> Nubes formadas por cristales de hielo.

recursos no existen en autonomía e independencia, sino que forman parte de un ecosistema, en el sentido de un sistema complejo, que se ve afectado de forma holística. Estos ecosistemas pueden ser incluidos en modelizaciones económicas como aportantes de servicios ecosistémicos por parte de la población (como la regularización de los ciclos del agua, la purificación del agua, la oxigenación oceánica, etc.) (Daily, 1997; Martínez Alier, 2008; Quintana et al, 2014).

El cambio climático afecta más a sectores empobrecidos, pero muchas de estas medidas también. Por ejemplo, las propuestas desde el Acuerdo de París que incluyen los mayores impuestos al uso de combustibles fósiles y/o la reducción de lo que se denomina “subvenciones ineficientes” tendrían un efecto alcista en los precios de transporte público que impactan más en la población urbanizada y de menores recursos. Estas medidas son ampliamente recomendadas, por ejemplo, en la reunión del G20 en México en el 2012, a pesar de que en el Acuerdo de París se explicita que las dificultades de países menos desarrollados en la aplicación de estas políticas serían significativamente más grandes y provocarían focos de inestabilidad económica. A esto se suma que los sistemas financieros de estos países suelen no ser lo suficientemente profundos para proveer la cantidad de inversión que estas estrategias (y también las de adaptación) requieren, o incluso para absorber estos niveles de inversión sin que se genere inestabilidad financiera y cambiaria. De acuerdo a lo establecido por el Acuerdo de París de 2015, los países desarrollados (responsables de la acumulación actual e histórica de gases de efecto invernadero en la atmósfera) deberían proveer el financiamiento para que estas medidas puedan ser implementadas de forma socialmente sostenible. Sin embargo, el financiamiento para países emergentes y no desarrollados está lejos del objetivo (Krishnan et al., 2022).

### 2.3.2 Estrategias de adaptación

Aunque gran parte de las mediciones realizadas a nivel global y registradas en el presente trabajo refieren a proyecciones futuras y a lo acuciante del peligro, el calentamiento progresivo y el cambio climático son un hecho en el presente, y se estima que muchas de sus consecuencias son irreversibles (IPCC, 2021); (IPCC, 2022a); (IPCC, 2022b).

Por ello, los agentes económicos se encuentran también ante la necesidad de idear e implementar estrategias de adaptación al cambio climático ya evidenciado y el que tendrá lugar en el futuro de acuerdo a las estimaciones de distintos escenarios. Estas medidas de adaptación cobran mayor importancia en aquellos casos de países, regiones y comunidades que son más vulnerables, sea por motivos socioeconómicos, geográficos o de su matriz productiva.

Tabla 2.2: estrategias de adaptación

<b>Categorías de estrategias de adaptación</b>	<b>Subcategorías y ejemplos</b>
Cambio tecnológico	Nuevas maquinarias
	Desarrollos tecnológicos
	Reemplazo de recursos escasos
	Uso más eficiente de recursos escasos
Cambio en las técnicas de producción	Nuevas organizaciones de la producción
	Economías circulares
	Implementación de policultivos
	Intensificación en el uso de insumos (como fertilizantes)
	Nuevas formas de trabajo
Mejora en sistemas de información	Monitoreo de contaminación
	Sistemas de alerta
	Sistemas de predicción del clima
	Monitoreo de especies y ecosistemas
Reversión de daños	Reforestación
	Inyección de agua dulce
	Re mineralización de suelos
	Reciclaje de agua
	Restauración de ecosistemas en general
Protocolos frente a emergencias climáticas	Mejoras en la información sobre acciones a tomar
	Mejoras en sistemas de drenaje urbano
Prevención de enfermedades	
Gestión del suelo	Expansión de la frontera agropecuaria
	Protección de humedales
Investigación sobre eventos y tendencias climáticas y meteorológicas	
Acciones por la seguridad alimentaria	
Inversión en mejor infraestructura	
Protección de biodiversidad y otros servicios ecosistémicos	
Gestión de riesgos	Utilización de mayores instrumentos por los grandes niveles de inversión necesarios
	Diversificación de ingresos e inversiones
	Securitización contra eventos y tendencias climáticas

Fuente: elaboración propia en base a (Sanchez & Reyes, 2015).

Al igual que en el caso de las estrategias de mitigación, las estrategias de adaptación implican significativos riesgos sobre la estabilidad macroeconómica, principalmente sobre países menos desarrollados, especializados en producciones primarias (que emiten gran cantidad de gases invernadero) y en las partes de la población que se ocupan de estas actividades. La totalidad de las medidas no pueden ser impuestas por simples incentivos de mercado, por lo que es razonable esperar, además, inestabilidad social y política ya que estas medidas necesariamente generarán perdedores y ganadores dentro de cada sociedad (Mersch, 2018).

El financiamiento para estrategias de adaptación es aún menor, en gran medida por los desafíos a la hora de evaluar los costos y beneficios económicos de implementarlas (CMNUCC, 2021).

### 2.3.3 Compromisos, acuerdos y cooperación internacional

La extensión del cambio climático obliga a que las acciones para mitigarlo sean coordinadas de forma internacional para evitar las posturas de *free riders*.<sup>14</sup> Las políticas implementadas por un gobierno nacional difícilmente serían suficiente para mitigar adecuadamente el cambio climático si no fueran replicadas en general. A su vez, a la hora de implementar y financiar estas políticas, es necesario tomar en consideración múltiples factores que reducen las capacidades de acción de gobiernos, como problemas estructurales de pobreza, desigualdad y restricciones macro financieras. Resulta evidente, dicho esto, que la mitigación y adaptación de la humanidad al cambio climático excede a la capacidad gubernamental de cualquier Estado Nación.

Como expresión de esto se conformó en el año 1994 la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) que hoy en día es ratificada por 197 países (una membresía casi universal). Esta convención puede considerarse resultado de la Cumbre de la Tierra de Río que tuvo lugar en 1992, de la que surgieron otros dos convenios internacionales (sobre la Diversidad Biológica y la Lucha contra la Desertificación). El objetivo de esta convención es prevenir (y en lo posible revertir) el factor antropogénico sobre el cambio climático.

En términos más específicos, se propone estabilizar las concentraciones de gases invernadero a un nivel que anule el efecto de la sociedad sobre el cambio climático, de forma que los ecosistemas puedan retomar su reproducción y adaptación natural, sin poner en riesgo el desarrollo socioeconómico y la seguridad alimentaria.

Un hito importante en el marco de la Convención refiere al Protocolo de Kyoto aprobado en el 1997 (en vigor desde el 2005) en el que se establece de forma más clara la responsabilidad de países desarrollados en la emisión registrada de gases invernadero y, por lo tanto, la obligación de proveer las herramientas para que estrategias de mitigación puedan ser aplicadas en países menos desarrollados que no cuenten con ellas y que, a su vez, presentan las mayores vulnerabilidades. Así, 36 países industrializados y la Unión Europea se vieron comprometidos a una reducción media de emisiones que equivale al 5% en el período entre 2008 y 2012. Los mecanismos propuestos en este protocolo le dan un papel insoslayable a la necesidad de participación del sector privado.

Pese al énfasis en la responsabilidad y las capacidades diferenciales entre países, se realizan muchas críticas al Protocolo de Kyoto, principalmente asociadas a estos mecanismos que son amigables con el mercado y que buscan atraer al sector privado, lo que las hace débiles en términos de su capacidad de mitigación. Desde la Economía Ecológica se expone que el objetivo de Kyoto de 1997 puede considerarse demasiado flexible: los países más desarrollados pueden disponer de los sumideros de carbono (océanos y vegetación) y de la atmósfera como depósito a cambio de una promesa de reducción de sus emisiones de 2010 a un 5% menos de las de 1990. Por supuesto, objetivos tan poco restrictivos se vuelven mucho más cómodos ante las severas crisis de alcance sistémico que caracterizan al capitalismo (tales como la crisis financiera de 2008 y la de la pandemia por el COVID-19 en el 2020) (Martinez Alier, 2008).

---

<sup>14</sup> Es decir, países que se aprovechen de la mitigación del cambio climático por la que invierten otros países, sin realizar contribuciones nacionales. Esta mitigación lograría reducir sus costos de inversión en adaptación a las consecuencias.

Otro punto en el que se aumenta el énfasis en el 1997 refiere a la importancia de las estrategias de adaptación. En esta línea, en el 2001 se creó el Fondo de Adaptación para financiar estas estrategias en los países parte de menor desarrollo.

La actualización para el nuevo período de compromiso bajo el Protocolo de Kyoto tuvo lugar en la Enmienda de Doha de 2012, aunque todavía no ha sido puesta en vigor. En este año, también, se creó la Plataforma Intergubernamental Científico-normativa sobre Diversidad Biológica y Servicios de los Ecosistemas (IPBES, siglas en inglés). Este organismo intergubernamental se propone registrar el estado de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos para la conservación y uso sostenible de la diversidad biológica. Aunque el presente capítulo se centra en el fenómeno particular del cambio climático, este forma parte de un fenómeno más general al que se le puede denominar como crisis ecológica. Es que el cambio climático abarca particularmente el calentamiento como consecuencia de la acumulación atmosférica de GEI, pero hay otro fenómeno generalizado y asociado a la acción humana que es el desgaste y destrucción de ecosistemas. Muchos de estos ecosistemas contribuyen a la absorción de GEI evitando su acumulación en la atmósfera

El siguiente hito es el más conocido y se refiere al famoso Acuerdo de París del año 2015 entre 196 países, que había sido precedido por una serie de eventos internacionales relacionados con el cambio climático desde enero del mismo año: en marzo se escribió el Marco de Sendái para la Reducción del Riesgo de Desastres, en el que países miembros de la ONU se pusieron de acuerdo en implementar medidas para la mitigación del cambio climático, en julio se creó la Agenda de Acción de Addis Adema sobre la Financiación para el Desarrollo, que propone pasos a seguir para promover el crecimiento económico sostenible en términos sociales y ambientales y en septiembre se creó la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, un extenso programa con 17 objetivos (ODS) que abarcan cuestiones como el agua, la energía, el clima, los océanos, la urbanización, el transporte, la ciencia y la tecnología, las alianzas internacionales y las vulnerabilidades y capacidades de pequeños Estados insulares en desarrollo.

El Acuerdo de París es un tratado internacional en el que los objetivos de acción sobre el cambio climático se expusieron de forma más precisa: el calentamiento global, que en el 2015 alcanzó 1°C sobre los niveles preindustriales (OCDE, 2017), no debería superar los a 2° (idealmente a 1,5°) respecto del período preindustrial (CMNUCC, 2015). Para esto, se calculó que las emisiones de CO<sub>2</sub> debían reducirse cerca de un 50% para el 2030 y nuevas propuestas apuntan a lograr la emisión neta nula para el 2050, ya que sólo así cesaría el aumento paulatino de la temperatura.

Los compromisos con los países parte (con mayor peso sobre países industrializados) se establecen y monitorean por ciclos de 5 años. Así, el 2020 fue el año en el que se presentaron las Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (CDN o NDC por sus siglas en inglés). A grandes rasgos, es una propuesta vinculante de colaboración multilateral en favor del apoyo financiero y tecnológico. En línea con ello, estas contribuciones se dividen entre las incondicionales y condicionales. Muchos gobiernos han presentado contribuciones condicionadas a la provisión de financiamiento y tecnología, así como al fortalecimiento de capacidades.

Los compromisos del Acuerdo de París son más exigentes que los de 1997, pero no por ello están libres de críticas. El último reporte del IPCC pone énfasis en la importancia de tomar medidas más agresivas de mitigación del cambio climático, pero además de su perduración en el tiempo.

La crisis del 2008 y la reciente crisis por la pandemia del COVID-19 han facilitado el cumplimiento de los objetivos de reducción en las emisiones porque la interrupción de las actividades no tuvo

precedente. Sin embargo, este reporte arroja poca esperanza sobre la posibilidad de que esto surta un efecto real y sostenible en el sistema climático, más aún si se toman en consideración las políticas de promoción del crecimiento para contrarrestar la recesión de los recientes años (IPCC, 2021, pág. SPM:40).

Como un antecedente más reciente, en el 2021 tuvo lugar el Pacto sobre el Clima de Glasgow. En este, las naciones más desarrolladas reafirmaron su deber de cumplir el compromiso de aportar 100 mil millones de dólares anuales a países más vulnerables. Además, se acordó reducir la brecha entre los objetivos nacionales de reducción de emisiones. Por otro lado, se propone incrementar la parte de esta ayuda financiera que esté destinada a estrategias de adaptación, en línea con las conclusiones alarmantes del último reporte de la brecha de adaptación de Naciones Unidas respecto del incremento en costos y necesidades entre 5 y 10 veces por encima de los flujos financieros que actualmente tienen ese destino (UNEP, 2021).

### 3. Riesgos económicos del cambio climático y el desgaste ecosistémico

Con cada año que pasa la documentación sobre el cambio climático, las distintas formas que adopta y los distintos efectos sobre la sociedad mundial se incrementa. Esto ha permitido que, por ejemplo, en último reporte del IPCC haya perfeccionado los rangos de confianza en sus hipótesis.

Sin embargo, aunque los efectos del cambio climático sobre la economía global ya son apreciables, la potencialidad futura es realmente preocupante. Por ello, y porque las Ciencias Económicas han avanzado en la incorporación de los estudios ambientales a su campo y lenguaje, se habla sobre los riesgos que el cambio climático conlleva para la reproducción futura de los presentes sistemas socio económicos.

#### 3.1 Taxonomía de riesgos

La primera y más amplia clasificación que se debe realizar sobre los riesgos económicos que implica el cambio climático (que en conjunto serán referenciados como riesgos climáticos) es entre riesgos físicos y riesgos de transición.

Los primeros reflejan los potenciales impactos económicos de los cambios meteorológicos y climáticos, y los segundos, los efectos de la transformación multidimensional que una sociedad debe afrontar como consecuencia del cambio climático, incorporando estrategias de mitigación y adaptación.

A su vez, los riesgos físicos pueden clasificarse de acuerdo al tipo de fenómeno climático que los genera. Es necesario diferenciar entre los eventos climáticos extremos de los cambios crónicos de largo plazo en algunas variables climáticas, como las precipitaciones o la temperatura (Jun et al., 2020, p. 3). Dos comentarios son pertinentes para esta clasificación. En primer lugar, pese a que se puede distinguir a los eventos climáticos extremos como fenómenos de corto plazo, algunos de ellos presentan una persistencia temporal que permitiría considerarlos de mediano plazo (tales como sequías e inundaciones prolongadas). Sin embargo, estos eventos de mayor persistencia suelen tenerla por la interacción con algún factor crónico del cambio climático (por ejemplo, una inundación puede sostenerse en el tiempo debido a la tendencial deforestación de bosques cercanos o la degradación de los suelos). En segundo lugar, la proyección creciente sobre la frecuencia e intensidad de los eventos climáticos extremos podría perfectamente considerarse una tendencia de largo plazo, sin embargo, es una distinción útil en términos empíricos. Es, también, por esto que corresponde su incorporación en el presente análisis. Si los eventos climáticos extremos fueran fenómenos completamente exógenos, de ocurrencia independiente del sistema climático en el que tienen lugar, su incidencia podría ser despreciable para los modelos económicos (por ejemplo, por tener media cero en el largo plazo). Sin embargo, debido a que su frecuencia e intensidad irá en aumento, muchos trabajos se han centrado en observar sus consecuencias económicas (Von Peter et al, 2012; Kahn et al., 2019; Ciccarelli & Marotta, 2021).

Por su parte, los riesgos de transición se asocian a las estrategias de adaptación y mitigación del cambio climático ya sean espontáneas o planificadas, centralizadas o no, y de naturalezas muy variadas; pueden referirse a cambios en las preferencias de consumidores, cambios regulatorios y de políticas públicas, e innovaciones tecnológicas (que contemplan la posibilidad de modelos disruptivos de negocios, tales como el trabajo a distancia por medios virtuales), como fueron

desarrolladas en el capítulo previo. Dentro de estas últimas, la importancia de una transformación masiva de la matriz energética mundial es un elemento insoslayable.

En base a Jun, Caldecott y Volz (2020) los riesgos de transición pueden agruparse de acuerdo a cuatro tipos de factores. Cambios regulatorios y/o de políticas públicas, cambios tecnológicos, cambios en gustos y preferencias y modelos disruptivos de negocios.

Tabla 3.1: clasificación de riesgos

	Subcategorías	Ejemplos
a. Riesgos físicos	Eventos extremos	Tormentas, inundaciones, sequías, olas de calor, incendios.
	Factores crónicos	Cambios tendenciales en la temperatura, las precipitaciones, el nivel del mar, la contaminación y degradación de suelos y ecosistemas en general.
b. Riesgos de transición	Cambios regulatorios/políticas públicas	Aumentos o exenciones impositivas, cuotas de producción o de emisión de CO2, prohibiciones sobre producciones, usos o consumos.
	Cambios tecnológicos	Pueden ser impulsados de forma centralizada o descentralizada y abarcar todas las categorías de innovación tecnológica (incluyendo la organización del trabajo y la producción)
	Cambios en gustos y preferencias	Pueden referirse tanto a cambios en las elecciones de consumidores como a la percepción de inversores sobre distintos activos

Fuente: en base a (Jun et al., 2020).

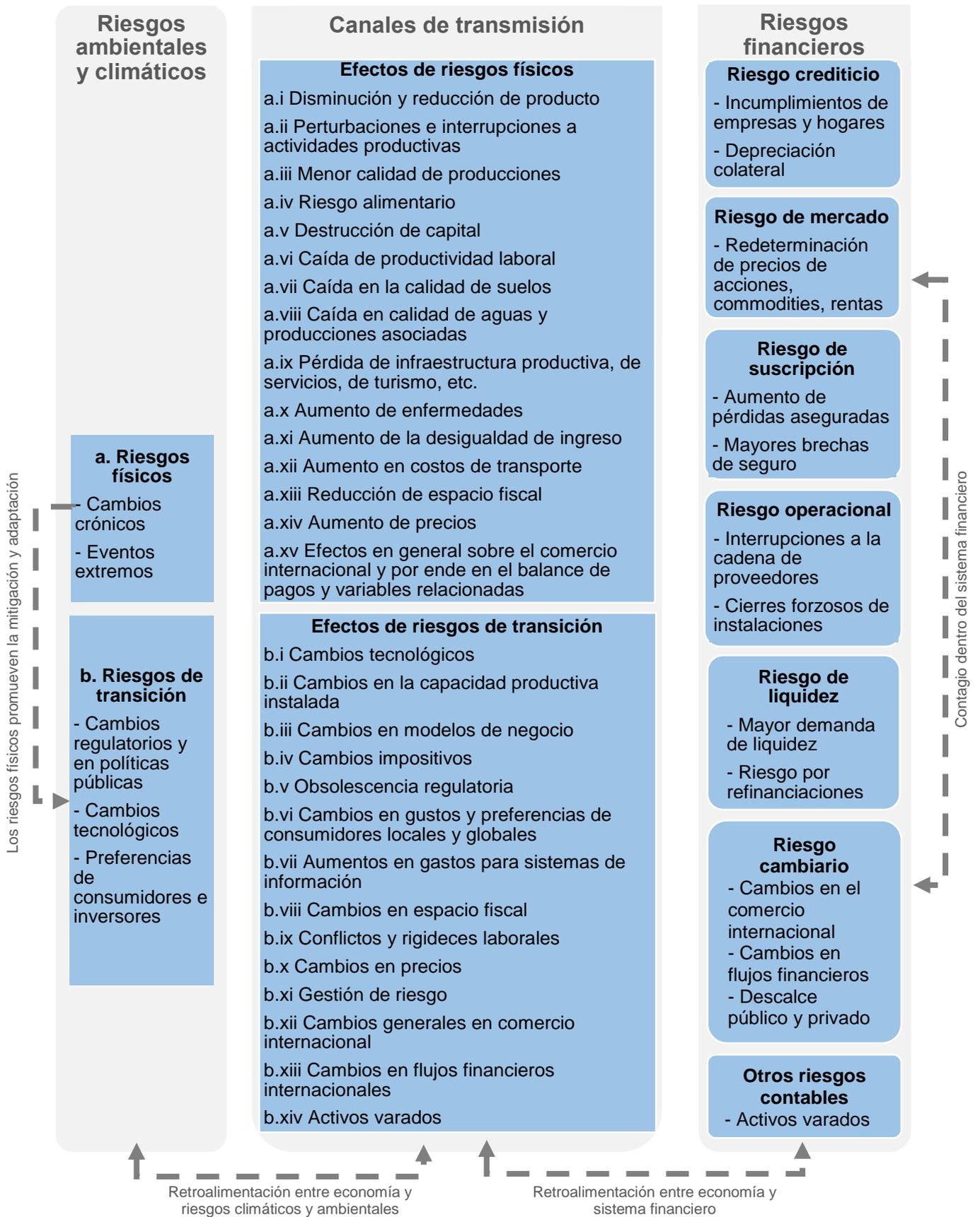
Todos los riesgos señalados pueden ser considerados desde una perspectiva macroeconómica, microeconómica o sectorial. A su vez, estos riesgos pueden llegar al agente o país que sea contemplado de forma indirecta, es decir, por el impacto en agentes o países con los que se vincule. A continuación, se presentarán de forma más precisa las fuentes y canales de transmisión de estos riesgos.

## 3.2 Impactos macroeconómicos y financieros de los riesgos físicos y de transición

### 3.2.1 Canales de transmisión

El cambio climático es un fenómeno transversal a todas las dimensiones de las ciencias sociales, por lo que afecta a la economía de formas múltiples y distintas. Esto hace que un estudio exhaustivo de todos los canales de transmisión de los riesgos climáticos a riesgos económicos sea difícil y deba ser permanentemente actualizado. El presente esfuerzo en recabar todos estos canales de transmisión se ha materializado en la columna central de la figura 3.2.

Figura 3.1: Canales de transmisión de riesgos climáticos y ambientales al sistema financiero



Fuente: elaboración propia en base a (Jun et al., 2020; Osberghaus, 2019; Sanchez & Reyes, 2015; BIS, 2021).

Los distintos canales de transmisión señalados no son independientes entre sí. Por ejemplo, en el caso de riesgos físicos, el producto de distintas actividades económicas puede tener una cantidad final menor (punto a.i) porque eventos climáticos extremos destruyan el producto ya finalizado, porque estos generen perturbaciones e interrupciones a actividades productivas (punto a.ii), porque el capital se vea destruido por estos eventos o devaluado por los cambios climáticos crónicos (a.v), porque se pierda infraestructura asociada con estas actividades (punto a.ix), o por la pérdida de productividad laboral en general (a.vi). Esta, a su vez, puede verse ocasionada por los cambios climáticos crónicos, como el aumento de temperatura, o por eventos extremos, como olas de calor e inundaciones. Los riesgos físicos pueden generar también, un aumento de las enfermedades (a.x) y un crecimiento del riesgo alimentario (a.iv) por menor calidad en la producción de alimentos (a.iii), que impactarían negativamente en la productividad laboral. La escasez generada por cualquiera de estos puntos puede generar cuellos de botella y cambios en los precios (a.xiv).

Por otro lado, tanto los cambios crónicos como los eventos extremos pueden causar gastos extraordinarios para el sector público por reparaciones. A su vez, si el producto total se ve reducido por todas o alguna de las razones previamente descritas, el sector público vería reducida su recaudación. Desde ambas alternativas se observaría una reducción del espacio fiscal (punto a.xiii) como consecuencia de los riesgos físicos del cambio climático. La reducción de los recursos públicos es una de las causas por las que desde organismos como el Banco Mundial y el Fondo Monetario Internacional se recomienda que el financiamiento sea mayoritariamente privado (FMI, 2017); sin embargo, el rol del Estado como asegurador de estos fondos debilita su posición en lugar de robustecerla (Gabor, 2021).

Otro canal importante de transmisión de estos efectos es el comercio internacional (a.xv). La reducción en cantidad y calidad de las producciones puede fácilmente ser transferida a una caída de los saldos exportables y, por lo tanto, al ingreso de divisas. Por otro lado, la mayor frecuencia e intensidad de eventos extremos a la par de los cambios climáticos crónicos dificulta y encarece el comercio internacional (a.xii). Ambos casos señalados impactarían negativamente en las exportaciones y, *ceteris paribus*, en el balance de pagos y las reservas internacionales o el tipo de cambio. Por otro lado, el desincentivo a las importaciones podría tener un impacto positivo en el balance de pagos, pero negativo en las producciones que requieran de insumos importados. A la hora de estimar el efecto final sobre el balance de pagos, es necesario tomar en consideración muchas particularidades e interacciones. Para algunos países en específico los efectos pueden ser positivos, como lo son para países del hemisferio norte que verán reducidos los costos del transporte marítimo en la región ártica por el derretimiento del polo. A su vez, esto puede traer desventajas para países del sur global (b.xii). Estos son ejemplos de la importancia del financiamiento para la adaptación al cambio climático y sus consecuencias.

La ambigüedad que dificulta la previsión de los efectos económicos se replica para casi todos los riesgos de transición, ya que el impacto final dependerá de las decisiones de adaptación de los agentes económicos de distintos niveles (macro y micro). Por ejemplo, se puede decidir la desinversión en sectores de mayor exposición a riesgos climáticos pero su reemplazo con capital verde puede generar una capacidad instalada mayor (punto b.ii). Los agentes microeconómicos pueden decidir diversificar su cartera de inversiones hacia actividades que perciban menos expuestas a riesgos climáticos, por ejemplo, asociadas a rentas financieras (punto b.xi). En breve se expondrá, sin embargo, que este sector es muy vulnerable a los fenómenos aquí analizados.

A grandes rasgos se puede vislumbrar un incremento generalizado en la incertidumbre, dado que firmas y consumidores podrían enfrentar cambios en los esquemas impositivos y regulatorios (punto b.iv) por parte del Estado para desalentar (alentar) actividades y consumos marrones (verdes). Pueden verse obligados a una dinámica más acelerada hacia modelos de negocio disruptivos (punto b.iii), como la generalización del trabajo a distancia y cambios tecnológicos (punto b.i), y las inversiones que esto requiere. A su vez, las regulaciones presentes se volverían rápidamente obsoletas (punto b.v), en el marco de un cambio global de regulaciones y mayores imposiciones de mitigación. Sin la correcta previsión, los esfuerzos para imponer estas nuevas regulaciones deberán ser implementados abruptamente, lo que aumentaría su distorsión y las dificultades de aceptación por parte de productores y consumidores privados, que quedarían rápidamente sujetos a nuevas responsabilidades legales.

También entre los efectos de los riesgos de transición podemos prever cambios en el espacio fiscal (punto b.viii). Sin embargo, que este efecto sea negativo no es evidente, ya que la recaudación puede aumentar por los impuestos asociados a estrategias de mitigación. Por otro lado, los incrementos en las inversiones públicas y privadas como estrategias de adaptación y mitigación se traducirían en un crecimiento del PBI y, por ende, de la recaudación en general.

Tal como expuso Yves Mersch, miembro del directorio ejecutivo del Banco Central Europeo, en su discurso de 2018, las estrategias de adaptación y mitigación generarán perdedores y ganadores (Mersch, 2018). Un ejemplo de estas dinámicas se reflejará en el mercado laboral (punto b.ix); las relocalizaciones de trabajos serán más serias para empleos poco calificados en el caso de economías emergentes y también para empleos de alta calificación en países de la OCDE (OCDE, 2017, pág. 152). Por ello será menester la previsión sobre estos impactos para reducir los daños sobre trabajadores vulnerables y para evitar los conflictos sociales que bloqueen la mitigación del cambio climático. La carencia de movilidad, de educación y los casos de bajos ingresos harán muy difícil la relocalización y capacitación de trabajadores, por lo que esto debe ser previamente garantizado. En la siguiente figura, se señalan los empleos directos vulnerables por los riesgos de transición hacia una economía verde:

Tabla 3.2: Empleo directo global en sectores críticos para la estabilidad climática

<b>Sector</b>	<b>Empleo (en millones de personas)</b>	<b>Proporciones</b>
Agricultura	1000	67,93%
Silvicultura	44	2,99%
Energía	30	2,04%
Manufacturas (intensivas en recursos)	200	13,59%
Construcción	110	7,47%
Transporte	88	5,98%
<b>Total</b>	<b>1472</b>	<b>100%</b>

Fuente: (OCDE, 2017, pág. 251).

Aunque el efecto de riesgos físicos sobre el comercio internacional parece más obvio, por ejemplo, a través de eventos climáticos extremos que dificulten el transporte marítimo y el terrestre, las estrategias de adaptación y mitigación del cambio climático también lo tienen y son ampliamente estudiados (punto b.xii). Como consecuencia de las campañas de concientización sobre consumos verdes, los gustos y preferencias que signan la demanda de importaciones puede verse modificada (punto b.vi). Los intercambios internacionales tienen como contrapartida sus correspondientes flujos financieros internacionales (b.xiii), pero los riesgos de transmisión pueden tener otras formas de transmisión a través de estos flujos. Por

ejemplo, en los acuerdos señalados en el capítulo anterior se expresa en más de una oportunidad que deben existir flujos positivos desde países desarrollados a poco desarrollados para que puedan llevar a cabo las inversiones de mitigación y adaptación necesarias.

Uno de estos estudios de la relación entre el comercio internacional y el cambio climático es el de Coopeland et al (2021), que detalla 9 hechos estilizados. Entre ellos, destaca que las industrias más contaminantes son más *upstream* (o “aguas arriba”, es decir, están más lejos de la demanda final y proveen insumos para otras industrias). Quizás esto se relacione a otro de los hechos estilizados destacados, que refiere a que los productos más comerciados coinciden también con las industrias más contaminantes. Incluso sin considerar las emisiones de las industrias, el comercio en sí implica entre un cuarto y un tercio de las emisiones contaminantes totales (OCDE, 2017; Coopeland et al., 2021). Las recomendaciones asociadas al comercio internacional por parte de organismos internacionales como la OCDE se basan en la liberalización de las fronteras comerciales como mecanismo de transmisión de las nuevas tecnologías verdes. En esta línea, se idean acuerdos plurilaterales como el Acuerdo de Bienes Ambientales (EBA por sus siglas en inglés) que propone aranceles nulos para la importación de “productos verdes” (OCDE, 2017). Nuevamente, se generan dificultades en lo que refiere a la protección y justicia hacia países poco desarrollados y a las definiciones de lo que es verde y lo que no, lo que también puede englobarse en el efecto de obsolescencia regulatoria.

Si a países exportadores de materias primas se les va a exigir que su producción reduzca la emisión de gases de efecto invernadero y el deterioro de ecosistemas naturales, este impacto negativo debe ser considerado para reducir las consecuencias negativas sobre la población de estos países que sufriría por la volatilidad macroeconómica generada.

Algunos de estos efectos tienen un impacto directo en el sistema financiero, como las políticas de aumento (baja) de tasa de interés para la financiación de proyectos marrones (verdes), y las revalorizaciones de activos que pueden incluir “activos varados” (punto b.xvii). Este concepto (*stranded assets* en inglés) refiere a los activos registrados en balances que podrían perder completamente su valor y ser registrados como pérdidas como consecuencia de las nuevas regulaciones. El ejemplo más claro es el de empresas petroleras que tienen pozos aún no explotados. Este riesgo, que fue también mencionado como un riesgo financiero a parte en la figura 3.2 (como otro riesgo contable), alcanzaría también a los bancos que hayan invertido en estas actividades y hayan aceptado estos activos como garantía. Los balances que cuenten con una cantidad significativa de estos activos se verán severamente afectados.

Sin embargo, si la economía es conceptualizada como una economía intrínsecamente monetaria, todos los efectos señalados de los riesgos climáticos hacia la economía tendrán alguna contrapartida, aunque indirecta, en el mercado financiero. De esta forma, los riesgos climáticos se verán transformados en riesgos financieros de características ya conocidas por macroeconomistas.

Estos riesgos financieros fueron categorizados en la tercera columna de la figura 3.2. A los 5 tipos de riesgos mencionados por Jun, Caldecott y Volz (2020) se le agregó el riesgo cambiario para evidenciar de forma más clara los efectos sobre el comercio internacional y el riesgo representado por los activos varados. El riesgo cambiario es especialmente importante para países de estructura productiva desequilibrada y fuerte vulnerabilidad a las vicisitudes del ciclo financiero global. Los mencionados efectos sobre el comercio internacional y los flujos financieros internacionales se traducen rápidamente en fuentes de inestabilidad cambiaria o de reservas internacionales de los Bancos Centrales.

Por otro lado, el riesgo crediticio registra el incremento en la posibilidad de impago por parte de hogares, empresas e incluso Estados nacionales y subnacionales como consecuencia de los mayores gastos en reparaciones, las caídas generalizadas en productividad y producto final y las rigideces laborales que pueden generar caídas en el ingreso laboral y en los niveles de empleo. Sin dudas, este riesgo se traduce en mayores tasas de interés para dichos créditos, lo que dificulta la implementación de las estrategias de adaptación y mitigación necesarias.

A su vez, las primas de seguros también se verían incrementadas por el aumento los riesgos de suscripción. Por ejemplo, en escenarios de 1,5° a 3,5° (es decir, una media por encima del escenario consistente con el Acuerdo de París), los reclamos a seguros sobre propiedad en el 2085 aumentarían 131% respecto de 2016 (Jun et al., 2020, pág. 9; Regelink et al, 2017). Esto supone una seria complicación dado que la securitización de los activos contra los desastres naturales ha probado ser efectiva como mecanismo de adaptación rápida por parte de los países.

Los riesgos de mercado están estrechamente relacionados a las múltiples causas posibles de variación de precios: agotamiento de materias primas, aumentos impositivos, mayores costos de transporte, mayores necesidades y costos de información, tasas de interés más altas que pagar por los distintos métodos de financiación de la producción y primas de seguros más altas.

Otro elemento que puede subir las tasas de interés para los bancos que se relacionan con firmas es el incremento en los riesgos operacionales por interrupciones de las actividades y los consecuentes cortes en las cadenas de pago.

Finalmente, los riesgos físicos se transmiten también a riesgos de liquidez por el aumento de la posibilidad de impago por parte de deudores y las tasas de interés más altas por el incremento de los riesgos y la incertidumbre en general en contrapartida a la mayor demanda de liquidez necesaria para la implementación de las estrategias necesarias de mitigación y adaptación (NFGS, 2019). Además, las bajas tasas de interés han alentado la refinanciación, duplicada entre 2010 y 2015, de USD 43 mil millones a 92 mil millones (OCDE, 2017, pág. 264). Esto retroalimenta el efecto al alza en las tasas de interés por riesgo crediticio. Tal como se detallará en la siguiente subsección (3.2.2), las cantidades de capital necesarias para esta transición no tienen precedentes y exponen una gran inestabilidad financiera, principalmente para países de sistemas financieros poco desarrollados y vulnerables. Se mencionó también que existirán ahorros por parte de muchos sectores si se alcanzan escenarios de baja emisión, pero estos efectos no serán significativos hasta la segunda mitad del siglo (OCDE, 2017, págs. 72, 145).

A pesar de no ser incluido en la previa figura (porque podría incorporarse en el riesgo crediticio en general) es necesario resaltar el riesgo soberano que ambos tipos de riesgos climáticos implican, pero principalmente el de transición. Este riesgo es mayor para el sector subnacional, que carga con una proporción significativa de las inversiones públicas totales: un promedio del 59% para los países del G20 (OCDE, 2017, pág. 223). Sin embargo, no se encuentran estudios concentrados en este subsector en particular.

En cambio, Klusak et al (2021) demuestra que, bajo escenarios de emisiones altas, 63 de los 108 países soberanos estudiados enfrentarían rebajas en sus calificaciones de riesgo a causa del cambio climático (ya en el año 2030). La reducción promedio sería de 1,02 puntos en la escala de calificación en este caso, y aumentaría a 2,48 puntos de la escala para el año 2100, en el que los países soberanos afectados serían 80. Estas caídas se evitarían para escenarios de baja emisión en concordancia con el Acuerdo de París (Klusak et al, 2021).

En línea con todos los efectos mencionados, la OCDE propone una serie de instrumentos y enfoques para mitigar los riesgos climáticos y movilizar el capital privado, necesario para hacer frente a las inversiones necesarias:

Tabla 3.3: instrumentos para la mitigación del cambio climático

<b>Instrumento/enfoque</b>	<b>Uso</b>
Garantías	Las garantías de riesgo político pueden permitir la inversión en países de mayor riesgo
	Las garantías de préstamos pueden incentivar la inversión institucional
Cobertura de divisa	La cobertura de divisas mitiga el riesgo de fluctuaciones de divisas para los inversores extranjeros, lo que es importante para la inversión en infraestructura en los países en desarrollo.
Sindicación de préstamos	La sindicación de préstamos mitiga los riesgos comerciales para los inversores privados, basada en la capacidad de diligencia asociada a bancos de desarrollo
Subordinación de deuda	La subordinación de la deuda diversifica los riesgos a través de la estructuración y facilita la inversión privada.
Plataformas y fondos de coinversión	Los mecanismos de coinversión agrupan el capital de los inversores para inyectarlo directamente en proyectos de infraestructura, sin pasar por los intermediarios.
	Los fondos de financiación combinados reúnen capital público y privado para movilizar capital adicional
Asistencia técnica y servicios para el desarrollo de proyectos	Apoya el desarrollo de proyectos de infraestructura financiados.

Fuente: (OCDE, 2017, pág. 288).

### 3.2.2 Los costos de la transición global

Hay múltiples motivos por los que las estimaciones de los costos de la transición generan dudas. La subrepresentación de países y regiones de bajo desarrollo puede implicar la omisión de dificultades y costos extraordinarios que estos puedan enfrentar para atravesar una transición justa (que no empeore desigualdades, que no reduzca el empleo en sobremanera, etc.). Por otro lado, no se puede enfatizar suficiente la incertidumbre inmanente al fenómeno de la crisis ecológica, lo que arroja incertidumbre también sobre los costos e inversiones estimados. A estos, se le suma la incertidumbre y riesgos que son propios del sistema financiero.

El estudio de la Alianza por la Acción para el Crecimiento Verde del Foro Económico Mundial (WEF por sus siglas en inglés) es tan completo y riguroso como estas condiciones permiten; sin embargo, está basado en el cuarto reporte del IPCC y, por lo tanto, sus estimaciones pueden ser obsoletas. Dado que el sexto reporte del IPCC plantea peligros aún más inminentes y severos, los costos estimados asociados a estrategias de mitigación y adaptación probablemente sean más altas con las próximas actualizaciones. A su vez, el último reporte también logró probar de forma *prácticamente inequívoca* la incidencia antropogénica en el cambio climático por lo que, además de más costosas, las inversiones en favor de la mitigación se han vuelto también más necesarias (IPCC, 2021, pág. SPM:5).

El reporte de la WEF propone que las inversiones necesarias para hacer frente a las consecuencias del cambio climático manteniendo la producción de la misma forma<sup>15</sup> es de USD 5 billones<sup>16</sup> por año por las dos décadas en consideración (hasta el 2030), es decir, un total de al menos USD 100 billones en los 20 años. De forma paralela, las inversiones necesarias para transformar la forma de producción hacia una economía compatible con un calentamiento máximo de 2°, serían de inversión adicional durante el mismo período de USD 0,7 billones por año (WEF, 2013, pág. 4). Alternativamente, el reporte del año 2012 del Banco Mundial establece que, para alcanzar el objetivo del Acuerdo de París, de limitar el calentamiento a 2° por encima de los valores preindustriales, la inversión adicional a la requerida para mantener la producción general estaría entre USD 85 y 121 mil millones de dólares por año hasta el 2050 (Banco Mundial, 2012). Sin embargo, si el calentamiento se eleva por encima de los 6°, los costos de adaptación no sólo se vuelven mucho mayores, sino que no hay certeza sobre una adaptación posible (WEF, 2013, pág. 14). La distribución sectorial de esta inversión fue detallada por la Alianza de Acción para el Crecimiento Verde en la siguiente figura 3.5.

Tabla 3.4: inversión necesaria entre 2010 y 2030 por sector (en miles de millones de USD)

Sector	Inversión necesaria para la “producción usual”		Inversión necesaria bajo un escenario de 2°		Inversión incremental requerida		Fuentes
	Total 2010-2030	Promedio anual	Total 2010-2030	Promedio anual	Total 2010-2030	Promedio anual	
Generación de energía	6933	347	10136	507	3203	160	IEA <sup>17</sup>
Transmisión y desarrollo energético	5450	272	5021	251	-429	-21	IEA
<b>Total de energía</b>	<b>12383</b>	<b>619</b>	<b>18876</b>	<b>944</b>	<b>6614</b>	<b>331</b>	
Construcción	7162	358	13076	654	5914	296	IEA
Industria	5100	255	5800	290	700	35	IEA
<b>Total de construcción e industria</b>	<b>12262</b>	<b>613</b>	<b>18876</b>	<b>944</b>	<b>6614</b>	<b>331</b>	
Caminos	8000	400					OCDE
Vías	5000	250					OCDE
Aeropuertos	2300	115					OCDE
Puertos	800	40					OCDE
Vehículos de transporte	16908	845	20640	1032	3732	187	IEA
<b>Total de transporte</b>	<b>33008</b>	<b>1650</b>	<b>36740</b>	<b>1837</b>	<b>3732</b>	<b>187</b>	
<b>Agua</b>	<b>26400</b>	<b>1320</b>					OCDE
<b>Agricultura</b>	<b>2500</b>	<b>125</b>					FAO <sup>18</sup>
<b>Telecomunicaciones</b>	<b>12000</b>	<b>600</b>					OCDE
<b>Silvicultura</b>	<b>1280</b>	<b>64</b>	<b>2080</b>	<b>104</b>	<b>800</b>	<b>40</b>	UNEP
<b>Inversión total aproximada</b>	<b>100000</b>	<b>5000</b>	<b>114000</b>	<b>5700</b>	<b>14000</b>	<b>700</b>	

Fuente: (WEF, 2013, pág. 13).

<sup>15</sup> Identificado como *business as usual*.

<sup>16</sup> Trillones si se usan las unidades de medida anglosajonas.

<sup>17</sup> Agencia Internacional de Energía (IEA por sus siglas en inglés).

<sup>18</sup> Organización para la Alimentación y la Agricultura (FAO por sus siglas en inglés) de la ONU.

Algunos de estos valores pueden actualizarse en base a reportes más recientes. Por ejemplo, el reporte de McKinsey & Company (2022)<sup>19</sup> estima la inversión necesaria en los sectores de energía y de uso del suelo para alcanzar el objetivo de emisión neta nula (NZE por sus siglas en inglés) para el 2050 (lo que permitiría no superar el umbral de los 2° de calentamiento respecto de los niveles preindustriales) (Krishnan et al., 2022). En la figura 3.6 se combina, entonces, la información de la figura 3.5 con la de este último trabajo. Las actividades de agricultura y silvicultura de WEF (2013) son agrupadas como uso del suelo, a la que se le suma los costos del sector energético. Por otro lado, se multiplica la brecha anual promedio entre inversión efectiva y necesaria, por los 30 años a los que hace alusión McKisney & Company (desde el 2020 al 2050) en lugar de los 20 años de WEF (desde el 2010 al 2030). Como para los demás sectores se mantuvieron las estimaciones de 2013, sólo que multiplicadas por 30 para obtener el total, estos valores no dejan de ser desactualizados y conservadores.

Tabla 3.5: actualización de la inversión necesaria por sector para una transición verde (en miles de millones de dólares)

	<b>Total 2020-2050</b>	<b>Promedio anual</b>	<b>Escenario</b>	<b>Fuente</b>
Total de construcción e industria	28320	944	Calentamiento menor a 2°	WEF (2013)
Total de transporte	55110	1837	Calentamiento menor a 2°	WEF (2013)
Agua	39600	1320	<i>Bussiness us usual</i>	WEF (2013) en base a OCDE
Telecomunicaciones	18000	600	<i>Bussiness us usual</i>	WEF (2013) en base a OCDE
Total de uso del suelo más energía	105000	3500	Emisión nula para 2050	(Krishnan et al., 2022)
<b>Total aproximado</b>	<b>246030</b>	<b>8201</b>		

Fuente: elaboración propia en base al (WEF, 2013; Krishnan et al., 2022).

Este trabajo de la firma McKinsey & Company estima que el total para estos dos sectores (energía y uso del suelo) debería alcanzar los 9,2 billones de dólares, aproximadamente la mitad de las ganancias corporativas globales del 2020. La conclusión es que, aunque ambicioso, no es un proyecto inalcanzable (Krishnan et al., 2022, pág. 5). Además, la inacción es también costosa, como lo muestran las estimaciones para el escenario de *bussiness as usual*, por lo que a la inversión necesaria para la transición se le podrían descontar estos costos que serían ahorrados y que aumentan a medida que el tiempo pasa y las medidas de mitigación y adaptación siguen siendo insuficientes.

Hay varios motivos por los que se le da tal centralidad a la inversión en energía por sobre todas las ramas para lograr una transición exitosa. El primero de ellos refiere a que el uso de energía es el principal factor de emisión de gases invernadero (cuando se distingue para cada sector las emisiones que corresponden al uso de energía). Por otro lado, las inversiones en energía sustentable son, en muchos casos, redituables y eficientes en términos de costos (Krishnan et al., 2022, pág. 20). Las energías solar y eólica son las que lideran esta significativa reducción de costos que las hacen atractivas aún en relación a energías fósiles. Esta tendencia se verá potenciada por la invasión rusa a Ucrania, lo que pone ha aumentado los costos en el acceso a

<sup>19</sup> (Krishnan et al., 2022).

gas natural y otras fuentes tradicionales de energía (IEA, 2022a, pág. 7). Este conflicto representa, entonces, una oportunidad y una mayor necesidad de inversión en energías verdes.

Sin embargo, es probable que esta conveniencia en términos de costo no alcance a las economías menos desarrolladas, como es el caso de Argentina. Las recomendaciones incluyen siempre la eliminación de subvenciones a energías fósiles, pero esto implicaría costos macroeconómicos (inflación y pobreza) que no son socialmente aceptables. Es por esto, que el aumento de la inversión en energías verdes sólo puede tener lugar a partir de una política estructurada de financiamiento multilateral que facilite la disponibilidad de energías alternativas antes de la reducción o eliminación de tales subsidios. De forma análoga, se pueden criticar las recomendaciones de impuestos a la emisión de carbono.

En términos de los costos de una transición energética, es necesario tomar en consideración la tendencia alcista en los precios de minerales críticos (principalmente el litio, pero también el cobalto, el níquel, el cobre y el aluminio) para estas nuevas formas de energía desde principios del 2021. Esta tendencia también se ve retroalimentada por la incertidumbre respecto de la oferta rusa de tales minerales (IEA, 2022b, pág. 21). Para países como Argentina, la creciente demanda de estos minerales representa una nueva oportunidad de desarrollo tecnológico y apropiación de divisas.<sup>20</sup>

La figura 3.6 muestra la distribución de la inversión necesaria en energía para el sector público y privado, como una reconstrucción de esta misma tabla en WEF (2013).

Tabla 3.6: Movilización necesaria de capital financiero público y privado (en miles de millones de dólares)

Origen	Miles de millones de USD	Financiamiento privado	Miles de millones de USD
<b>Requerimientos para energía (2010-2030) (WEF, 2013)</b>			
<b>Pública</b>	127,5		
<b>Privada</b>	569,5	<b>Deuda</b>	370,5
		<b>Capital</b>	199,5
<b>Total</b>	<b>697</b>	Escenario: bussiness as usual	
<b>Total</b>	<b>944</b>	Escenario: calentamiento menor a 2°	
<b>Requerimientos para energía (2020-2050) (IEA, 2022b)</b>			
<b>Pública</b>	219,5		
<b>Privada</b>	980,5	<b>Deuda</b>	686,3
		<b>Capital</b>	294,1
<b>Total</b>	<b>1200</b>	Escenario: compromisos actuales	
<b>Total</b>	<b>2000</b>	Escenario: emisión nula para el 2050	
<b>Energía y uso del suelo (2020-2050) (Krishnan et al., 2022)</b>			
<b>Pública</b>	639,0		
<b>Privada</b>	2861,0	<b>Deuda</b>	2002,7
		<b>Capital</b>	858,3
<b>Total</b>	<b>3500</b>	Escenario: emisión nula para el 2050	

<sup>20</sup> En Argentina hay dos proyectos nuevos referidos a la explotación de estos minerales: Cauchari-Olaroz y Sal de Vida (IEA, 2022b, pág. 127).

Fuente: elaboración propia en base a (WEF, 2013, pág. 13; IEA, 2022b; Krishnan et al., 2022). Se mantiene el ratio estimado en WEF (2013) de una relación entre inversión pública y privada de entre 1:4 y 1:5. Se mantiene el ratio deuda/capital 70:30 estimado en WEF (2013) en base al ratio de activos de energía verde según Bloomberg.

El último Reporte de Inversión Mundial en Energía de la IEA (2022b) actualiza los valores presentados por WEF (2013), a la luz de la brecha que se ha sostenido desde el 2015 en la inversión requerida y la observada. De acuerdo a este nuevo reporte, la inversión total en energía sustentable tiene que escalar a USD 1,2 billones promedio por año para alcanzar los compromisos climáticos ya existentes. Estos valores son realizables si se mantiene la tasa de crecimiento de la inversión observada en los últimos tres años, pero no es suficiente para alcanzar los objetivos de emisión nula para el 2050 (estipulados en el escenario Net-Zero de la NFGS), que requerirían un gasto anual en esta década de más de USD 2 billones (IEA, 2022b, pág. 25).

La brecha es explicada, fundamentalmente, por muchas economías emergentes y no desarrolladas, que deberían aumentar sus inversiones en un 25% anual durante esta década para alcanzar el escenario NZE, pero lo han hecho a una tasa de 3% anual (IEA, 2022b, pág. 25).

Aunque el atraso tecnológico y la vulnerabilidad económica hace que las estrategias de transición en América Latina sean más costosas, las consecuencias del cambio climático también lo serán. Las estimaciones de costos indican una pérdida de hasta 10% del PBI nacional per cápita para el 2030 en Belice, Guyana, Nicaragua, Suriname y Venezuela (los países más afectados de la región) respecto de un escenario sin cambio climático, pero sólo consideran las consecuencias directas del calentamiento y no la retroalimentación con otros factores (como la escasez de agua y los desastres naturales), además de ser cálculos sumamente conservadores y requerir actualización (refieren al 2010 y 2014)<sup>21</sup> tras los años que se han sucedido sin que las metas de transición a una economía mundial más sustentable sean alcanzadas, ni mucho menos (Bárcena Ibarra et al, 2020, págs. 63-70). También en el capítulo 4 del presente trabajo se profundizará en las estrategias de mitigación y adaptación desde una perspectiva regional. Esto, sumando al limitado espacio para política monetaria, hace que la inversión pública se vuelva clave a la hora de movilizar la inversión privada.

### 3.3 El concepto como puente entre la economía y la ecología

Este tercer capítulo ha profundizado en la conceptualización, descripción e incluso estimación de algunos riesgos climáticos. En esta sección se expondrá sobre este y otros conceptos que permiten el abordaje económico de la crisis ecológica, constituyéndose como puentes entre dos ciencias que deben estar interrelacionadas.

El concepto de **riesgo climático** es fácilmente apropiable por muchos modelos económicos, pero acarrea también la controversia inmanente a cualquier riesgo económico. Para la economía tradicional, aun cuando se levanta el habitual supuesto de información perfecta, se asume que se le puede asignar un rango de probabilidad conocida y racional a cualquier shock exógeno. En cambio, enfoques heterodoxos que construyen escenarios con **incertidumbre radical**, no permiten tal simplificación del concepto de riesgos e incorporan elementos asociados a agentes irracionales pero razonables que deben tomar decisiones, con consecuencias que no son fácilmente reversibles. Aun reconociendo las dificultades de la medición, el esfuerzo en la estimación de riesgos debe hacerse; una vez más, debemos tomar decisiones en la oscuridad.

---

<sup>21</sup> (Bosello et al., 2010; Vergara et al., 2014; Bárcena Ibarra et al, 2020).

Los costos crecerían si las medidas no fueran tomadas, pero a la vez que los esfuerzos y la inversión aumentan, lo hacen también los riesgos financieros. Es, en este sentido, que el **principio de riesgo creciente** es útil. Que el abordaje del cambio climático se haga ahora desde el punto de vista de *riesgos* refiere a un cambio metodológico en el que, luego la generalización de modelos que proponían maximizar un sendero de crecimiento sujeto a la minimización de costos causados por el cambio climático (Nordhaus, 1993) se pasó a un esquema relacionado a la *gestión de riesgos* que se utiliza en el entorno financiero. En este escenario, la intención es poner el énfasis en la reducción al máximo posible de cualquier probabilidad de un evento climático catastrófico (FMI, 2017).

En el capítulo 2 se ha mencionado el concepto de **servicios ecosistémicos** y su ventaja respecto del de recursos naturales. Para profundizar en esta noción, se definen estos servicios como las condiciones y procesos que sustentan la vida humana a través de ecosistemas naturales y sus especies asociadas. Un ecosistema se define, por su parte, como “un conjunto de organismos que viven en un área, su entorno físico y las interacciones entre ellos” (Daily et al, 1997, pág. 2). Este abordaje alternativo tiene otra ventaja: permite entender de forma más profunda la complejidad del efecto antropogénico sobre la crisis; una crisis que, bajo esta luz, deja de ser solamente climática y pasa a ser ecológica (un concepto más general que incluye al primero).

Poder estudiar la degradación ambiental y el cambio climático como un problema en conjunto, al ser este último una forma particular, la más globalizada, de la degradación ecológica, es una ventaja. El control de la temperatura mundial es un servicio ecosistémico brindado por la compleja interacción de distintos elementos, como la absorción de dióxido de carbono por parte de la flora, la formación de rocas y otros sumideros de carbono. La emisión creciente de GEI y las consecuencias de la actividad humana sobre los sumideros naturales de carbono inhabilita la correcta provisión de este servicio. De esta forma, las políticas económicas pueden apuntarse al problema como un todo y no necesitan dividir entre los problemas de pérdida de biodiversidad y agotamiento ecosistémico por un lado y el cambio climático (es decir, el aumento de la temperatura promedio y los cambios que esto trae aparejado, como el cambio en el patrón de lluvias y el aumento del nivel del mar) por el otro. Esto tiene una importancia insoslayable cuando se trata de definir qué actividades son “verdes” y como tales deberían ser beneficiadas por subvenciones, exenciones impositivas, privilegios crediticios como tasas subsidiadas, etc., y también para entender mejor la problemática desde países como Argentina, para los que la degradación ecosistémica es tan acuciante como el cambio climático en sí mismo. Para resumir la importancia de esta relación, cabe señalar que en los compromisos para alcanzar la emisión nula en el 2050 hay un gran vacío sobre el rol que cumplen los ecosistemas en absorber emisiones y, por ende, la importancia de protegerlos. En línea con esto, se hablará en adelante de riesgos climáticos, pero se incluirán, cuando se consideren relevantes, los riesgos ecológicos para hacer referencia a la degradación de la naturaleza que excede la emisión de gases invernadero.

Otro punto que incorporar a esta compleja relación entre el cambio climático y el desgaste ecosistémico es la reacción antropogénica: como respuesta al primero de los fenómenos, muchas veces se acelera el segundo. La figura 3.2 ilustra esta relación.

Figura 3.2: Relación entre desgaste ecosistémico, cambio climático y acción antropogénica



Fuente: elaboración propia

Las preocupaciones ambientales en general no corresponden a los últimos años. Sin embargo, décadas atrás la preocupación se centraba en stocks agotables, como el de agua dulce o el de petróleo. La evidencia sobre las causas antropogénicas del calentamiento global pasó la preocupación a una cuestión de flujos, tales como las emisiones de gases de efecto invernadero. Sin embargo, la posición de la economía ecológica y el umbral de desgaste ecosistémico establece una conexión entre stocks y flujos: la emisión de gases de efecto invernadero aumenta el calentamiento global, efecto que se suma a las acciones humanas sobre el desgaste ecosistémico. Este desgaste afecta el stock de biomas (más allá de que sus procesos internos no son estáticos). Que se mantenga un stock o umbral de estos biomas es necesario para que puedan seguir proveyendo otro flujo, sus servicios ecosistémicos.

Como es de esperar, el concepto de ecoservicios no está libre de controversia y problemas. Para comenzar, la definición de los servicios como tales es arbitraria; no hay ninguno que sea independiente de los demás: “es imposible clasificar los servicios en condiciones y procesos completamente distintos e independientes; independientemente de cómo se clasifiquen, muchos no podrían funcionar sin otros y no tendrían ningún valor por sí solos” (Daily et al, 1997, pág. 368). En esta breve referencia al trabajo fundacional del enfoque en cuestión, se vislumbra la fuente de la controversia: el motivo por el que nos tomamos la imperfecta tarea de definir y clasificar los servicios es para poder incorporarlos a los modelos y a las políticas económicas, lo que implica atribuirles un precio.

Daily et al exponen de forma muy exhaustiva los inconvenientes que existen a la hora de atribuirle tal precio: estos exceden significativamente los precios dados a los commodities asociados a ellos, la brecha entre el valor percibido y el que debería ser efectivo es mayor que para cualquier otro bien y, como fue mencionado, hay un serio problema de selección. Paralelamente, la caracterización de los servicios depende los contextos socioeconómicos, históricos y geográficos: por ejemplo, la nutrición y mineralización natural de los suelos será más importante para países que se especialicen en producciones agropecuarias. El análisis de estas dificultades hace más curiosa la conclusión de los autores: dado que el valor total de los ecosistemas es infinito porque no podemos vivir sin ellos, proponen establecer el valor marginal en función de los costos sociales de la destrucción de la próxima unidad ecosistémica. Debido a

la interrelación entre distintos ecosistemas y distintos servicios, se reconoce que tal tarea tendría grandes dificultades. Reconocen también que los precios de mercado no son un buen mecanismo, pero se lo atribuyen a las distorsiones de externalidades, intervenciones públicas, barreras al comercio, etcétera (Daily et al, 1997, págs. 367-368).

A la complejidad de la interrelación de servicios se agrega la incertidumbre creciente sobre los efectos del cambio climático en interacción con el agotamiento de ecosistemas. En suma, resulta cuanto menos peligroso la definición de un precio que pueda ser pagado por distintas unidades productivas para hacer uso y desgaste de estos ecosistemas. Los reportes de distintas instituciones como el IPCC (2021; 2022a; 2022b), McKinsey & Company (Krishnan et al., 2022), la IEA (2022b) y muchas más coinciden en que las medidas deben ser inmediatas y contundentes, pero esta asignación de precio facilitaría la extracción de los bienes ecosistémicos en lugar de detenerla (Fal & Toftum, 2019; Pascual et al., 2010).

Si se utiliza el Amazonas como ejemplo se estima que, a partir de un determinado umbral, la tala continuada impedirá la correcta provisión de los importantes servicios que este ecosistema brinda. Si se le asigna un precio a la explotación marginal de este ecosistema, nada impide que distintos agentes paguen tal precio y se llegue a tal umbral. A partir de este punto, volveríamos a enfrentar un valor marginal infinito: la próxima unidad explotada del ecosistema será igual de necesaria que la totalidad del ecosistema. De más está decir que la determinación práctica de cuál sería esta unidad es imposible en la actualidad y que en el hipotético caso de que pudiéramos determinarla, no se habría incentivado sino demorado el cambio estructural necesario en las formas de producción y consumo.

Si se reconoce que el ecosistema es necesario en su plenitud, y no sólo por determinados bienes que convertimos en recursos naturales, la estrategia debería apuntar a evitar su desgaste en la mayor dimensión posible. Así, lo ideal sería reconstruir las inversiones necesarias para evitar el desgaste de ecosistemas necesarios y fijar este como el valor absoluto, lo que permitiría una estimación del flujo de capitales que cada país y región debería recibir. Claramente, este abordaje requiere una perspectiva alternativa de los procesos de formación de precios, reconociendo la necesidad de las instituciones en ellos en lugar de considerarlas distorsiones y aceptar que, de todos modos, existirá una continuación en el desgaste ecosistémico. Aún para que la transición a una economía verde tenga lugar, se seguirá haciendo uso de bienes ecosistémicos y en todo caso la intención es reducir tal desgaste.

Muchos otros elementos conceptuales deben ser tomados en cuenta para realizar un abordaje realista desde la economía al desafío de la transición climática. Algunos de ellos serán revisados de forma más breve a continuación: i) las esferas real y monetaria deben considerarse en plena articulación (la segunda no es neutral para los resultados de la primera), ii) existe *path dependence* ya que los distintos tipos de riesgos climáticos tienen efectos persistentes en los senderos de desarrollo de los países y regiones bajo estudio, iii) los análisis empíricos y teóricos lineales deben ser limitados ya que el fenómeno de la crisis ecológica es fundamentalmente no lineal y opera con umbrales físicos, iv) los riesgos climáticos pueden tener impacto sobre la oferta, la demanda o ambos, pero para poder capturar el impacto es necesario considerar la posibilidad de que los mercados no ajusten de forma perfecta y existan rigideces potencialmente incrementadas por el cambio climático, v) dentro del punto previo, cabe destacar la existencia de desempleo involuntario como un posible efecto negativo del cambio climático acentuado en determinados sectores, que además permite profundizar en debates sobre la existencia de una contradicción entre crecimiento económico y desarrollo sostenible (ya que el crecimiento no se encontraría necesariamente limitado por el pleno empleo, pero potencialmente sí por el desgaste del sistema climático), vi) los sectores deben poder

diferenciarse y establecerse sus relaciones ya que los riesgos climáticos no tienen un impacto simétrico en todas las actividades pero sí pueden ser contagiados entre sí y vii) se deben contemplar los contextos regionales y socioeconómicos específicos ya que el impacto climático tampoco es simétrico entre distintos países.

Es importante que los efectos monetarios y financieros no se consideren neutrales porque reflejan gran parte de los riesgos climáticos tanto físicos como de transición. Los riesgos físicos pueden acarrear efectos de largo o corto plazo, pero incluso estos últimos pueden tener efectos de segunda ronda a través de alteraciones en los balances de empresas afectadas y otras empresas y bancos vinculadas (Battiston et al., 2017). Por otro lado, los riesgos de transición implican por su propia naturaleza efectos de largo plazo, ya que corresponden a un cambio estructural de los sistemas de producción de distintos niveles. Entre ellos se encuentran las inmensas cantidades de capital que serán necesarias para la transformación en cuestión, los instrumentos que se utilizarán para que estas puedan ser desembolsadas, los riesgos financieros asociados a cada uno de estos instrumentos, los descalces de monedas que distintos agentes y países pueden enfrentar por las altas necesidades de endeudamiento, etc. Ante esto resulta evidente la necesidad de modelizar de forma consistente la esfera monetaria y sus interrelaciones con la esfera real (Dafermos & Nikolaidi, 2017; Campiglio et al., 2017).

Una forma que toma esta persistencia en el tiempo de los riesgos climáticos, transmitidos por múltiples y complejas vías a través del tiempo y los sectores, los agentes y los países, es la determinación de distintos senderos de desarrollo. Si el enfoque de las ciencias económicas prescinde del tradicional equilibrio único y estable para teorías de crecimiento y desarrollo, se puede contemplar que eventos climáticos extremos o tendencias crónicas en variables climáticas pueden truncar los senderos de desarrollo de distintos países, en especial por la asimetría de tales impactos. Las estrategias de mitigación y adaptación que respondan a tales efectos no pueden ser previstas racionalmente por lo que los resultados finales y los riesgos de transición asociados difícilmente sean conocidos. Para incorporar estos elementos al análisis es necesario, entonces, que se considere la existencia de histéresis en las decisiones de agentes económicos y de *path dependence* en los senderos de desarrollo nacionales y regionales (Dafermos & Nikolaidi, 2017; Campiglio et al., 2017). Así se podrían modelizar efectos de largo plazo tales como aquellos sobre la tasa de crecimiento de la productividad (que puede verse incrementada por el hipotético cambio tecnológico asociado a estrategias de mitigación y adaptación) y el patrón de inserción internacional (FMI, 2017).

La incertidumbre presente en todo el asunto se debe, en gran parte, a la naturaleza no lineal de los efectos del cambio climático. Los estudios climáticos no han encontrado evidencia para sostener que la vida y sociedad humana como la conocemos pueda sostenerse en un escenario con un calentamiento mayor a los 2° respecto de la temperatura promedio preindustrial, por lo que el Acuerdo de París establece el objetivo deseable de mantener este calentamiento en 1,5° o menos, y un objetivo aceptable sería mantenerlo con un máximo de 2°. A su vez, para alcanzar estos objetivos se ha estimado que las emisiones de gases invernadero deben ser neutralizadas para el 2050 (CMNUCC, 2015). Por otro lado, los estudios sobre ecosistemas y biodiversidad se basan en límites biofísicos que son presionados por la actividad humana (Rockström et al, 2009; Steffen et al, 2015; Groom & Turk, 2021). En síntesis, el abordaje que ha demostrado ser más efectivo ha sido la determinación de umbrales físicos. La existencia de estos umbrales implica, necesariamente, que nos enfrentamos a una problemática signada por no linealidades. Es por esto que los estudios empíricos lineales deben ser limitados y se debe asignar un considerable riesgo de que los efectos finales sean aún más inestables (Ramos-Martin, 2003; Muradian, 2001; Klusak et al, 2021).

Es importante, además, estudiar distintas rigideces y límites que enfrentarán los mercados como consecuencia del cambio climático, en suma, a rigideces que ya son inmanentes a las economías capitalistas. La producción y el crecimiento se encontrarán, entonces, restringidos por la demanda, que puede verse afectada de forma positiva o negativa por riesgos físicos y de transición. Pero, además, deben contemplarse las posibles rigideces que enfrenta la oferta para satisfacer la demanda: las materias primas pueden agotarse, pueden existir restricciones de liquidez asociadas a las grandes cantidades de capital necesarias o a la aversión al riesgo, pueden aumentar costos de transporte o impuestos, etc. Considerar eficientes los resultados de mercado anula todos estos elementos. Por ejemplo, la emisión de CO<sub>2</sub> y el desgaste de ecosistemas podría no reducirse lo suficiente, aún con la aplicación de impuestos al CO<sub>2</sub>. Incorporar esta perspectiva heterodoxa sobre las decisiones de producción y asignación, aumenta los argumentos en oposición a la valorización de los servicios ecosistémicos de formas marginales y pigouvianas<sup>22</sup> que difícilmente capturen la importancia de ellos para la humanidad ni ayuden significativamente en su preservación.

Para estudiar riesgos climáticos y sus canales de transmisión se deben distinguir los sectores productivos. Por ejemplo, el sector primario, y principalmente la agricultura, es señalado por muchos trabajos como el de mayor exposición a riesgos físicos (Battiston et al., 2017; Campiglio et al., 2017; NGFS, 2019); el sector energético está muy expuesto a riesgos de transición por la relevancia de la transformación de la matriz energética para alcanzar los objetivos relacionados con estrategias de mitigación y adaptación; y también lo está el sector bancario, por la gran movilización de capitales que será necesaria. Esta asimetría en la profundidad de los efectos y la exposición a riesgos, no implica la inexistencia de canales de transmisión entre distintos sectores productivos.

Finalmente, esta asimetría se extiende también a la comparación entre distintos países. Aquellos que tienen una matriz productiva más especializada se encuentran proporcionalmente más expuestos a un mismo tipo de riesgo. A su vez, esta especialización puede ser en sectores que ya cuenten con una mayor propensión a los efectos negativos del cambio climático. Dado que la población de menores ingresos es también más vulnerable ante los riesgos climáticos, países con grandes proporciones de su población en una situación socioeconómica más frágiles deberán ponderar más estos riesgos. En resumen, la perspectiva económica desde la que se aborde el cambio climático debe tomar en plena consideración las especificidades geográficas, históricas y socioeconómicas de los objetos de estudio (sean agentes microeconómicos o agregados macroeconómicos correspondientes a distintos países o regiones). Debe también tomar en cuenta la asimetría en el poder de decisiones que distintos países tienen en relación a las instituciones transnacionales y de comercio internacional que podrían incorporar estos riesgos climáticos. Las particularidades de la crisis climática y la transición serán analizadas en el capítulo 4.

La escuela post-keynesiana de pensamiento económico cuenta con muchas de las características previamente descritas, por lo que es un marco teórico ampliamente utilizado en los estudios económicos sobre el cambio climático y el desgaste ecológico. Sus sistemas conceptuales son lo suficientemente abiertos como para incorporar *inputs* (servicios ecosistémicos, recursos naturales, disponibilidad de reservas de aguas y combustibles aún no extraídos) y *outputs* (emisiones de CO<sub>2</sub>, agentes contaminantes para suelos y océanos, energía generada a través de distintas formas de materia) provenientes del ambiente en el que las actividades productivas son desarrolladas. La interrelación entre sectores está permitida en este enfoque gracias a que las teorías de inversión no omiten los procesos de producción y financiación de los bienes de

---

<sup>22</sup> Medidas que buscan corregir una falla de mercado con nula o la menor distorsión posible. En este caso, la emisión carbónica y el desgaste ambiental serían vistos como una externalidad negativa.

inversión y los distintos insumos. En la escuela post-keynesiana las esferas monetaria y real se consideran intrínsecamente relacionadas de forma bidireccional, por lo que, si son correctamente especificadas, no se dejan espacios ciegos en la modelización y se permite un análisis más completo y consistente de los riesgos climáticos y su interacción (Hardt & O'Neill, 2017). La modelización ecológica, tal como se expuso recientemente, requiere que se puedan incorporar stocks, ya que esta es la forma en la que se encuentra lo que podríamos considerar riqueza natural (Dasgupta, 2021, pág. 12). Para concluir, a la corriente post-keynesiana deben agregarse algunos elementos típicos del pensamiento estructuralista latinoamericano que explicitan las relaciones desiguales entre países del centro y de la periferia, establecen relaciones con sus patrones de producción y tienen una larga tradición sobre la importancia del cambio estructural, un enfoque conveniente para pensar la transformación de la matriz productiva.

### 3.4 Modelización de impactos económicos

Existe mucho trabajo de abstracción analítica para comprender como los riesgos climáticos impactan en la macroeconomía y en el sistema financiero. Las metodologías difieren si se buscan modelizar los efectos de riesgos físicos o de transición. En el primer caso se aplican modelos empíricos temporales y los del segundo caso se suelen considerar dentro de Metodologías de Análisis de Riesgo Climático (ERA por sus siglas en inglés), que establecen puntos de contaminación, clasifican los riesgos y las formas de impacto en la economía (Jun et al., 2020).

En una primera instancia, los riesgos de transición han sido ampliamente incorporados a Modelos Integrados de Evaluación (IAMs por sus siglas en inglés). Los IAMs permiten un análisis de corto plazo de distintos escenarios de calentamiento de forma agregada para toda la economía a través de dos tipos de shocks: directos, como aumentos en el precio del carbono, e indirectos, como disminuciones en la demanda y en precios de materias primas (Jun et al., 2020). Esta metodología representa los impactos de los riesgos físicos crónicos en los medios de vida humanos, en relación con las decisiones de política pública y el crecimiento económico (positivamente asociado al aumento de la emisión de GEI). Los resultados de los modelos económicos dependen de teorías sobre el crecimiento económico futuro y el cambio tecnológico, y de juicios éticos y políticos (Stanton et al., 2009; Ackerman et al., 2009).

Con el avance de la integración entre ciencias climáticas y económicas, surgen nuevas metodologías que buscan evitar algunas de las críticas que los IAMs reciben: la falta de los efectos dinámicos del cambio climático sobre el crecimiento, la incertidumbre sobre el aumento de la temperatura, sus efectos no lineales y la interacción con las decisiones de agentes económicos y la dependencia de mecanismos *ad-hoc* para incorporar la dimensión ambiental. Además, su nivel de agregación dificulta la implementación en estudios empíricos y el análisis diferenciado para especificidades regionales y socioeconómicas, no evalúan los efectos indirectos por cambios en la utilización de la capacidad instalada, se abstraen de activos y pasivos financieros (y por ende de muchos efectos financieros indirectos) y la suposición de un agente representativo imposibilita analizar las consecuencias distributivas del cambio climático (Klusak et al, 2021; NGFS, 2019; Campiglio et al., 2017).

Una alternativa que se ha vuelto *mainstream* es la de modelos de Equilibrio General Dinámico Estocástico (DSGE por sus siglas en inglés) que incorporen la posibilidad de shocks climáticos sobre la economía para realizar estudios de impulso respuesta. Estos modelos ya eran utilizados de forma extensa por Bancos Centrales, lo que promueve los esfuerzos por su adaptación. En estos casos se pueden incorporar de forma más sofisticada la incertidumbre, las decisiones de agentes económicos e incluso abordajes basados en agentes. Los desarrollos en el manejo de

información también permiten el uso (mucho menos extensivo) de modelos granulares computacionales de equilibrio general (CGE por sus siglas en inglés) (Battiston et al., 2017; NGFS, 2019). Un caso paradigmático de estos modelos es el desarrollado por Nordhaus (1993) que es criticado por sí mismo y por muchos modelos que lo precedieron, y es conocido como el precedente de los DICE, por las siglas en inglés de Economía Climática Dinámica Integrada (*Dynamic Integrated Climate-Economy*).

Estas críticas centran en la modelización de un mercado financiero completo y perfecto, en el que se igualan la inversión y el ahorro por lo que una de ambas variables puede omitirse. El dinero en este tipo de modelos no puede representar su rol en la transferencia de valores de un período de tiempo a otro y, por lo tanto, efectos y riesgos climáticos a lo largo del tiempo. Asumen también que el sistema financiero arroja información completa y perfecta sobre la valuación de la economía real presente y futura. Por otro lado, este modelo y aquellos que se basan en él, modelizan los riesgos de forma cuadrática omitiendo, entre otras cosas, la posibilidad de riesgos catastróficos, de naturaleza no lineal (Espagne, 2018; Pottier et al., 2015; Campiglio et al., 2017). En síntesis, estos esquemas metodológicos sólo incorporan incertidumbre en la medida en que puede ser medida como probabilidad ponderada, mantienen supuestos de información perfecta y decisiones óptimas en base a la información de mercados financieros e incluyen el capital y la inversión con rendimientos marginales decrecientes con desarrollo tecnológico exógeno. Además, descuentan los riesgos climáticos a tasas demasiado bajas, no descuentan los costos que la inacción frente a la crisis ecológica tendría, ni contemplan los círculos virtuosos que se asocian al *path dependence* de la inversión y el desarrollo tecnológico. Como consecuencia de estas fallas, muchos de estos modelos recomiendan que las políticas de transición sean moderadas y voluntariamente pospuestas (Stanton et al., 2009; Ackerman et al., 2009).

Alternativas desde metodologías basadas en *input-output* permiten que estas transmisiones, las especificidades regionales, múltiples efectos indirectos asociados a la interacción entre esferas real y monetaria y la heterogeneidad de agentes puedan ser incorporadas sin recurrir a elementos *ad-hoc*. Para abordajes microeconómicos se han popularizado los MBA y para los casos macroeconómicos los modelos Stock-Flujo Consistentes (SFC)<sup>23</sup>. Estos se basan en las hojas de balance de distintos agentes económicos y el principio de registro cuádruple por el que cada transacción con su doble registro tiene una contrapartida asociada con su financiación y otro doble registro. Los activos físicos y financieros, entonces, están asociados desde el principio y todos los efectos indirectos pueden ser incorporados (Campiglio et al., 2017). En estos casos, todos los movimientos tienen un origen y un destino claro, no quedan espacios vacíos y se puede incorporar la noción física de “no destrucción” de la materia, sino su transformación en servicios ambientales y formas de energía utilizadas por la sociedad (Dafermos & Nikolaidi, 2017; Dafermos, Galanis, & Nikolaidi, 2014).

También se han multiplicado los modelos que utilizan *machine learning* para predecir los efectos económicos de distintos riesgos sobre países con profundas diferencias estructurales, como es el modelo de bosque aleatorio (*random forest machine learning*) elaborado por Klusak et al (2021) previamente mencionado, que demuestra el efecto negativo sobre las calificaciones de riesgo soberano bajo distintos escenarios de calentamiento.

---

<sup>23</sup> (Godley & Lavoie, 2012; Caverzasi & Godin, 2015).

## 4. Riesgos climáticos y ecológicos en América Latina y el Caribe

### 4.1 El nivel del mar sube en un terreno inclinado: el impacto desigual de la crisis ecológica

Es necesario un estudio específico de los efectos del cambio climático sobre países emergentes y no desarrollados, en especial aquellos de largo plazo, que impactan sobre el crecimiento de la productividad, los patrones de exportación, los requerimientos de inversión y consumo, etc. Algunos estudios demuestran que países y regiones de ingreso bajo pueden serán más vulnerables a desastres climáticos (FMI, 2017; Mittnik et al., 2020; Magrin, 2015) y de la misma forma podrían serlo ante las tendencias crónicas asociadas al cambio climático. A su vez, en estos países se encuentran y peligran ecosistemas cruciales para servicios como la remoción de carbono de la atmósfera y un gran porcentaje de la biodiversidad global.

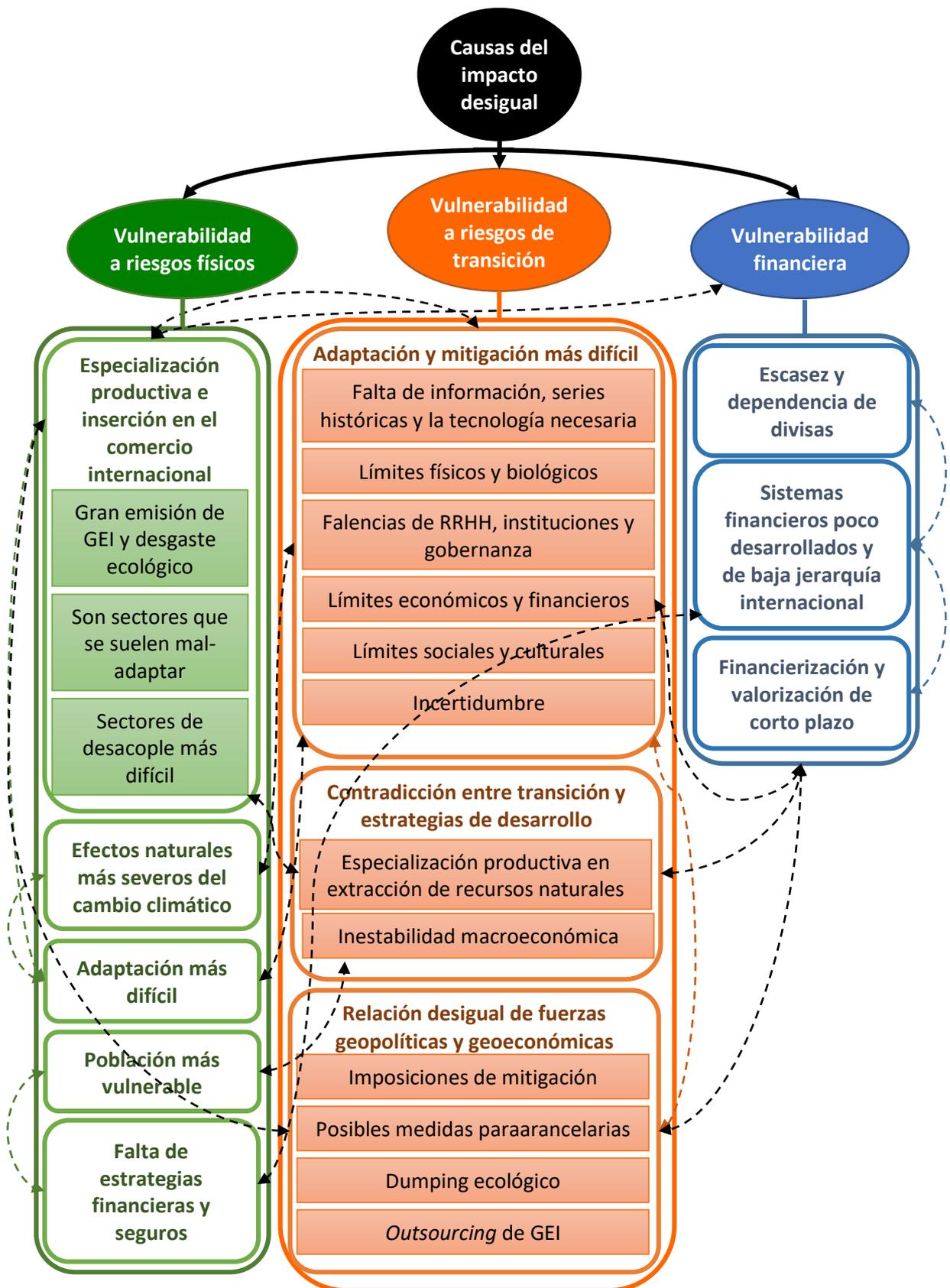
Los motivos son tan amplios y diversos como lo son los distintos canales de impacto económico de los riesgos físicos y de transición. Por ejemplo, la escasez de recursos financieros y políticos para hacer frente a las estrategias de mitigación y adaptación, los mayores niveles de pobreza que hacen a estos sectores sociales más vulnerables a los efectos de estas estrategias, la tensión entre sostenibilidad social y la sostenibilidad económica, la mayor importancia sobre el PBI de sectores productivos más expuestos a estas estrategias, los límites a la política fiscal y monetaria, tecnología obsoleta muy dependiente de combustibles fósiles (NGFS, 2019) y las restricciones asociadas a la jerarquía monetaria internacional, que obliga a fomentar la exportación de productos primarios de fuerte degradación ambiental, limitando las capacidades de desarrollo y generando conflictos socioambientales (Svartzman & Althouse, 2020, pág. 8; Bortz & Kaltenbrunner, 2018). Los países pequeños y especializados en exportaciones primarias se enfrentan a efectos más negativos en los flujos comerciales, de los que son mucho más dependientes, además de la vulnerabilidad asociada a mayores debilidades institucionales que dificultan la gobernanza necesaria para la implementación de estas estrategias (Osberghaus, 2019).

Estas consideraciones son más importantes ante los avances internacionales en acuerdos de cooperación para la mitigación del cambio climático. La distribución de responsabilidades y obligaciones deberá realizarse sin profundizar las fragilidades ya existentes en países emergentes y menos desarrollados (NGFS, 2019; Svartzman & Althouse, 2020).

Se estima que, hacia 2050, el costo económico del cambio climático en América Latina y el Caribe representará entre el 1,5% y el 5% del producto interno bruto (PIB) regional actual, por la suma de las pérdidas agrícolas, los impactos en la generación de hidroelectricidad, los vectores transmisores de enfermedades, entre otros factores destructivos, además de las formas particularmente serias que toma el cambio climático en países emergentes y no desarrollados y el aumento de enfermedades y fenómenos extremos. A esto hay que sumarle la desigualdad hacia el interior de las naciones, acentuada en muchos países latinoamericanos. Los sectores más empobrecidos de una sociedad tienen una mayor brecha entre cantidad de emisiones y la vulnerabilidad a la crisis ecológica y a las estrategias de mitigación y adaptación relacionadas (Bárcena Ibarra et al., 2020, págs. 63-64).

En la figura 4.1 se resumen las causas del impacto desigual de los riesgos climáticos en países emergentes y no desarrollados, y las interrelaciones más importantes entre ellas.

Figura 4.1: Causas y canales del impacto diferencial de la crisis ecológica en América Latina



Fuente: elaboración propia en base a (Bárcena Ibarra et al., 2020; Svartzman & Althouse, 2020; Osberghaus, 2019; Magrin, 2015; Mitnik et al., 2020; Bortz & Kaltenbrunner, 2018; Miranda-

Agrippino & Rey, 2021). Las interrelaciones están señaladas con líneas punteadas, en negro para aquellas entre distintas clasificaciones de vulnerabilidad.

En el presente capítulo se profundizarán estas interrelaciones entre distintas causas y canales de riesgos climáticos y ecológicos en América Latina y el Caribe, para luego describir las particularidades de Argentina.

#### 4.1.1 Mayor exposición a riesgos físicos

El primero de los motivos por los que América Latina y el Caribe (como región y como conjunto de países emergentes y no desarrollados) tiene un impacto mayor por la crisis ecológica es la **(i) mayor exposición a riesgos físicos** que se divide, a su vez, en 5: **(i.a)** las **condiciones más severas que toma la crisis ecológica** en la región de América Latina, **(i.b)** la vulnerabilidad generada por una **especialización productiva y una inserción en el comercio internacional** particulares, **(i.c)** las **dificultades para la adaptación** que enfrenta la región (y que por lo tanto le impiden prevenir estos efectos negativos), **(i.d)** una **mayor proporción de la población socioeconómicamente vulnerable** (lo que les impide prepararse o reponerse ante pérdidas materiales y de salud) y **(i.e)** la **falta de instrumentos financieros y de securitización** (que se vincula con el punto i.c y con la vulnerabilidad financiera estudiada en la subsección 4.1.3).

Las particularidades del cambio climático experimentado y previsto para la región latinoamericana **(i.a)** fueron previamente descriptas en el capítulo 2. En resumen, además del generalizado aumento de la temperatura se proyectan cambios en los patrones de precipitaciones, el acortamiento de la estación lluviosa y el aumento en la frecuencia e intensidad de eventos hidrometeorológicos extremos (Magrin, 2015, pág. 12). El Sur de América del Sur es una región especialmente propensa a sufrir sequías prolongadas, como las de los años 1962, 1965/1966, 1971/1972, 1988/1989, 1995/1996 y 2008/2009 (Rivera & Peñalba, 2014). A esta se le puede agregar el déficit hídrico experimentado por la Cuenca del Plata desde 2018 (Naumann et al, 2022). Los riesgos económicos asociados a las sequías se encuentran entre los más costosos (Rivera & Peñalba, 2014).

Por otro lado, el aumento de temperatura genera caídas de productividad más importantes en este tipo de países. Entre los motivos se encuentra el aumento de ciertas enfermedades asociadas a regiones cálidas: el dengue, la malaria, el cólera y el estrés por el calor (Bárcena Ibarra et al., 2020, pág. 92).

El nivel promedio del mar aumentó entre 2 y 7 milímetros entre 1950 y 2008 en América Latina y el Caribe y se esperan que el ritmo se acelere entre 2040 y 2070 a 3,6 milímetros al año. En términos globales, el aumento del nivel del mar se proyecta entre 40 y 63 centímetros hacia el final del siglo. Como fue indicado en el capítulo 2, los países de la región se encuentran entre los más afectados por este fenómeno en particular. A esto se agrega **(i.c)** la falta de infraestructura para la prevención de daños ante eventos hídricos extremos, las falencias en la adaptación ante los mayores niveles promedio del mar y la dependencia de estos países de las actividades portuarias y turísticas para sostener la estabilidad macroeconómica a través de la **(iii.a)** acumulación de reservas (Bárcena Ibarra et al., 2020, págs. 92-93).

Esto último se replica para todos los impulsores climáticos (aumento de temperatura promedio, cambio en el patrón de precipitaciones, acidificación de los mares, desmineralización de los suelos y mayor frecuencia e intensidad de eventos climáticos extremos) y además, se relaciona con las causas asociadas a que **(i.c)** las estrategias de adaptación son más difíciles de

implementar en estos países, entre otros motivos, por **(i.e)** la falta de instrumentos financieros y de securitización (Buhr et al., 2018).

La **(i.b)** especialización en actividades agropecuarias tiene sus propias complicaciones, ya que emiten una gran cantidad de gases invernadero (principalmente metano que, aunque se emite en menor cantidad que el CO<sub>2</sub> y permanece sólo 10 años en el aire, tiene 84 veces su potencialidad de calentamiento en un plazo de 20 años que se reduce a 28 veces en 100 años) y es culpable del deterioro de muchos ecosistemas por la expansión de la frontera agraria. Por esto es probable que sean objetivo de imposiciones políticas más agresivas hacia una economía global más sustentable, que tendría sus propios impactos negativos sobre estas economías, como se analizará en la subsección 4.1.2.d del presente capítulo.

El sector agrícola generó el 6,9% del PBI regional y el 21,8% de la exportación de mercaderías<sup>24</sup> en el 2021, y el 13,5% del empleo en el 2019, aun cuando muchos de estos países se especializan en la exportación minera y de combustibles (datos del Banco Mundial, accedidos en octubre de 2022). Del total de 108.000 cooperativas activas en la región, el 26,6% (que contiene 6,6 millones de socios) trabaja en el sector agropecuario (CEPAL, 2021).

Esta especialización se vincula con la vulnerabilidad de gran parte de la población latinoamericana y caribeña: el 80% de las explotaciones rurales y entre el 27% y el 67% de la producción de alimentos está en manos de unidades de agricultura familiar. El peso de la actividad agraria se redujo del 10% en 1980 a cerca del 5,1% en 2018, pero esta reducción no es tan clara en el caso de Argentina, probablemente por la volatilidad de su producto.<sup>25</sup> Además, este sector representa una importante fuente de divisas y empleo, por lo que la estabilidad macroeconómica de estos países está muy sujeta a los vaivenes del clima.

Los sectores primarios (no sólo la agricultura, sino también la minería y la extracción de combustibles fósiles) se encuentran entre los más vulnerables a los riesgos físicos (cae la calidad de alimentos, los desastres climáticos detienen y destruyen producción, aumentan las enfermedades de distintos cultivos, etc.). Aunque algunos efectos físicos del cambio climático pueden favorecer la producción agropecuaria en general, el resultado final es ambiguo; el calentamiento y cambio de patrón de lluvias puede facilitar el uso de nuevas tierras, pero a su vez, la mayor frecuencia e intensidad de eventos climáticos extremos podría más que compensar este efecto sin considerar otras tierras que podrían volverse inutilizables; su efecto negativo es muy severo, al punto en el que una sequía tiene efectos negativos perceptibles en el PBI (Banco Mundial, 2021). Así, algunos cultivos de la región del Sudeste de América del Sur (parte de Argentina, Uruguay, sur de Brasil y parte de Paraguay) podrían desplazarse hacia el Sur y el Oeste gracias a las mayores temperaturas promedio, pero la reducción de la disponibilidad de agua impactaría de forma negativa en las producciones que ya caracterizan a la región: frutales, vid y algunas especies forestales (Magrin, 2015, p. 20). Otros cultivos sobre los que gran parte de la región sustenta su empleo y sus exportaciones, como el café y el cacao, se verán afectados por el aumento de la variabilidad climática (especialmente en Centroamérica) y el desgaste del suelo asociado a la migración de cultivos hacia regiones de mayor altura.

Finalmente, se espera una mayor incidencia de plagas por el aumento de las temperaturas y precipitaciones, lo que fomentará el uso de pesticidas de mayor impacto (Magrin, 2015, pág.

---

<sup>24</sup> En realidad, este porcentaje corresponde a la exportación de alimentos, definidos por cuatro complejos: productos alimenticios y animales vivos, bebidas y tabacos, aceites, grasas y ceras de origen animal y vegetal y semillas y frutos oleaginosos.

<sup>25</sup> Datos obtenidos del Banco Mundial, accedidos en octubre del 2022.

50). Además, si consideramos que esta especialización está orientada al comercio internacional, se verá también afectado por los riesgos físicos que operan sobre este.

Muchos trabajos reseñados por Osberghaus (2019) establecen que las consecuencias negativas del cambio climático son más fuertes en las importaciones y exportaciones de países relativamente pobres (Barua & Valenzuela, 2018; Crespo Cuaresma et al., 2008; Jones & Olken, 2010; Li et al., 2015) y más aún para países de tamaño pequeño y clima relativamente cálido (Andrada Da Silva & Cernat, 2012; Dallmann, 2019; Gassebner et al., 2010; Li et al., 2015).

La región enfrenta **(i.c)** mayores dificultades en la adaptación al cambio climático, no sólo en lo que refiere a la infraestructura portuaria y costera frente al aumento del nivel del mar, sino para todos los sectores. Estas dificultades tienen causas similares para las estrategias de mitigación, lo que hace que los riesgos de transición también tengan un peor impacto en América Latina, como se verá posteriormente en el punto **(ii)**. La consecuencia es que las economías se vuelven menos resilientes y más expuestas a inestabilidad macroeconómica.

En estos países, **(i.d)** la proporción de población que se encuentra en situaciones socioeconómicas vulnerables es mayor. Estas personas no cuentan con los instrumentos necesarios para afrontar los riesgos físicos del cambio climático, como inundaciones, sequías y olas de calor, que pueden generarles pérdidas materiales y de salud.

Las estrategias de adaptación a la crisis ecológica pueden implicar un dinamizador económico además de cerrar brechas de infraestructura en línea con los Objetivos de Desarrollo Sustentable (ODS), pero debe realizarse con consideración de las especificidades de cada estructura social y económica. Las inversiones necesarias pueden aumentar niveles de empleo y de producto. Sin embargo, para que pueda darse este círculo virtuoso deben existir los instrumentos financieros necesarios para poder facilitar estas inversiones. A su vez, el aumento de los seguros contra eventos climáticos ha demostrado ser útil aunque no suficiente para que ante pérdidas materiales se realicen obras más resilientes y sustentables (Buhr et al., 2018). Países emergentes y no desarrollados tienen sistemas financieros domésticos poco profundos y complejos **(iii.b)** lo que dificulta la existencia de estos instrumentos **(i.e)**.

Los riesgos de transición pueden presentar características más virulentas para los países emergentes y no desarrollados. Sin embargo, esto es evidente para los riesgos físicos. En términos de las necesidades de financiamiento para hacer frente a ambos desafíos, es que los flujos de capital para financiar proyectos de adaptación, tanto tengan fondos públicos, multilaterales o privados, son mucho menores. Esto puede atribuirse a que es difícil identificar los costos y beneficios que tendrían estos proyectos. En un contexto en el que las recomendaciones de entidades multilaterales es que las inversiones deben provenir mayoritariamente de fuentes privadas, es muy difícil movilizar los capitales necesarios si no puede establecerse una relación costo-beneficio consistentemente positiva.

La figura presentada a continuación detalla riesgos físicos que afectan particularmente a América Latina y el Caribe en distintos sectores, a través de distintos impulsores climáticos y ecológicos.

Tabla 4.1: especificidades de riesgos físicos en países latinoamericanos

América Latina: impacto potencial de los riesgos físicos		
Impacto	Riesgos claves	Impulsores climáticos
Agricultura	Disminución de la producción y la calidad de los alimentos y los ingresos; alza de los precios	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Temperaturas en aumento y episodios extremos</li> <li>- Precipitación errática, fuera del rango biológico y episodios extremos</li> <li>- Fertilización por aumento de la concentración de CO2</li> </ul>
Agua	Menos disponibilidad de agua en regiones semiáridas y dependientes del derretimiento de los glaciares, inundaciones en áreas rurales y urbanas relacionadas con precipitaciones extremas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tendencia al aumento de la temperatura</li> <li>- Tendencia a la sequía</li> <li>- Cubierta de nieve</li> <li>- Aumento de las precipitaciones</li> </ul>
Biodiversidad y bosques	Desaparición de bosques, blanqueamiento de corales y pérdida de biodiversidad y de servicios ecosistémicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aumento de la deforestación</li> <li>- Fertilización por aumento de la concentración de CO2</li> <li>- Tendencia al aumento de la temperatura</li> <li>- Acidificación de los océanos</li> </ul>
Salud	Propagación de enfermedades transmitidas por vectores a mayores altitudes y latitudes que en su distribución original	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aumento de la temperatura</li> <li>- Aumento de las precipitaciones</li> </ul>
Turismo	Pérdida de infraestructura, aparición de especies invasoras y fenómenos extremos en zonas costeras	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Alza del nivel del mar</li> <li>- Temperaturas extremas</li> <li>- Precipitaciones extremas e inundaciones</li> </ul>
Pobreza	Disminución de los ingresos de la población vulnerable, principalmente los agrícolas, y aumento de la desigualdad de los ingresos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aumento de la temperatura y de los episodios extremos</li> <li>- Tendencia a la sequía</li> <li>- Precipitación errática o fuera del parámetro de la fisiología de los cultivos</li> </ul>
Empleo	Riesgo de pérdida de empleo para aproximadamente el 19% de la fuerza laboral de América Latina y el Caribe (OIT y BID, 2020). Reducción de productividad. Pérdida de años laborales (que aumentó de 113 a 190 por cada 100 mil trabajadores desde el período 2000/2007 al período 2008/2015 (OIT y BID, 2020).	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pérdida de biodiversidad y debilitamiento de los servicios ecosistémicos.</li> <li>- Eventos climáticos extremos</li> <li>- Alza del nivel del mar, salinización del suelo y cambio en ciclos hídricos.</li> <li>- Aumento del calor y las enfermedades en cultivos, animales y humanos.</li> </ul>

Fuente: (Bárcena Ibarra et al., 2020, pág. 73; Sánchez & Torres, 2020; Saget et al., 2020).

#### 4.1.2 Mayor exposición a riesgos de transición

La mayor vulnerabilidad a los riesgos de transición se explica por otros tres elementos generales: (ii.a) la **mayor dificultad en la implementación de estrategias de mitigación y adaptación**, (ii.b) las **relaciones desiguales de poder geopolítico y geoeconómico que han dejado a los países periféricos en condiciones de subordinación** y (ii.c) la **contradicción entre la estrategia de transformación verde y la de desarrollo y crecimiento nacional**, basada en la explotación de recursos naturales.

En la subsección previa se explicó que los países de la región tienen mayores obstáculos para implementar las estrategias de adaptación requeridas; obstáculos que también enfrentan frente a las estrategias de mitigación **(ii.a)**. Estas dificultades explican el atraso de América Latina y el Caribe en lo que refiere a la transición ecológica y la brecha de inversión verde, transición que se encarece mientras pasa el tiempo sin que esta brecha se cierre.

##### 4.1.2.a Medidas de adaptación en América Latina y el Caribe

La figura 4.3 recaba tres categorías de medidas posibles de adaptación desde una perspectiva centrada en las especificidades socioeconómicas de América Latina y el Caribe (lo que no implica que puedan ser o sean aplicadas en países de un desarrollo más avanzado): medidas estructurales y físicas, medidas sociales y medidas institucionales. Dentro de cada una, se detallan múltiples y variadas opciones:

Tabla 4.2: posibles medidas de adaptación al cambio climático

Categorías de medidas de adaptación	Sectores de impacto	de	Características
Medidas estructurales y físicas	Ingeniería y construcción	y	Obras de gran envergadura y duración en las que se debe tomar en cuenta la incertidumbre sobre las proyecciones climáticas por tan largos períodos
	Adaptación basada en ecosistemas	en	Dependen menos de las proyecciones climáticas al basarse en la capacidad natural de ecosistemas de absorber el impacto del cambio climático
	Tecnología		A diferencia de las estrategias de mitigación, las tecnologías de adaptación son generalmente conocidas y se transfieren con facilidad. Sin embargo, en algunos casos pueden requerir inversiones mucho más grandes por lo que estarían restringidas por liquidez (como la adaptación del sector agropecuario y los puertos)
	Servicios		Los servicios públicos como el acceso al agua, luz eléctrica, gestión de desechos urbanos y salud reducen el impacto negativo del cambio climático, especialmente sobre los sectores más empobrecidos.
Medidas sociales	Educación		La divulgación a la comunidad de protocolos y conocimientos relacionados al cambio climático es un instrumento útil para la reducción de daños.
	Información		La toma de conciencia de riesgos climáticos y la respuesta ciudadana son necesarias para una estrategia integral de adaptación.
	Comportamiento		Será necesaria la diversificación de los medios de subsistencia, el cambio de prácticas agrícolas y ganaderas, sustitución de cultivos, conservación del suelo y el agua y la migración laboral.
Medidas institucionales	Economía		Incentivos financieros, seguros, bonos de catástrofe, pagos de servicios ambientales, fondos para imprevistos relacionados con desastres y transferencias a sectores vulnerables.
	Leyes y regulaciones	y	Creación de áreas protegidas, rezonificación del uso del suelo, ordenamiento territorial, ordenamiento urbano, etc.
	Políticas y programas de gobierno	y de	Planes subnacionales y locales de adaptación, planificación y preparación para los desastres, planes sectoriales (gestión de recursos hídricos, manejo basado en ecosistemas, manejo sostenible de bosques y pesca, adaptación basada en comunidades, etc.)

Fuente: (Bárcena Ibarra et al., 2020, págs. 177-179).

Entre las distintas medidas de adaptación, en el trabajo de la CEPAL se destacan dos opciones que podrían complementarse: adaptación basada en los ecosistemas (ABE) y las soluciones basadas en la naturaleza (SBN) que incluyen la valorización y el pago de servicios ambientales. La primera tiene como principal propósito el mantenimiento y la restauración de la biodiversidad y los servicios que brindan los ecosistemas. Se espera que se mejore en un 44% la

provisión de biodiversidad y un 25% los servicios ambientales, además de reducir los conflictos entre comunidades y áreas rurales (Bárcena Ibarra et al., 2020, págs. 182-191). Este tipo de estrategia tiene el beneficio de ser congruente con el respeto a minorías y las necesidades sociales inherentes a países latinoamericanos en los que subsisten varias comunidades originarias con una relación muy estrecha con el medio ambiente en el que viven. Aunque los beneficios para el desarrollo económico pueden parecer débiles, cabe repetir que el avance en la industria genética y farmacéutica vuelve a la biodiversidad un recurso estratégico. Por otro lado, los servicios ecosistémicos son esenciales para el desarrollo de las actividades primarias en las que tanto recae la estabilidad macroeconómica de estos países.

El pago de servicios ambientales (dentro de las SBN) tiene la potencialidad de movilizar a los sectores privados y comunitarios para colaborar tanto con la adaptación como con la mitigación al cambio climático. A su vez, aunque requieren de la reorientación de flujos financieros ya existentes, componen una opción que no demanda grandes inversiones nuevas de capital. Estas propuestas consideran que, al ser cada servicio ecosistémico un bien público cuyos beneficios se encuentran generalmente por fuera de los cálculos privados, las actividades que contribuyen a su mantenimiento y recuperación deben valorizarse a partir de este tipo de iniciativas. Los incentivos pueden ser monetarios y no monetarios, pero buscan el desarrollo de infraestructura y administración de riesgos con un enfoque más sustentable en términos ambientales y sin implicar grandes disrupciones en lo que algunas corrientes económicas podrían considerar el buen funcionamiento de mercados y de incentivos al sector privado. Entre los aspectos negativos de este tipo de estrategias, se encuentra la dificultad de medir su efectividad y sus relaciones costo-beneficio además de la indeterminación del precio que se le debería poner a los servicios ambientales y los peligros que su commoditización suponen (como fue desarrollado en la sección 3.2.3 del capítulo previo). Por ello, podrían rápidamente ser descartadas por sectores privados que prefieran mantener sus operaciones económicas de forma tradicional.

Dado que, como fue señalado en el punto i.c de la subsección 4.1.1, la producción agropecuaria es más susceptible a los riesgos físicos, la adaptación del sector es más importante y costosa. A su vez, hace primordiales y urgentes las medidas de mitigación del cambio climático y del desgaste ecosistémico. El uso del suelo, el cambio en la cobertura vegetal y el cambio del clima son los principales motores del cambio ambiental que actúan en forma sinérgica y afectan los sistemas humanos, los ecosistemas y los servicios ecosistémicos en América Latina y el Caribe. La deforestación, asociada principalmente a la expansión de las actividades agropecuarias, ha exacerbado el proceso de degradación del suelo, la pérdida de biodiversidad y el aumento de la vulnerabilidad de las comunidades expuestas a inundaciones, deslizamientos de tierra y sequías, tornando a los sistemas más vulnerables al cambio climático; entre 1990 y 2017 murieron 84000 personas a causa de desastres climáticos y más de 163 millones fueron directamente afectadas por ellos (Bárcena Ibarra et al., 2020, pág. 165). A causa de esto es también un sector productivo muy susceptible a riesgos de transición. Dada la relevancia que su producción tiene en la estabilidad macroeconómica de estos países, traslada estos riesgos a la economía en su conjunto.

Las estrategias de mitigación suelen ser impuestas desde arriba hacia abajo pero, en cambio, es más probable que las de adaptación surjan de forma espontánea: hay efectos del cambio climático que ya se hacen presentes para productores y consumidores, más allá de si estos actores los perciben como tal o como simple variabilidad climática, y estos realizan algunas modificaciones de pequeña escala en sus actividades habituales para mantener su rentabilidad, perpetuar sus negocios, mantener su calidad de vida, y otros objetivos que podrían tener. Esta posibilidad conlleva el beneficio de que estrategias de adaptación impuestas desde arriba hacia abajo puedan ser más fácilmente acompañadas con estrategias espontáneas por parte de

agentes individuales, que podrían incentivarse con pequeñas reorientaciones de financiamiento y pequeños créditos en lugar de requerir grandes inversiones de capital.

Sin embargo, el defecto de espontaneidad es que al no estar coordinadas de forma interseccional y considerando la sociedad y el ecosistema en su conjunto (no sólo los recursos y servicios ecosistémicos específicos de los que esta actividad haga uso) pueden ser contraproducentes para la mitigación del cambio climático y del desgaste ecosistémico en general y para otras actividades (o incluso las mismas) en el largo plazo. La mala adaptación incrementa el efecto negativo de los riesgos de transición.

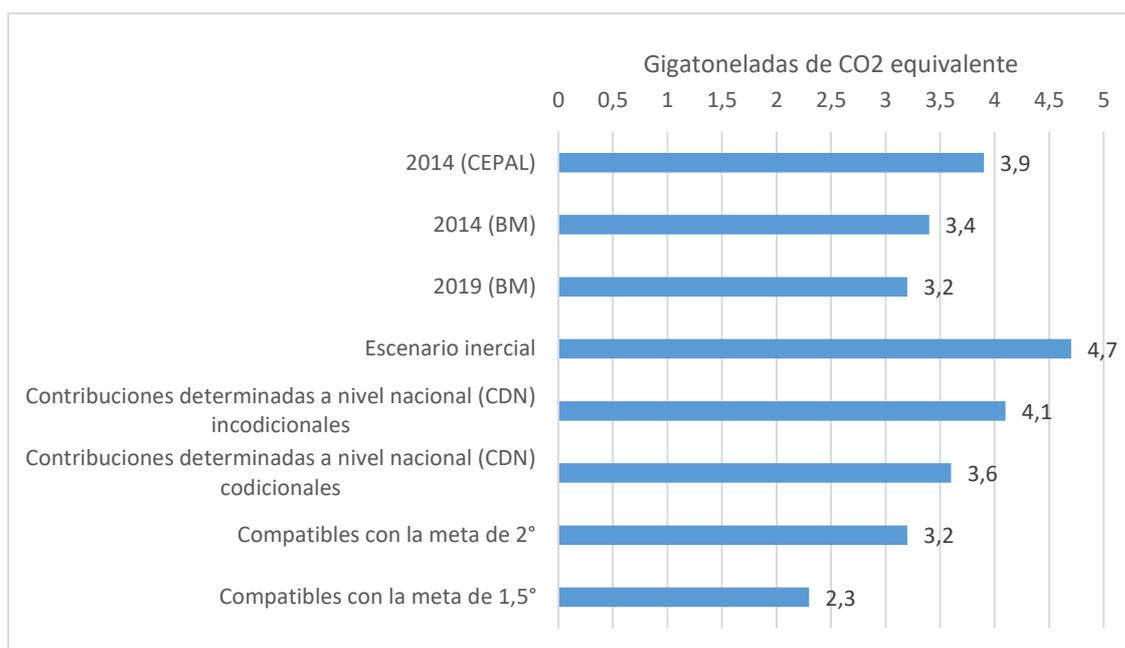
#### 4.1.2.b Estrategias de mitigación en América Latina y el Caribe

Aunque las estrategias de adaptación tienen una importancia insoslayable y deben ser potenciadas y financiadas de una forma internacional y transversal, no deben ser completamente relegadas las estrategias de mitigación. La mitigación puede entenderse en línea con los compromisos asumidos por los países firmantes del Acuerdo de París (2015) que, tal como fue explicitado en la sección 2.3.3 del capítulo 2, propone una reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub> para el 2030. El problema radica en que, al ritmo de crecimiento corriente de las distintas economías (más aún si se consideran las políticas de recuperación económica post pandemia del COVID-19) los presupuestos de carbono serán rápidamente absorbidos por los países de mayor desarrollo (lo que será profundizado en la subsección 4.1.2.d).

Las medidas de mitigación buscarán convertir las decisiones de inversión y consumo de la sociedad (por lo que un enfoque desde la demanda agregada es fundamental) a través de iniciativas tan forzosas que sólo pueden ser impuestas de forma coordinada y coherente por los gobiernos. Estas medidas podrían clasificarse también en tres grupos: medidas normativas, medidas fiscales y medidas de mercado.

Dentro de las primeras se encuentra el mencionado Acuerdo de París y las Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (CDN), a las que también se alude en la sección 2.3.3 del capítulo 2. Pese al atraso tecnológico, la región ha logrado un lento proceso de desacople entre el crecimiento económico y el crecimiento de las emisiones (principalmente por cambios en el uso del suelo), que en 1990 eran de 1,2 kg de CO<sub>2</sub> por dólar, en 2014 pasaron a 0,7 kg de CO<sub>2</sub> por dólar (Bárcena Ibarra et al., 2020., p. 263) y en 2019 rondan los 0,6 kg de CO<sub>2</sub> por dólar de acuerdo al *databank* del Banco Mundial (accedido en noviembre de 2022). Sin embargo, las estrategias deben volverse más agresivas para cumplir con las CDN, tal como se muestra en la figura 4.3 en el que se realiza una estimación de las emisiones de los países de América Latina y el Caribe para el año 2030, en función del crecimiento del PBI y de las emisiones observadas entre 1990 y 2014. El único sendero cercano (e incluso no suficiente) a los requerimientos del Acuerdo de París (2° C o menos de calentamiento) es aquel en el que se cumplen las CDN condicionadas (es decir, aquellas que dependen de que se cuente con el financiamiento y condiciones generales para su implementación).

**Figura 4.2: emisiones de GEI efectivas y requeridas de América Latina para distintos escenarios**



**Fuente:** elaboración propia en base a Bárcena Ibarra et al (2020) y datos del Banco Mundial.

Las medidas fiscales de mitigación, se dividen entre no tributarias y tributarias. Estas últimas, a su vez, se dividen entre aquellas que operan sobre impuestos y las que operan sobre subsidios.

Entre las medidas fiscales no tributarias destaca la utilización de tasas de descuento menores para calcular las relaciones costo-beneficio de inversiones públicas verdes que tienen largos plazos de retorno. Con esta medida, implementada por ejemplo en Perú<sup>26</sup>, se podría revertir el sesgo hacia inversiones de altas emisiones (Bárcena Ibarra et al., 2020, pág. 279) y sería una solución a una de las críticas realizadas en el capítulo previo a modelos DICE, ya que subestiman los costos del cambio climático al descontarlos por tasas muy altas.

Los impuestos (medidas fiscales tributarias) son un instrumento ampliamente generalizado como propuesta para poner un precio a las emisiones de carbono de forma que los agentes privados internalicen esta externalidad negativa. Se estima que, para alcanzar los objetivos del Acuerdo de París, el precio por tonelada de CO2 debería situarse entre los USD 40 y USD 80 en 2020 y entre USD 50 y USD 100 en 2030 (Bárcena Ibarra et al., 2020, pág. 263; Comisión de Alto Nivel sobre los Precios del Carbono, 2017). Aunque los impuestos a las emisiones de CO2 se han generalizado, principalmente entre países desarrollados, y existe evidencia de que su implementación a escala global sería efectiva en la mitigación, los valores están muy lejos de ser los requeridos y sería muy difícil alcanzarlos. La implementación tributaria en países con sostenida inestabilidad macroeconómica, devenida en estancamiento e inflación, podría causar efectos económicos negativos mucho más grandes que en países centrales. Por esto, una vez realizada la modificación tributaria puede ser muy difícil aumentar posteriormente el impuesto para acercarse a los objetivos de París. Lo que se propone de la CEPAL, observando estas

<sup>26</sup> “En 2017, la tasa social de descuento general o costo de oportunidad que el Ministerio de Economía y Finanzas del Perú utilizó para evaluar los proyectos de inversión pública fue del 8%. No obstante, en el caso de los proyectos que generaban externalidades positivas, como los servicios ambientales de -reducción o mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero, la tasa social de descuento específica fue del 4%” (Bárcena Ibarra et al., 2020, pág. 254).

dificultades de gobernanza (que es uno de los obstáculos a la implementación de estrategias de transición, reseñado en la figura 4.1), es que en el momento en el que el impuesto sea incorporado (preferiblemente ante una caída en los precios de combustibles u otros recursos de alta emisión de GEI) se fijen los incrementos posteriores (Bárcena Ibarra et al., 2020, pág. 280).

Otro instrumento fiscal tributario recomendado es el otorgamiento de créditos verdes, fondos que financien inversiones de baja contaminación, garantizados por la recaudación futura.

Las medidas tributarias fiscales que más conflictos sociales pueden despertar son aquellas relacionadas a la reducción de subsidios. Esto se debe a que la estructura de subsidios de países emergentes y poco desarrollados tiende a financiar el consumo de energía eléctrica aun cuando esta se basa en combustibles fósiles, porque la eliminación de estos beneficios impacta al alza en muchos otros precios (si no en todos) y porque constituye un servicio público que debe ser garantizado aún para los sectores más empobrecidos.

Aunque se estipula que el ahorro fiscal de reducir estos subsidios podría ser reorientado en forma de transferencias a los hogares de menores ingresos, no se toma en consideración el impacto que el alza en un precio partícipe de todas las estructuras de costo de todas las industriales tendría sobre la tasa de inflación. En todo caso, este tipo de medidas debería ir acompañada por fuertes inversiones que provean bienes sustitutos (por ejemplo, transporte público eficiente para sustituir el uso de combustibles por automóviles privados).

Finalmente, hay medidas de valoración e intercambio de las emisiones de carbono que merecen una tercera categoría de estrategias de mitigación: las medidas de mercado. Ya fue expuesto que esta valoración puede ser introducida a partir de un impuesto que internalice la externalidad negativa de la mitigación, pero otras opciones están disponibles y han sido implementadas en países de un desarrollo más avanzado.

Dicha internalización puede lograrse con lo que se conoce como precio sombra o social del carbono (implementado en Chile y Perú) que, a diferencia del impuesto, permite diferenciar entre inversiones con emisiones altas y bajas, dependiendo de su valor y fija un máximo de emisiones para que luego el mercado determine el precio, en lugar de determinar el precio a través del impuesto y que agentes privados tomen la decisión de cuánto emitir.

Estas iniciativas no carecen de falencias y restricciones: no consideran barreras institucionales o comerciales (por ejemplo, costos indirectos de información), no realizan un tratamiento explícito de la incertidumbre sobre la economía en general y los riesgos climáticos en particular y no incorporan interacciones y factores que excedan a costos directos de producción (Ídem, pág. 256-266).

Otra medida de mitigación de mercado refiere a los sistemas de permisos de emisión, en los que se genera un intercambio de las obligaciones de reducción de emisiones de gases invernaderos entre productores. La propuesta sería que actividades que tengan altos grados de contaminación, pero aun así tenga sentido económico realizar compren derechos de emisión a otros agentes privados que dispongan de ellos en "exceso". En Europa se ha desarrollado un mercado de permisos de emisión transables, con límites en el máximo de emisiones totales por área. Sin embargo, este resulta un instrumento más débil de lo esperado a la hora de limitar las emisiones en general (afectado por la alta asignación de permisos de emisión que recibió el continente en el Acuerdo de París) (Ídem, págs. 266-268).

Muchas de estas medidas pigouvianas buscan ponerle un precio a la emisión de carbono tienen las limitaciones típicas de un enfoque que sólo entiende al cambio climático como una falla de mercado y a las emisiones de gases invernadero como una externalidad negativa, un gasto social a ser minimizado en un ejercicio de optimización luego de que este precio sea implementado. Sin embargo, la magnitud y la inminencia de los efectos negativos sobre la sociedad mundial que el cambio climático tendrá requiere de enfoques más drásticos, centrados en la transformación y no en la mayor eficiencia de los sistemas existentes. A su vez, estas propuestas ignoran la *realpolitik*, en tanto son modificaciones de moderado impacto total en términos climáticos, pero pueden ser muy negativos en términos de empleo, estabilidad macroeconómica y bienestar social, especialmente por los sectores empobrecidos (Moz-Christofolletti & Pereda, 2021; UNCTAD, 2021). Tomando esto en consideración, es más recomendable un enfoque de mitigación con el “estímulo fiscal verde” como principal instrumento, que incrementará demanda y crecimiento de la productividad en sectores de baja emisión (Long & Ascent, 2020; Espagne et al., 2021).

#### 4.1.2.c: Obstáculos para la transición en América Latina y el Caribe

La figura 4.1 detalla 6 obstáculos que le hacen más difícil la implementación de estrategias de mitigación y adaptación a la región **(ii.a)**. Estos son: falta de información y tecnologías, límites físicos y biológicos, límites financieros y económicos, recursos humanos, sociales y culturales y, finalmente, límites de gobernanza e institucionalidad (Bárcena Ibarra et al., 2020, págs. 202-203).

Las fallas de información y tecnologías aplicadas al sector se relacionan con la falta o las falencias en los estudios de impacto y vulnerabilidad de esta producción regional y los canales a través de los que se difunden estos conocimientos. La agricultura tiene particularidades asociadas a cada región geográfica y a las relaciones con comunidades indígenas que dependen de ellas, por lo que los estudios deben ser realizados tomando en cuenta estas especificidades. Por otro lado, el desacople parece ser más viable en producciones más intensivas en conocimientos y tecnológicas, aunque esto podría estar sesgado a que tales producciones tengan mayor capacidad de autofinanciamiento.

Los límites físicos se relacionan con las condiciones geográficas y ecosistémicas que dificultan ciertas estrategias de adaptación, como puede suceder con regiones de déficit hídrico y tierras poco fértiles. Debido a estos límites físicos, la migración de especies vegetales como medida de adaptación enfrenta dificultades que sólo pueden ser sorteadas a través de desarrollos tecnológicos importantes. Muchas de estas especies pueden tener límites inherentes a la hora de migrar a otras regiones de menor vulnerabilidad climática. A su vez, los nuevos ecosistemas receptores de estas actividades agrícolas podrían no tener la tasa de recuperación necesaria.

Las estrategias de desarrollo llevadas a cabo por los países emergentes y menos desarrollados suelen ser de corto plazo y de fuerte explotación de recursos naturales (lo que será desarrollado de forma más profunda en la subsección 4.1.2.e). Las medidas de adaptación pueden requerir más recursos financieros de los que estas estrategias pueden proveer además de que entran en conflicto con las estrategias de mitigación porque las emisiones y degradación ambiental que producen son considerables. De esta forma, y en relación a la acrecentada vulnerabilidad financiera de estos países **(iii)**, se explica la existencia de mayores restricciones en el acceso a recursos económicos y financieros para las estrategias de transición.

Dado que la preocupación por el cambio climático no fue adoptada por estos países hasta los años más recientes, la formación de recursos humanos para atender a los problemas que este

conlleva es aún incipiente. Más capacidades deben ser generadas para obtener información relevante, analizarla y crear y aplicar políticas públicas beneficiosas y presupuestos con finalidades verdes deben ser estipulados. De la misma manera, existen límites sociales y culturales en tanto los discursos públicos no se han centrado aún en estas problemáticas. La posición subordinada en términos económicos, de comercio y financieros, reduce las herramientas a disposición de políticas centradas en el largo plazo, la transversalidad de las acciones necesarias y las instituciones que deben ser creadas y/o modificadas. En síntesis, pueden encontrarse múltiples problemas de coordinación por lo reciente de la discusión en países emergentes y menos desarrollados.

Finalmente, esta misma demora en la implementación de las medidas de adaptación al cambio climático, y la interacción de efectos físicos más severos con la variabilidad climática propia de la región, acrecienta la incertidumbre de efectos futuros en la región. Las medidas deben, por ende, ser más precautorias aún.

Los esfuerzos de transformación necesarios para reducir las emisiones de GEI en línea con los compromisos de París son muy grandes. Por otro, se suman las necesidades de mitigación de otros tipos de desgaste ambiental (como las modificaciones en el uso del suelo y la explotación de recursos estratégicos escasos). Al igual que las estrategias de adaptación, las de mitigación enfrentan una serie de limitaciones características de los países de la región que hacen más importante aún entender el cambio climático como un fenómeno intrínsecamente relacionado a los límites planetarios que la actividad humana presiona.

#### 4.1.2.d La geopolítica de la transición

Hay mucha controversia respecto de nociones de justicia en lo que refiere a esfuerzos de transición. La distribución de responsabilidades y obligaciones no debe profundizar las vulnerabilidades ya existentes en países emergentes y menos desarrollados, pero es también razonable que países más desarrollados requieran más emisiones. Por su parte, los países insulares y de muy bajo desarrollo representan una demanda mundial mínima de recursos y contaminación, pero otros países de niveles de ingreso algo mayor requerirán de mayores demandas para sostener senderos de crecimiento y desarrollo. La imposición de estrategias de mitigación por parte de los países centrales (que cargan con la mayor responsabilidad sobre las emisiones pasadas) podría interponerse en estos senderos (NGFS, 2019; Svartzman & Althouse, 2020, pág. 5). Además, los costos de estas imposiciones recaen sobre los países productores, soslayando la responsabilidad de países importadores (Europa, por ejemplo, ha avanzado en el desacople de su producto y sus emisiones, pero es importadora neta de emisiones)<sup>27</sup> y de la fragmentación internacional de las cadenas de producción, que ha favorecido la relocalización de las actividades más contaminantes de la cadena en países que aún no pueden gravar sus emisiones. Estos argumentos serán profundizados a continuación.

Países emergentes, como China, han aumentado exponencialmente sus emisiones junto con su acelerado crecimiento económico. Sin embargo, dado que los presupuestos de carbono disponibles hasta el 2050 están muy condicionados por las emisiones históricas de GEI, es importante observar también estos valores. Las emisiones acumuladas de China y los países emergentes en general siguen siendo mucho menores a las contribuciones de Europa y América del Norte (Svartzman & Althouse, 2020). Esto se explicita en la siguiente figura:

---

<sup>27</sup> (Frohmann & Olmos, 2013).

Tabla 4.3: Distribución de emisiones de CO2 en el año 2015, acumuladas entre 1850-2015 y acumuladas entre 1850-2015 considerando su uso luego de 1970

Distribución de emisiones de CO2 en el 2015 (por producción)		Distribución de emisiones acumuladas de CO2 entre 1850-2015 (por producción)		Distribución de emisiones acumuladas de CO2 por producción entre 1850-1969 y por consumo entre 1970-2015	
China	29%	EEUU	26%	EEUU	28%
EEUU	15%	Europa-28	23%	Europa-28	25%
Europa-28	10%	China	12%	China	11%
India	7%	Rusia	8%	Rusia	7%
Rusia	5%	Japón	4%	Japón	5%
Japón	3%	India	3%	India	3%

Fuente: (Hickel, 2020).

La figura 4.5 indica las emisiones sólo de dióxido de carbono. La diferencia entre el segundo y primer panel muestra la diferencia entre considerar las emisiones actuales y las acumuladas desde la era preindustrial. Esta diferencia es relevante debido a que el cambio climático se relaciona a la cantidad de CO2 acumulado en la atmósfera más que al flujo anual, más allá de que este debe ser reducido. La diferencia entre el tercer y segundo panel de la figura expresan la diferencia al incorporar la noción presentada anteriormente, de acuerdo a la que es importante considerar que países desarrollados pueden haber desacoplado su crecimiento de las emisiones, pero continúan demandando emisiones a través de importaciones y de la extranjerización de los segmentos productivos más contaminantes.

El reporte de la OECD (2017) presenta la distribución de emisiones nacionales de 19 países (Argentina, Australia, Brasil, Canadá, China, Alemania, Francia, Gran Bretaña, Indonesia, India, Italia, Japón, Corea del Sur, México, Rusia, Arabia Saudita, Turquía, Estados Unidos y Sudáfrica) entre 4 sectores: energía (no usada para transporte), energía para transporte, agricultura, procesos industriales y basura<sup>28</sup> (OCDE, 2017). Para las emisiones correspondientes al sector energético no de transporte destaca el porcentaje de Brasil, de sólo 24%, seguido por Argentina, Indonesia y Francia, con 38%, 40% y 42% respectivamente. Los países con gran parte de su emisión concentrada en este sector son China con 72%, Japón con 74% y Corea del Sur y Rusia con 75%. Los porcentajes de las emisiones producidas por la energía relacionada al transporte varían entre 6% (en los casos de China e India) y 28% (en los casos de Canadá y Francia). Para los tres países latinoamericanos reseñados, estos porcentajes fueron 23% para México, 19% para Brasil y 16% para Argentina. La participación de los procesos industriales en las emisiones, en cambio, no supera el 13% (valor de Turquía). Para el caso de la basura, destacan los valores de Indonesia (28%) y México (16%). Para los demás países los valores no superan el 6% (porcentaje de Argentina y Arabia Saudita).

Finalmente, para las emisiones del sector agropecuario, los porcentajes se encuentran por debajo del 17% (caso de Francia) con las excepciones de 23% para India, 35% para Argentina y 43% para Brasil. Los altos valores para este sector en Argentina y Brasil demuestran que las estrategias de mitigación mencionadas en la sección previa serán necesarias y probablemente

<sup>28</sup> Se utilizan datos de 2014, excepto para Argentina (2012), China (2005), Indonesia (2000), India (2000), Corea del Sur (2013), México (2006), Arabia Saudita (2000) y Sudáfrica (1994).

haya presión internacional por ellas (OCDE, 2017). Datos más actualizados, presentados por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de la República Argentina (2022) indican que este porcentaje ha aumentado a 39% en el 2018, tal como será más profundizado en la sección 4.2 del presente capítulo.

Como puede rescatarse de la larga tradición estructuralista latinoamericana, los procesos de *catching up* resultan más dificultosos cuanto mayor es la brecha tecnológica. Considerando el desarrollo de tecnologías de menor impacto climático por parte de países desarrollados, sería necesario que las estrategias de desarrollo de África y América Latina y el Caribe incorporen cuanto antes las medidas de mitigación que permitan una transición energética sin significar una fuente incontrolable de inestabilidad macroeconómica.

Por su participación subordinada en la dinámica centro y periferia y su atraso tecnológico, el comercio internacional es una vía (defectuosa sin duda) de transmisión de las innovaciones tecnológicas del centro a la periferia (por lo menos una vez que las innovaciones se generalizan y abaratan). En el contexto de una transición verde, la importación de tecnologías verdes será aún más importante. Sin embargo, las actividades de transporte son muy susceptibles a los desastres climáticos que podrían volverlas más costosas (Espagne et al., 2021).

Es, también, muy susceptible a los riesgos de transición en tanto refleja muchas batallas libradas en torno a la transición verde de la economía mundial, como medidas de mitigación que toman la forma de protección de mercados locales, que se expresan en cambios en precios relativos y en la oferta y demanda de bienes, servicios y tecnologías (se observa una aceleración en 2012-2013 de intentos nacionales de convertir el crecimiento verde en competencia por puestos de trabajo en energías renovables). En algunos países desarrollados se propone la implementación de un mecanismo de ajuste fronterizo de carbono (BCA por sus siglas en inglés) que favorece el desarrollo nacional de industrias verdes, pero se encuentra en conflicto con el marco de la CMNUCC y el sistema multilateral de comercio establecido y defendido por la OMC (UNCTAD, 2021). Principalmente los países emergentes podrían encontrar barreras para sus exportaciones hacia Estados Unidos y Europa mediante estos mecanismos; muchos Tratados de Libre Comercio se verían limitados, interrumpidos (UNCTAD, 2021) o impondrían peores condiciones para los miembros menos desarrollados y especializados en producciones de mucha emisión y poco desarrollo tecnológico verde (como les sucedería a países del MERCOSUR en un TLC con la Unión Europea). La fragmentación internacional de la producción en cadenas globales de valor favorece también que estos países de desarrollo más avanzado impulsen dinámicas de *dumping* ecológico (Savona & Ciarli, 2019); “se han iniciado más de 41 casos de derechos antidumping y compensatorios contra biocombustibles, energía solar y productos eólicos” (UNCTAD, 2021, pág. 1).

La tendencia a la expulsión de producciones contaminantes por parte de países desarrollados a países emergentes y no desarrollados que tienen menos regulaciones ambientales está intrínsecamente asociada al proceso de fragmentación global de las cadenas de valor. De continuar este proceso, la “trampa de especialización” de países no desarrollados podría redefinirse y aumentar la brecha entre el hemisferio norte y sur en lo que respecta a tecnologías verdes (Savona & Ciarli, 2019), sin mencionar que para el 2030 se agotaría el presupuesto de emisiones de carbono disponible para la mayoría de los países, en base a los compromisos de reducción tomados por Estados Unidos, la Unión Europea, China e India en el Acuerdo de París (Bárcena Ibarra et al., 2020, págs. 236-238). En línea con esto, es aún más importante que a la hora de establecer la distribución de los esfuerzos en la mitigación al cambio climático se considere la responsabilidad de importadores para consumo final y como insumos para producciones que son categorizadas como verdes.

En resumen, aunque las estrategias de adaptación para el sector primario y el comercio internacional son necesarias con premura, no deben soslayarse los esfuerzos de mitigación que permitirían la generación de capacidades locales en este tipo de tecnologías y también la reducción de la brecha entre países centrales y periféricos.

#### 4.1.2.e Estrategias de desarrollo basadas en recursos naturales

Las economías periféricas se han especializado en producciones primarias, como es desarrollado en la figura 4.1 y la subsección 4.1 del presente capítulo, sin generar una estructura productiva homogéneamente competitiva y se encuentran subordinadas al ciclo económico global. Esto les dificulta cambiar esta estructura por la permanente presión para atraer financiamiento externo que los lleva a impulsar estrategias de corto plazo con bajo valor agregado en lugar de políticas industriales. Como contracara, los países desarrollados importan estos productos sin sufrir los costos sociales y ambientales (como será profundizado en la subsección previa, 4.1.2.d) (Svartzman & Althouse, 2020, pág. 2; Frohmann & Olmos, 2013).

La primera década del siglo XXI estuvo signada por la profundización de estas estrategias de desarrollo basadas en la explotación de recursos naturales: la producción minera, agrícola, ganadera y de cultivos bioenergéticos. Estas últimas tres producciones han generado una pérdida de bosques a nivel mundial de 5,58 miles de Ha, de los que 3,94 (70%) correspondieron a América Latina y el Caribe y 3,58 a América del Sur (Magrin, 2015, pág. 12). Como fue reseñado previamente, en relación a las estrategias espontáneas de mala adaptación, esta pérdida de biodiversidad genera potenciales pérdidas socioeconómicas muy graves para los países en cuestión además de agravar los efectos del cambio climático sobre la actividad humana (por ejemplo, restando capacidad de absorción de agua a los ecosistemas, lo que agrava las consecuencias de las inundaciones cada vez más intensas y frecuentes). La tensión entre estas estrategias de desarrollo y las estrategias de mitigación se repite, pero toma formas particulares en cada país de América Latina. En Brasil, los fondos e incentivos se destinan a producción agropecuaria marrón, a la vez que la agricultura baja en carbono tiene mayores requisitos y exigencias. En Argentina se promueven intensamente las actividades agroalimentarias y agroindustriales, sin considerar la presión sobre ecosistemas y el aumento de emisiones de gases invernadero. En Perú se han otorgado títulos de propiedad de tierra a quienes las “acondicionen” para actividades económicas, lo que generalmente ha significado la deforestación de estas tierras. En Bolivia, finalmente, existe una contradicción entre políticas de expansión de frontera y producción agraria y aquellas que limitan las acciones tales como deforestación en tierras (Magrin, 2015).

La traba más general a estas políticas climáticas es que las decisiones económicas de países poco desarrollados y de gran vulnerabilidad e inestabilidad macroeconómica y financiera suelen ser reactivas a la coyuntura. Sin embargo, existen alternativas de “motores” que podrían impulsar una vía de desarrollo sustentable. Bárcena Ibarra et al (2020) señala tres sectores de gran potencialidad de reducción de huella de carbono simultánea a la creación de empleo, dinamismo económico y alivio de la restricción externa. Estos sectores son las energías renovables, la movilidad pública y la ganadería de baja emisión carbónica.<sup>29</sup>

Un punto central de la promoción de las energías renovables en países centrales recae en el costo inferior al de la energía producida por combustibles fósiles. Esta última tiene implicancias

---

<sup>29</sup> “Otros sectores promisorios son el de la economía del cuidado, el manejo adecuado de los residuos y el diseño de una economía circular, la construcción con materiales basados en captura de carbono y la producción biológica con base en el manejo sostenible de los ecosistemas.” (Bárcena Ibarra et al., 2020, pág. 302).

estructuralmente claves para países latinoamericanos que, en general, exportan crudos e importan refinados. Por supuesto, la raíz de este patrón de comercio se encuentra en el atraso tecnológico y las barreras a la inversión necesaria para la producción local de estos productos de mayor valor agregado. Tales obstáculos también deberían ser sorteados para que las energías renovables tengan un efecto positivo en la cuenta corriente (además de que deberían ser escalables para asegurar el ingreso de divisas, lo que no es materia sencilla). A su vez, de acuerdo a los datos de la matriz insumo-producto de Chile de 2016, la contribución al PBI de las energías hidráulica, solar y eólica duplica la de energía fósil por GWh generado y los multiplicadores de inversión son cercanos a la unidad (Bárcena Ibarra et al., 2020, pág. 304).

El aumento de la participación de energías renovables en la matriz energética de América Latina fue demasiado moderado; pasó de 24% a 25% entre 2000 y 2007 (Ídem, pág. 309). Estas estadísticas ocultan que muchos países aumentan su carbonización en el contexto de crecimiento económico, subsidios a al consumo de energías fósiles y efectos del cambio climático y el agotamiento de ecosistemas. Por ejemplo, la reducción de la disponibilidad de agua afecta la hidroelectricidad.

La necesaria transformación de los patrones de movilidad urbana se relaciona estrechamente con la demanda de la energía fósil que estos implican. Es necesario considerar, sin embargo, que el transporte electrificado requiere de baterías de precios altos que suponen barreras a la entrada de las inversiones necesarias y que implican un necesario desgaste ecosistémico en su fabricación. Una vez superada esta barrera inicial, el costo total de autobuses eléctricos es menor al de aquellos que usan combustibles fósiles (Ídem, pág. 314). El avance de esta tecnología también impactará en los patrones de comercio internacional: países desarrollados y emergentes llevan una ventaja importante en ellas, en especial China. Además, países de bajo desarrollo que cuenten con estos minerales críticos en la producción de baterías tendrán una oportunidad de mercado para obtener más divisas.

Finalmente, dada la especialización primaria de los países latinoamericanos, el cambio en el uso del suelo debe ser un aspecto central de las políticas transversales de mitigación y adaptación al cambio climático. En esta línea, el sector ganadero tiene un índice demasiado alto de emisión de gases invernadero<sup>30</sup> y ofrece tres vías de mitigación: el aumento de la productividad (perfeccionando salud, alimentación y cría de animales) lo que sustentaría una política en favor de la seguridad alimentaria y los ingresos del sector, la integración del ganado a sistemas de bioeconomía circular (de forma que residuos y estiércol se utilicen como energía y recuperación de nutrientes) y, finalmente, la gestión del suelo y su capacidad de absorción de carbono (a través de restauración de paisajes degradados, la protección de cuencas hidrográficas y una mejor planificación de las actividades que hagan uso de estos ecosistemas) (Ídem, pág. 323).

Los tres senderos pueden ser aplicados de forma simultánea. Este último presenta las mejores alternativas de mitigación, por su potencialidad de reducción de carbono acumulado en la atmósfera, además de crear condiciones favorables para la protección de biodiversidad y el mantenimiento de los servicios ecosistémicos.

La implementación de estas políticas de una forma compatible con el desarrollo y crecimiento necesarios en estos países requiere de un análisis crítico de los distintos sectores, su importancia en la estructura productiva, las emisiones producidas y los impactos socioeconómicos que estas políticas podrían tener. El análisis debe ser transversal y coordinado.

---

<sup>30</sup> Porque su principal emisión es el gas metano.

El motivo por el que se toman estas estrategias de desarrollo que producen tal daño ambiental y una mayor vulnerabilidad a riesgos de transición, son profundizadas es por la necesidad de divisas extranjeras (que, a su vez, son requeridas para la importación de tecnologías avanzadas y el financiamiento de las estrategias de adaptación y mitigación de mayor envergadura). El modo de obtenerlas es el comercio internacional.

Como fue previamente mencionado, los procesos industriales (y en particular aquellos con capacidades más complejas y proclives a la innovación tecnológica) son más fácilmente desacoplados de las emisiones de gases invernadero, a diferencia de las actividades agropecuarias (por lo menos en aquellos países poco desarrollados en los que esta actividad es una fuente importante de divisas). Esto plantea un problema para las propuestas de desarrollo económico basadas en la explotación de estos recursos naturales, a la vez que expone los beneficios de una estrategia basada en la innovación tecnológica aplicada al sector energético (que mantiene grandes proporciones de las emisiones de gases invernadero). El desarrollo de estas tecnologías permitiría la creación de sustitutos para la combustión fósil, facilitando la reducción de subvenciones y los impuestos al carbono, además de escalar en las cadenas globales de valor (Wu & Salzman, 2014). Sin embargo, es posible que para alcanzar un nivel de desarrollo industrial que permita este desacople, sea necesario un aumento momentáneo de las emisiones, paralelo al proceso de industrialización moderna de países europeos.

La tendencia al desacople entre el crecimiento económico y la intensidad energética se explica por el crecimiento rápido y de baja intensidad energética de sólo algunos países (Savona & Ciarli, 2019). Simultáneamente, las economías en desarrollo requieren sostener tasas altas de crecimiento para aumentar la productividad y dinamizar la innovación tecnológica,<sup>31</sup> además de resolver problemas sociales a través de la reducción de brechas estructurales en infraestructura, fiscalidad, inversión y desigualdad social y distributiva. Sin embargo, la actual estrategia de desarrollo es insostenible debido, entre otros puntos, a que las fuentes de financiamiento basadas en la explotación de recursos naturales se agotarán paulatinamente como consecuencia de la crisis climática (Bárcena Ibarra et al., 2020, pág. 349).

La transición hacia una economía de baja intensidad carbónica podría generar un impacto neto global positivo sobre el nivel de empleo, sustituyendo aquel de sectores contaminantes con empleos en sectores verdes. Sin embargo, aquellos países en los que priman industrias en declive (*sunset industries*) para la generación de empleos y que tienen niveles altos de desigualdad, particularmente con una proporción considerable de la población bajo la línea de pobreza, son los casos más vulnerables a los riesgos de transición (Espagne et al., 2021). La OIT ha estimado que en 2019, para 12 países<sup>32</sup> de América Latina y el Caribe hay 78 millones de personas empleadas en sectores<sup>33</sup> cruciales para una transición justa en términos de empleo, lo que representa un 43,7% de los empleados totales de estos países (Sánchez & Torres, 2020).

---

<sup>31</sup> De acuerdo al teorema de Kaldor-Verdoom, el crecimiento del producto permitiría un aumento de la productividad.

<sup>32</sup> Argentina, Bolivia, Brasil, Colombia, Costa Rica, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Paraguay, Perú, República Dominicana y Uruguay.

<sup>33</sup> Los sectores analizados, de acuerdo a su clasificación en las encuestas nacionales de ocupación y empleo son los siguientes: 1. agricultura, ganadería, caza y actividades de servicios conexas; 2. Silvicultura y extracción de madera; 3. Pesca y acuicultura; 4. Explotación de minas y canteras; 5. Suministro de electricidad, gas, vapor y aire acondicionado; 6. Industria manufacturera; 7. Recogida, tratamiento y eliminación de desechos y recuperación de materiales; 8. Construcción; 9. Transporte por vía terrestre y transporte por tuberías y transporte aéreo; 10. Actividades de alojamiento y servicios de comida y actividades de agencias de viajes y operadores turísticos.

Como la producción del sector agropecuario se suele mal adaptar a los efectos climáticos negativos y por la “sabanización” generada por el déficit hídrico, la selva amazónica y los Andes tropicales podrían estar en riesgo<sup>34</sup> a la vez que pastizales, sabanas y matorrales se ven amenazados por incendios, sobrepastoreo y sobreproducción agropecuaria<sup>35</sup> (Magrin, 2015, pág. 18). También en relación a la mala adaptación, es difícil calcular la magnitud de este daño: la biodiversidad de la región corresponde al 50% de la biodiversidad total del planeta (Bárcena Ibarra et al., 2020, pág. 95) y su rol como materia prima para la industria genética y farmacéutica (de exponencial desarrollo) la convierten en un recurso estratégico que la región debería proteger bajo sistemas de utilización sustentables (Fal & Toftum, 2019). A su vez, agricultores verán reducida la diversidad de cultivos que pueden producirse en cada zona lo que, al intensificar la producción de solo algunos podría mermar la fertilidad del suelo.

#### 4.1.3: Mayor vulnerabilidad financiera de América Latina y el Caribe

Pese a la variedad de propuestas detalladas previamente, las estrategias de mitigación y adaptación requerirán indefectiblemente de una gran cantidad de liquidez, mucha de ella en moneda extranjera. Tal como fue expuesto en el Acuerdo de París, las economías menos desarrolladas requerirán del apoyo financiero de países avanzados, pero la vulnerabilidad financiera a la que están expuestas hace que haya restricciones para conseguir este apoyo y que, en caso de conseguirlo, implique grandes riesgos de inestabilidad financiera.

##### 4.1.3.a La estimación de costos de transición para América Latina y el Caribe

El principal detonante de estos riesgos financieros es el gran tamaño de las inversiones necesarias. Además, las estrategias de mitigación serán aún más costosas para estas economías si se consideran sus costos de forma holística. Es decir, las actividades marrones a convertir son generadoras de empleo, divisas, recursos fiscales<sup>36</sup> y producto, por lo que la mitigación debe incorporar las dimensiones de estabilidad macroeconómica y sostenibilidad social a sus propuestas. A su vez, las estrategias de adaptación no sólo han sido soslayadas en lo que respecta a las iniciativas internacionales de apoyo financiero, sino que los costos asociados a ellas aumentan a medida que lo hacen los impactos del cambio climático. La inacción y la demora de la acción aumentan los costos asociados a la adaptación.

De acuerdo a Weischer et al. (2016), el cumplimiento de los compromisos condicionales e incondicionales de las CDN superaría los 4 billones de dólares a nivel mundial (Weischer et al., 2016; Bárcena Ibarra et al., 2020, pág. 288); el reporte de la consultora McKinsey & Company, referenciado en el capítulo previo, eleva la inversión anual necesaria a USD 9,2 billones para la transformación del uso del suelo y la matriz energética para el 2050 (USD 3,5 más de la actual) (Krishnan et al., 2022). Por su parte, los países miembros de la AIF (Asociación Internacional de Fomento del Banco Mundial)<sup>37</sup> requerirán USD 60 mil millones anuales hasta 2030 (un total entre USD 800 y USD 900 mil millones).<sup>38</sup>

---

<sup>34</sup> Hay gran incertidumbre sobre esta posibilidad.

<sup>35</sup> En la región del Río de la Plata la superficie de praderas disminuyó notablemente entre 1985 y 2004, debido a la expansión de cultivos anuales, principalmente la soja (Magrin et al., 2014).

<sup>36</sup> “Muchas de estas industrias sunset representan ingresos fiscales. El espacio fiscal se achicaría aún más, mientras el Estado debería aumentar sus gastos para asegurar la transición.” (Espagne et al., 2021, pág. 8).

<sup>37</sup> Dentro de la institucionalidad del Banco Mundial, los países pertenecientes a la AIF son aquellos de mayor vulnerabilidad socioeconómica y menores niveles de ingreso.

<sup>38</sup> (Engle, 2016, pág. 288; Bárcena Ibarra et al., 2020).

Las necesidades estimadas para el desarrollo de Asia alcanzan los USD 200 mil millones por año (Sachs et al., 2019), mientras que América Latina necesita invertir USD 175 mil millones considerando solo los gastos de mitigación y adaptación relacionados con el cambio climático (Abramskiehn et al., 2017). Por su parte, el Banco Africano de Desarrollo (AfDB) espera movilizar el monto objetivo de USD 25 mil millones entre 2020 y 2025 para fortalecer las instituciones financieras e impulsar los desarrollos tecnológicos que las políticas climáticas demandan.<sup>39</sup>

En el 2018, el IPCC había calculado que la transición energética mundial requeriría de una inversión bruta anual del 1% al 1,5% de la formación bruta de capital fijo y del 1,7% al 2,5% de la infraestructura de desarrollo. EL reporte de McKinsey & Company estima que las inversiones anuales totales en sectores de uso del suelo y energético entre el 2026 y 2030 tienen que alcanzar el 9% del PBI (Krishnan et al., 2022). Los costos de adaptación son difíciles de calcular por la incertidumbre intrínsecamente relacionada al cambio climático y sus efectos para los distintos países y regiones (Bárcena Ibarra et al., 2020, pág. 289). Los mercados de capital domésticos suelen ser subdesarrollados, generando tasas de riesgo muy altas para las inversiones verdes necesarias, generando una “trampa de inversión” en la que la mayor parte de los capitales se destina, por los mecanismos de mercado habituales, a inversiones marrones (Ameli et al., 2021).

Existen distintas vías a través de las cuáles los países menos desarrollados pueden satisfacer sus requerimientos de moneda extranjera para llevar a cabo las políticas climáticas necesarias, pero se requiere una coordinación internacional a la vez que se pone en cuestionamiento si la arquitectura financiera internacional cuenta con la potencialidad de proveer la liquidez necesaria. Desde otro enfoque se propone que el sistema financiero no es la fuente de tales dificultades, sino que los distintos proyectos climáticos deben volverse rentables para que el financiamiento fluya hacia ellos por los típicos mecanismos de mercado.

En línea con el primer enfoque se han creado diversos fondos de financiamiento de tamaño relativamente pequeño respecto a las inversiones necesarias, en su mayoría administradas por el Banco Mundial y otros bancos de desarrollo. Así se ha creado, por ejemplo, el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (Banco Mundial) y el Fondo Verde para el Clima (Acuerdo de París). Pese a lo escueto de estos fondos, es a partir de estos mecanismos que se instauran condiciones financieras tales como una evaluación del riesgo climático y tasas de descuento distintas para proyectos verdes y marrones. Estas medidas son requeridas (aunque a una mayor escala) para lograr un cambio más profundo en el sistema financiero, bajo la consideración de que es una institución activa en la asignación del capital y no sólo un mediador en base a rentabilidades comparadas.

El sistema financiero global tal como funciona en la actualidad genera que la distribución del financiamiento verde a través de él sea muy desigual entre regiones desarrolladas y menos desarrolladas. Esto se condice con altos costos de capital en países menos desarrollados<sup>40</sup> y las

---

<sup>39</sup> <https://www.afdb.org/en/topics-and-sectors/sectors/climate-change> accedido en noviembre de 2022.

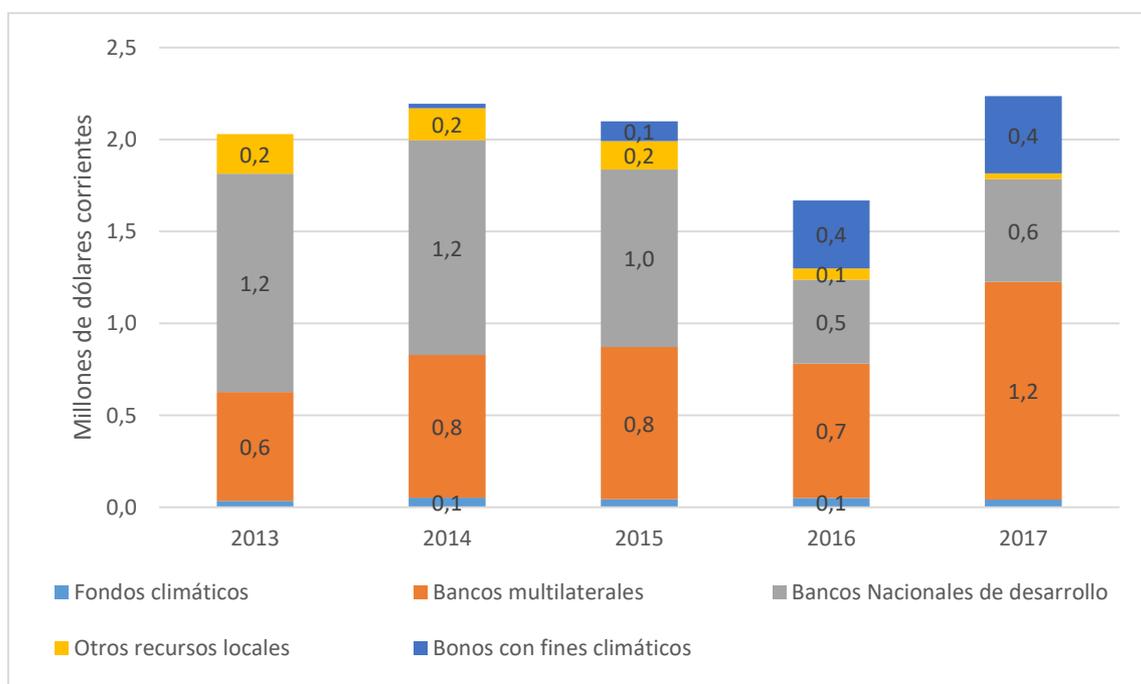
<sup>40</sup> “El costo del capital es principalmente el resultado de la percepción de los niveles futuros de riesgo y rentabilidad, que van desde problemas de reputación hasta el valor verde real y los efectos del costo de financiamiento relativo, que pueden ser estimulados por acciones tan diversas como estrategias nacionales ambiciosas sobre activos bajos en carbono o de desinversión sobre prácticas con alto contenido de carbono. En general, con base en la literatura existente, el desempeño de sostenibilidad de las empresas tiende a reducir el costo del capital, lo que prefiguraría un ciclo virtuoso con el costo del capital cayendo gradualmente a medida que las empresas están cada vez más presentes en energía baja en carbono.” (Ameli et al., 2021, pág. 7).

limitaciones a la capacidad de política monetaria debido a la posición subordinada en la jerarquía internacional de sistemas monetarios (Svartzman & Althouse, 2020; Espagne et al., 2021; Ameli et al., 2021). De acuerdo al Banco Mundial (2013), sólo el 4% de las ciudades de países en desarrollo tienen acceso (*creditworthiness*) a mercados de capital, y sólo el 20% a mercados de deuda capital (Nassiry, 2018).

Al producir el estándar monetario internacional, EE. UU. disfruta de un conocido “privilegio exorbitante” (Eichengreen, 2010) para perseguir objetivos de política interna sin enfrentar restricciones cambiarias. En cambio, la autonomía política y económica de la periferia se ve restringida por su incapacidad de utilizar su moneda en el comercio internacional (Bortz & Kaltenbrunner, 2018; Faudot & Ponsot, 2016), de emitir deuda de largo plazo en su propia moneda y de atraer inversiones de largo plazo. Los flujos de capital hacia los países periféricos dependen en gran medida de factores exógenos, como el tipo de interés fijado por la Reserva Federal de Estados Unidos o la confianza subjetiva de los inversores (Miranda-Agrippino & Rey, 2021). Estos flujos están en gran medida desconectados de las condiciones económicas internas (Kaltenbrunner & Paineira, 2018), especialmente en el contexto actual de globalización financiera, y pueden conducir a movimientos cambiarios masivos y desestabilizadores (Bonizzi et al., 2020).

Hay múltiples alertas sobre lo insuficiente del financiamiento verde orientado a América Latina y el Caribe, especialmente para la implementación de estrategias de adaptación (las inversiones en industrias y tecnologías con potencialidades de mitigación del cambio climático ofrecen mejores rendimientos esperados). En la siguiente figura se presenta una suma de este financiamiento que está disponible hasta el 2017, y sus fuentes.

**Figura 4.3: financiamiento verde para América Latina y el Caribe**



**Fuente:** (Bárcena Ibarra et al., 2020, pág. 290). Financiamiento de los bancos de desarrollo local y regional (BNDES, BID, BEI, BDC, BANCOLDEX, BancoEstado, BCIE, CAF y NAFIN).

Como se verifica en el gráfico, el flujo de financiamiento verde a América Latina y el Caribe está condicionado, al igual que los demás flujos financieros, a la volatilidad macroeconómica inherente a economías periféricas (acrecentada en el año 2016, principalmente en Brasil<sup>41</sup>), a pesar de que estas serían las situaciones clave para brindar tal liquidez con la intención de que en los procesos de recuperación se logre la profundización de desacople entre crecimiento y emisión carbónica.

Los proyectos climáticos, como pueden ser la instalación de plantas de energía verde, tienen inversiones iniciales muy altas y, aunque las relaciones costo-beneficio en términos totales sean menores a muchos proyectos de igual envergadura, pero de altas emisiones, se requiere un plazo más largo para que los retornos justifiquen los costos. Por este motivo, es necesario obtener financiamiento de largo plazo para evitar descalces en los plazos de endeudamiento y rendimientos. El tipo de institución que está mejor capacitada para otorgar este tipo de financiamiento a pesar de las tasas de riesgo más altas de países periféricos es la banca de desarrollo multilateral, que se habían comprometido a destinar hasta un 30% de su cartera a fines climáticos hacia 2020.<sup>42</sup> A pesar de los esfuerzos en el marco del Acuerdo de París, los fondos climáticos financieros no comparten esta predisposición: su participación en el financiamiento verde a países periféricos es muy baja debido a que los requisitos y condicionalidades para acceder a sus autorizaciones es muy dificultosa.

Desde la CMNUCC se expuso la problemática de que la mayor parte de los recursos financieros son orientados hacia estrategias de mitigación del cambio climático (un 77% en oposición a sólo un 17% para adaptación al cambio climático)<sup>43</sup>. Está claro el interés generalizado en que estas políticas sean exitosas para liberar presupuesto de carbono en el futuro. Sin embargo, para que los ODS sean cumplidos de forma holística, debe considerarse también la sostenibilidad social; dado que muchos de los efectos del cambio climático han demostrado ser irreversibles y que estos tienen un impacto muy alto en países periféricos que son, además, los de mayor exposición productiva y vulnerabilidad social, la adaptación no puede ser soslayada (IPCC, 2021; IPCC, 2022a).

En noviembre del 2022 tuvo lugar la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático número 27 (COP27) en la que la importancia de los esfuerzos (insuficientes) de adaptación tuvo un papel protagonista. El financiamiento que debía destinarse, en línea con el Acuerdo de París, desde países desarrollados a emergentes y no desarrollados, ha sido al menos USD 17 mil millones menos que los prometidos USD 100 mil millones, y sólo un 34% de él ha sido destinado a la adaptación. En el Acuerdo de París se reconoce que el impacto del cambio climático será más severo sobre el segundo grupo de países, que tienen también menos responsabilidad en sus causas. Por esto, países desarrollados deben proveer este financiamiento. De acuerdo a las estimaciones para los 76 países emergentes y no desarrollados que han presentado estimaciones para el cumplimiento de sus Contribuciones Nacionales Condicionadas, este financiamiento necesario escala al rango de USD 160-340 mil millones para el 2030 y de USD 315-565 mil millones para el 2050. Así, las necesidades financieras para la

---

<sup>41</sup> “Como había ocurrido en años anteriores, el Brasil movilizó la mayor cantidad de recursos en 2017. Sin embargo, la participación de ese país se ha reducido en términos relativos y ha pasado del 54,5% en 2015 al 39% en 2017. Le siguen la Argentina (16,2%), México (10,8%), Colombia (6,5%) y Chile (5,7%).” (Bárcena Ibarra et al., 2020, pág. 293).

<sup>42</sup> (Bárcena Ibarra et al., 2020, pág. 291).

<sup>43</sup> El financiamiento para la protección de la biodiversidad y los ecosistemas en general es aún menor. Puede considerarse dentro del 4,7% catalogado como “otros destinos medioambientales”. Esto demuestra, una vez más, la importancia de integrar las problemáticas del cambio climático y de los límites biofísicos.

adaptación son entre 5 y 10 veces mayores a los flujos internacionales actuales para tal propósito. Si se extrapolan estas estimaciones para la totalidad de los países emergentes y no desarrollados (con la correspondiente ponderación per cápita), los requerimientos de financiamiento para su adaptación escalan a aproximadamente USD 202 mil millones por año para la década presente (UNEP, 2022a).

Como resultado del exhaustivo trabajo del Reporte de la Brecha de Adaptación (UNEP, 2022a), la COP27 aprobó la constitución de un fondo de pérdidas y daños orientado principalmente a naciones con mayor vulnerabilidad climática. Por otro lado, un conjunto de Estados, gobiernos regionales y agencias de desarrollo prometieron US\$ 230 millones al Fondo de Adaptación, también orientado a la población más vulnerable al cambio climático; el G7 y “Los 20 Vulnerables” (V20) propusieron un Escudo Global contra los Riesgos Climáticos con compromisos de más de 200 millones de dólares y 8 países anunciaron USD 105,6 millones de contribuciones nuevas hacia el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (UNEP, 2022b).

Pese a la necesidad irrefutable de que estas vías de financiamiento sean fortalecidas por sus beneficios en términos de plazos largos y sus tasas bajas, muchos trabajos insisten en la importancia de redirigir también el capital privado hacia inversiones verdes. El 68% y el 62% del financiamiento global en los años 2015 y 2016 respectivamente provino del sector privado. En países de América Latina y el Caribe, hay bancos comerciales que han iniciado fondos y líneas de crédito especiales para proyectos privados verdes, aunque en gran medida corresponden a la reorientación de créditos de la banca multilateral de desarrollo obtenidos por estas instituciones financieras (Fal & Toftum, 2019; Bárcena Ibarra et al., 2020, pág. 297).

Como se observa en la figura 4.6, el mercado de bonos verdes se encuentra poco desarrollado en América Latina y el Caribe respecto de la Unión Europea, pero presenta un marcado crecimiento. Se denominan bonos verdes a aquellos cuyos proyectos a ser financiados refieren plenamente a actividades de reducción de emisiones de GEI. Los bonos (sobre todo aquellos denominados en moneda doméstica) suelen ser mecanismos de financiamiento de corto plazo; en los países periféricos las inversiones necesarias son muy grandes por el atraso tecnológico y los rendimientos pueden tardar mucho en compensar estas altas inversiones. Por otro lado, la demanda y el valor de los bonos es muy susceptible de las oscilaciones macroeconómicas y, consecuentemente, de la percepción de riesgo por parte de inversores; las políticas climáticas deben mantenerse más allá de la coyuntura económica. Finalmente, la categorización de “verde” es conflictiva y las especificidades de países periféricos hace que lo que sea verde para economías más desarrolladas no lo sea para países bajo análisis. La falta de claridad y transparencia sobre esta categorización hace que los bonos verdes sean potencialmente utilizados para financiar proyectos que en realidad no reduzcan significativamente la emisión de carbono o la degradación ecosistémica.<sup>44</sup> Como contracara a lo previamente señalado, los países más desarrollados enfrentan mayor posibilidad de enfrentar inestabilidad financiera de carácter sistémico, debido a la profundidad y transeccionalidad de sus sistemas financieros (Mandel et al., 2021).

En 2017 los bonos verdes representaron colocaciones por USD 4100 millones (la tercera fuente de financiamiento más importante); el 57% de las emisiones de América Latina y el Caribe<sup>45</sup> fueron realizadas por el sector privado. Luego de una severa reducción en el 2018 (a apenas más de USD 2 mil millones), lo que prueba la susceptibilidad de esta fuente de financiamiento a la

---

<sup>44</sup> Esto es generalmente conocido como *greenwashing*.

<sup>45</sup> “Una porción pequeña de los capitales en mercados de bonos verdes se ha movido a países en desarrollo. Pueden operar con PPPs, empresas municipales con garantías del gobierno central e instituciones bilaterales y multilaterales de desarrollo” (Nassiry, 2018).

inestabilidad financiera global, la emisión de bonos verdes en la región aumentó a más de USD 7 mil millones en 2019 y USD 9,4 mil millones en 2020. En el año 2021, sólo entidades localizadas en países de América Latina y el Caribe emitieron USD 8,8 mil millones<sup>46</sup>. Los sectores más financiados son la energía (44% del financiamiento), el transporte (28%) y el uso del suelo (12%) (Climate Bond Initiative, 2021).

En la figura 4.6 también se muestra otra fuente importante de financiamiento: los bancos multilaterales. Esto es más relevante aún porque estos tienen mayor potencialidad de ofrecer proyectos de largo plazo, que coinciden con los plazos requeridos por las inversiones necesarias para una transición a la emisión neta. En la siguiente figura, 4.6, se actualizan algunos proyectos pertinentes de una institución destacada, el Banco Interamericano del Desarrollo. El programa EUROCLIMA+, de origen europeo, pero con interés en la sostenibilidad ambiental en América Latina, tiene un proyecto conjunto con CEPAL para sistematizar esta información de financiamiento.

Tabla 4.4: costo total de proyectos verdes del BID en América Latina y el Caribe (en millones de dólares)

<b>Subsector del proyecto</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>	<b>Total general</b>
BIODIVERSITY AND PROTECTED AREAS CONSERVATION	0,8	0,0	0,0	0,0	600,0	600,8
BUSINESS CLIMATE AND COMPETITIVENESS	160,0	100,0	1100,0	550,0	200,0	2110,0
CLIMATE CHANGE ADAPTATION POLICY	10,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,0
CLIMATE CHANGE FINANCING	0,0	0,0	19,4	0,0	0,0	19,4
CLIMATE CHANGE MITIGATION POLICY	0,0	0,0	380,0	0,0	0,0	380,0
ENABLING ENVIRONMENT FOR SUSTAINABLE INTEGRATION	0,0	0,0	0,0	0,0	100,6	100,6
ENERGY EFFICIENCY AND RENEWABLE ENERGY IN END USE	70,0	421,2	410,2	75,0	86,0	1062,4
ENVIRONMENT AND NATURAL DISASTERS	44,4	10,0	0,0	0,0	0,0	54,4
FINANCING FOR ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY	7,0	242,0	0,0	56,0	0,0	305,0
LOW-CARBON ENERGY TECHNOLOGIES	55,5	1274,1	0,0	50,0	0,0	1379,6
NEW HYDROPOWER PROJECTS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
SUSTAINABLE AGRICULTURAL DEVELOPMENT	103,3	9,4	0,5	46,6	11,8	171,6
SUSTAINABLE CITIES	200,0	0,0	0,0	0,0	0,0	200,0
<b>Total general</b>	<b>651,0</b>	<b>2056,6</b>	<b>1910,1</b>	<b>777,6</b>	<b>998,4</b>	<b>6393,7</b>

Fuente: fuente de datos del BID (accedido en 2022)

<sup>46</sup> De la base de datos de Climate Bond Initiative, accedida en octubre de 2022.

Esta fuente de financiamiento puede ser proporcionalmente baja, pero los bancos multilaterales de desarrollo hacen un gran esfuerzo en crear conocimiento teórico y empírico sobre cómo aumentar el financiamiento. La línea argumentativa más generalizada es la que se conoce como *blended finances*, en la que se recomienda que el financiamiento público movilice financiamiento privado. Esto es lo que Daniela Gabor (2021) identifica como *derisking state*, en tanto es un Estado ocupado en reducir los riesgos y costos del sector privado, o como el Consenso de Wall Street.

Este modelo no es lo suficientemente eficaz (Murawski et al., 2023), ya que amplía la brecha de inversión, especialmente en países en desarrollo, donde se estima un déficit de financiamiento de USD 1 billón para 2025. Además, la promesa de USD 100 mil millones anuales en financiamiento climático por parte de economías avanzadas no se ha cumplido en su totalidad, y gran parte de estos fondos son créditos en lugar de subvenciones, incrementando el endeudamiento de los países receptores.

A pesar de las expectativas de movilización de capital privado, la inversión privada no ha respondido como se esperaba, con un ratio de financiamiento privado/público muy inferior al proyectado (50% en 2020, lejos del 9:1 estimado por el FMI). En las regiones de bajos ingresos, el peso de la inversión pública es abrumador, llegando al 90% en África Subsahariana. Además, la oferta de financiamiento para adaptación climática sigue siendo insuficiente, a pesar de que esta es una prioridad para los países en desarrollo. En este contexto, la arquitectura financiera internacional parece más orientada a la protección de inversionistas que a garantizar una transición justa y equitativa.

#### 4.1.3.b Impulsores de los riesgos financieros diferenciales para la región

Existe mucha literatura sobre cómo la integración financiera y la globalización afectan más a países emergentes y no desarrollados que tienen estructuras productivas desequilibradas y una consecuente **(iii.a) escasez estructural de divisas** (Diamand, 1972), que se encuentran sujetos al ciclo financiero global al que se incorporan con **(iii.b) sistemas financieros domésticos subdesarrollados** (Miranda-Agrippino & Rey, 2021) y que tienen una **baja posición en la jerarquía internacional de sistemas financieros**, pagando primas de liquidez muy altas (Löscher & Kaltenbrunner, 2022; Bortz & Kaltenbrunner, 2018). La lógica de la financierización se basa en la **(iii.c) valorización de títulos de corto plazo** (Bonizzi et al., 2020) cuando las estrategias para la transición requieren créditos de largo plazo que coincidan con los plazos en los que estas inversiones generarían los rendimientos para pagarlos (Bortz & Toftum, 2020).

La globalización, desregulación de cuentas externas e integración financiera reducen el espacio de para cualquier política económica por parte de los Estados nacionales, a la vez que los hacen más vulnerables al ciclo financiero global. Así se intensifican los límites económicos y financieros, se desincentiva la inversión privada y se reduce la oferta de capitales extranjeros frente a la crisis que los hace aún más necesarios. Pese a que se repite la importancia de que la crisis ecológica sea atendida de forma coordinada y global, poco se ha hecho sobre las deficiencias estructurales que enfrentan países emergentes y no desarrollados para hacer frente a tales compromisos.

## 4.2 Argentina

Argentina replica la distribución de emisiones carbónicas en el sentido de que el sector de energía es que más emisiones genera en su producción: un 50,7% de las emisiones de GEI de 2018 corresponden a este sector. En segundo lugar, se encuentra el sector de agricultura, ganadería, silvicultura y otros usos de la tierra (AGSOUT), cuya producción generó un 39,1% de

las emisiones del mismo año. Si se considera su demanda de emisiones, es decir, las emisiones de GEI que se produjeron con el sector AGSOUT como destino, esta cifra llega al 40,3%. Esto se debe a que este sector es el principal productor de metano, que es un gas de efecto invernadero muy agresivo. Argentina es el número 17 de los mayores emisores de metano, que representó un 22,6% de sus emisiones nacionales en el 2018 (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de la República Argentina, 2022).

El peso del sector sobre indicadores nacionales como el PBI, el empleo y las exportaciones totales mantiene cifras cercanas a los promedios regionales: en 2019 fueron 5,11%, 6% y 58,77% respectivamente. Para dos de estos indicadores, PBI y exportaciones, hay datos del 2021: 6,87% y 54,01% respectivamente.<sup>47</sup>

A esto se suma el desgaste ecosistémico que representa la agricultura y ganadería. Ecosistemas como los humedales y las franjas de vegetación ribereña son importantes para filtrar el agua de escurrimiento superficial, pero el incremento en el uso antropogénico de la tierra y de fertilizantes para la producción de alimentos los ponen en riesgo, a la vez que elevan el nivel frático y salinizan los suelos (Jobbágy, 2011; Kandus et al., 2011; Orúe et al., 2011).

El porcentaje de tierras forestales<sup>48</sup> respecto del total de la superficie nacional ha caído de 12,86% en 1990 a 10,52% en 2018. Aunque no se le puede atribuir únicamente a esto,<sup>49</sup> el porcentaje de las tierras agrícolas respecto del total aumentó de 46,61% a 54,36% en el mismo período. De todos modos, no se deben sacar conclusiones lineales al respecto ya que la interacción entre estos ecosistemas y los distintos métodos de producción agropecuaria es compleja y no lineal; aunque la deforestación para los cultivos de secano generará la pérdida de servicios ecosistémicos y biodiversidad de estas zonas, hay métodos modernos de ganadería silvopastoril que no requieren tal tala (Grau et al., 2011).

Queda claro, entonces, que el sector agropecuario es importante tanto para pensar en estrategias de mitigación como estrategias de desarrollo. Por otro lado, como fue previamente desarrollado en este mismo capítulo, es un sector muy susceptible al cambio climático por lo que requiere muchos esfuerzos de adaptación.

En línea con su participación en el Acuerdo de París del 2015, Argentina presentó su Segunda Contribución Determinada a nivel Nacional informando que reducirá sus emisiones de 366 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>-eq (mtCO<sub>2</sub>-eq) en 2018 a 349 mtCO<sub>2</sub>-eq en 2030. La reducción puede parecer poco significativa (4,6%) pero implica que las emisiones de Argentina sean levemente menores al 0,9% de las totales (el mayor porcentaje histórico, alcanzado en el 2007) si los objetivos de emisiones para el 2030 se cumplen globalmente.

En orden a alcanzar este objetivo, este plan propone **4 ejes transversales** (i. género y diversidad, ii. gestión integral del riesgo, iii. salud y iv. transición laboral justa), **4 líneas instrumentales** (i. financiamiento para la transición, ii. fortalecimiento institucional, iii. investigación, desarrollo e innovación y iv. acción para el empoderamiento climático) y **6 líneas estratégicas** (i. conservación de la biodiversidad y bienes comunes, ii. gestión sostenible de sistemas alimentarios y bosques, iii. movilidad sostenible, iv. territorios sostenibles y resilientes, v.

---

<sup>47</sup> Datos del Banco Mundial, accedidos en octubre del 2022.

<sup>48</sup> Las tierras forestales se refieren a aquellas con agrupaciones de árboles naturales o plantados de por lo menos 5 metros, para usos productivos o no. No considera las tierras agrícolas ni los parques y jardines urbanos.

<sup>49</sup> Esta reducción también podría deberse a una mayor urbanización y a los impactos negativos del cambio climático sobre las especies que conforman las tierras forestales.

transición energética y vi. transición productiva) que contienen un total de **250 medidas**. Para enfatizar la importancia del metano, Argentina se ha comprometido a reducir sus emisiones de este gas en particular en un 30%.

La estimación del ministerio indica que este plan tendría un costo total de USD 185,5 mil millones (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de la República Argentina, 2022), más de 3 veces el monto del acuerdo que el FMI aprobó para Argentina en el 2018, lo que exige contemplar los riesgos de transición asociados a los riesgos financieros. En primer lugar, es necesario considerar que parte de los gastos pueden ser realizados en moneda doméstica. Dada la restricción externa y consecuente escasez de divisas que caracteriza a Argentina, es importante distinguir cuántas divisas serán necesarias; parte de las inversiones requerirán importaciones y, por lo tanto, dólares. Además, la reestructuración de actividades económicas que provean divisas a través de la exportación pueden generar inestabilidad en estos flujos, por lo menos en el corto o mediano plazo. Está claro que tal inestabilidad debe ser reducida al mínimo posible, pero el riesgo de transición en sí debe ser contemplado e incluido en los costos de la transición.

Los ingresos de capitales con fines verdes distan significativamente de este número. Por ejemplo, sólo un 5,47% del total de bonos verdes emitidos en América Latina corresponden a Argentina (Climate Bond Initiative, 2021). Se requiere acceso a los mecanismos financieros, de desarrollo y transferencia de tecnología y de fortalecimiento de capacidades independientemente de la delicada relación actual con acreedores externos.

En línea con lo desarrollado previamente sobre el financiamiento internacional para la adaptación al cambio climático, el Plan Nacional de Adaptación y Mitigación de Argentina indica que la mayor parte de la provisión de capital externo (dos tercios) ha sido orientado a esfuerzos de mitigación y la adaptación ha sido muy relegada (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de la República Argentina, 2022). Dada la baja participación actual e histórica de Argentina en las emisiones de GEI, pero su alta exposición a los riesgos físicos en línea con la figura 4.1 hace que deban intensificarse los esfuerzos en esta línea.

Aunque están poco desarrollados, en Argentina también se financian proyectos verdes a través de mercados de carbono. En el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL)<sup>50</sup> se han presentado 46 proyectos y otros 12 en mercados voluntarios que, en total, representaron una reducción de 17,5 mtCO<sub>2</sub>-eq. Estos están casi completamente orientados a la transición energética que es clave para la adaptación además de la mitigación del cambio climático (dado que las fuentes de energía convencional pueden verse afectadas). Sin embargo, a las deficiencias de los mercados de carbono (como su baja efectividad y las críticas a su potencialidad real de mitigación) se agrega su omisión a las necesidades de adaptación, a la transformación de otros sectores productivos como el de uso del suelo y al desgaste de ecosistemas en general.

#### 4.3 Modelización de riesgos económicos en países en desarrollo

Es necesario que la modelización de los riesgos e impactos climáticos en las economías periféricas pueda adaptarse a sus particularidades. Para ello, se deben poder modelizar de forma explícita los distintos sectores productivos y los distintos usos de ecosistemas y sus servicios. Por otro lado, es menester exponer las vulnerabilidades competentes a la estructura

---

<sup>50</sup> Mecanismo instaurado por el Protocolo de Kyoto a partir del cual, países desarrollados compran Certificados de Reducción de Emisiones al financiar el desarrollo de proyectos verdes en países no desarrollados.

financiera internacional y la subordinación de los sistemas financieros nacionales de países latinoamericanos a ella.

En línea con esto, resalta la utilidad de enfoques desde el marco insumo-producto (desarrollado en primer lugar por Leontief), que establecen las relaciones e interdependencias de las industrias. Los modelos de insumo producto multirregionales permiten incorporar también las interrelaciones entre los sectores de distintas regiones (Espagne et al., 2021). Esto favorece los estudios que busquen centrarse en la relación entre el cambio climático y la fragmentación productiva transnacional en cadenas globales de valor.

Este es el caso, por ejemplo, del escrito de Espagne et al (2021) “Exposición Macroeconómica de Países en Desarrollo a la Transición Baja en Carbono” (*“Developing Countries’ Macroeconomic Exposure to the Low-carbon Transition”*). En este se utiliza un modelo insumo producto para incorporar indicadores de exposición y vulnerabilidad de países no desarrollados en distintos aspectos socioeconómicos ligados a industrias que deberán convertirse en un escenario de transición verde: exposición interna (fiscal, social, en términos de empleo, inflación) y externa (en términos de generación de divisas, desequilibrios comerciales y deuda externa). Este trabajo demuestra que los riesgos de transición toman formas particulares y deben ser considerados de forma multirregional y transversal a distintas esferas económicas.

Otro trabajo que ejemplifica una modelización que incorpore las especificidades regionales corresponde al de Carnevali et al. (2020). En este se construyó un modelo stock-flujo consistente para dos economías abiertas con flujo de capitales entre ellas. Estas economías comparten la mayor parte de las características (restricción por demanda agregada del crecimiento en el corto y largo plazo, equilibrio externo, déficit fiscal moderado, régimen cambiario flotante y dotación de recursos y trabajo), pero una cuenta con tecnologías de menor emisión carbónica que la otra y menor uso de materia. La propuesta de este trabajo es que el financiamiento para una inversión verde puede tener resultados globales contraproducentes para la mitigación del cambio climático, y que esto puede ser revertido con política fiscal orientada por misiones que modifique los incentivos de las firmas privadas.

Los autores utilizan este modelo para testear el impacto de 6 diferentes fenómenos: un aumento de la aversión al riesgo que aumente la preferencia por activos financieros “más seguros”, un aumento de la preferencia por activos financieros “más verdes” (lo que reduciría la demanda de activos financieros provenientes del país con tecnología “marrón”), un aumento de la preferencia por productos “más verdes” (que aumentaría el consumo de hogares privados de los productos del país “verde”), las medidas de austeridad en el país “marrón” por el desequilibrio externo que genera una mayor demanda de importaciones por parte de sus habitantes, un aumento del gasto público verde (por ejemplo, a través de política fiscal orientada por misiones) y un aumento del gasto gubernamental coordinado (una política fiscal verde coordinada entre ambas economías). El principal resultado indica que la incorporación de los flujos financieros transnacionales tiene efectos indeseados sobre las estrategias de transformación, principalmente por las alteraciones que producen en los tipos de cambio (la apreciación de la moneda del país de tecnología verde) y las medidas de austeridad aplicadas, ante esta inestabilidad, en países en los que deberían profundizarse las medidas de transformación productiva. Un aumento del gasto gubernamental enfocado en esta transformación puede contrarrestar esto, ya que la inversión privada verde se ve inducida por el gasto público verde (Carnevali et al., 2020). Sin embargo, es importante considerar que estos resultados (especialmente el de la inestabilidad ocasionada por el financiamiento internacional a proyectos de desarrollo verde) están sujetos al supuesto de tipo de cambio plenamente flexible. Dada la fragilidad macroeconómica y externa de países de América Latina y el Caribe,

estos suelen operar sobre el mercado de cambios e incluso incorporar regulaciones a la cuenta capital por lo que sería interesante incorporar esta posibilidad a las modelizaciones.

Se pueden encontrar, también, una serie de escritos en los que se testean de forma empírica distintos riesgos climáticos. Por ejemplo, Feres et al. (2008) utiliza dos modelos econométricos (el modelo de efectos fijos de Deschênes y Greenstone, 2007, y el modelo hedónico propuesto por Mendelsohn et al., 1994) para un panel de municipios brasileños para el período 1970-1955. De esta forma se estimaron los efectos del cambio climático en la rentabilidad y valor de la tierra de la agricultura brasileña. Los resultados proponen que las pérdidas en el sector agropecuario serán más intensas para las regiones brasileñas del norte y centro. A su vez, aunque estas pérdidas sean moderadas en el mediano plazo (entre 0,8% y 3,7% para el período entre 2040 y 2069), pueden alcanzar un 26% a causa de los efectos climáticos previstos para el período entre 2070 y 2099 (Feres et al., 2008).

Otras metodologías de medición empírica recurren al registro de eventos climáticos extremos, especialmente sequías e inundaciones en la Cuenca del Plata, para estimar los efectos sobre la productividad primaria de los países del Cono Sur (Rivera & Peñalba, 2018; Rivera & Peñalba, 2014; Lesk et al., 2016).

#### 4.3.1 Modelizaciones para el caso de Argentina

Para el caso particular de Argentina también se pueden encontrar modelizaciones desde un abordaje insumo producto. Este es el caso del trabajo “Comprensión de la transición verde de Argentina: perspectivas de un modelo de insumo-producto consistente de flujo de existencias” (*Grasping Argentina's Green Transition: Insights from a Stock-Flow Consistent Input-Output Model*) de Sebastián Valdecantos (2021).

Este trabajo estudia el impacto que tendría la transición energética argentina para el escenario compatible con su NDC redeterminada en diciembre del 2020. Para hacerlo, el autor construye un modelo stock-flujo consistente con 31 sectores productivos para el año 2017 que calibra a través de resultados empíricos. Los resultados demuestran que, al incluir las emisiones de gases invernadero y los activos y pasivos financieros, la transición energética requerirá de un flujo regular de financiamiento externo para que no derive en un escenario de inestabilidad macroeconómica (Valdecantos, 2021).

Los trabajos empíricos para Argentina se han centrado en la estimación de las pérdidas agropecuarias a causa de grandes sequías, como es el caso de Thomasz et al. (2017), Thomasz & Vilker (2018) y González et al. (2021)<sup>51</sup>, es decir, a causa de eventos climáticos extremos. Las pérdidas son estimadas en USD 4100 millones en cultivos de soja para la sequía de 2008/2009 y entre USD 2400 y 2600 millones para el caso de 2011/2012. Por otro lado, hay estudios que se centran en cambios más paulatinos de variables económicas (aunque la variabilidad cíclica del sistema climático de la región dificulta la diferenciación de las tendencias). Estos son los casos de Ahumada y Cornejo (2021) y Naumann et al. (2022). El primero estima reducciones en el rendimiento de soja entre 1973 y 2015 que oscilaron entre 1% y 2% y el segundo se centra en un episodio mucho más reciente: la persistente sequía entre 2019 y 2022 (cuya prolongación se estima con un 76% de probabilidades hasta febrero del 2023 inclusive)<sup>52</sup>.

---

<sup>51</sup> Este trabajo expone también los efectos que los desastres climáticos extremos tienen sobre el desarrollo de la población y, por lo tanto, en términos de productividad (Gonzalez et al., 2021).

<sup>52</sup> Servicio Meteorológico Nacional, <https://www.smn.gob.ar/enos> Accedido en diciembre del 2022.

Finalmente, el trabajo del Banco Mundial (2021) realiza un pormenorizado estudio de las consecuencias sobre la actividad agropecuaria y de la actividad económica sustentada en ella a causa de las proyecciones de aumento de la temperatura y caída tendencial de las precipitaciones. En línea con los hallazgos previamente señalados, también en este caso en particular tienen un efecto negativo más importante las sequías que las inundaciones. Las estimaciones indican que la sequía de 2009 explica el 40% de la recesión observada en tal año, el 80% de la recesión de 2012 y la mitad de la recesión de 2,5% del PBI del 2018. Sin embargo, este trabajo no se focaliza en los impactos que la crisis ecológica presenta para el sector externo y la esperable inestabilidad macroeconómica transmitida a partir de las variables asociadas al Balance de Pagos.

En resumen, aunque crece la cantidad de trabajos empíricos sobre los riesgos económicos de la crisis ecológica, ninguno ha estudiado el balance de pagos como transmisor de un riesgo físico (el cambio en el patrón y ciclos de precipitaciones) hacia la inestabilidad macroeconómica, con las reservas internacionales como variable clave.

## 5. Datos y metodología

### 5.1 Motivación

Aunque la mayoría de los trabajos se centran en países desarrollados y emergentes (que cuentan con más volumen y calidad de datos), el impacto más fuerte de riesgos climáticos sobre poblaciones más vulnerables ha incentivado un crecimiento en la cantidad de trabajos enfocados en países no desarrollados.

Este claro progreso en la profundización de la problemática sobre los países que enfrentan las consecuencias más virulentas requiere que también se amplíen y profundicen los estudios enfocados en los riesgos físicos.

Aunque hay algunos casos de estudio de impacto de riesgos de transición sobre el comercio, la mayoría observan riesgos físicos porque el comercio es una actividad de fuerte exposición directa al cambio climático. Sin embargo, se suelen centrar en eventos climáticos extremos y no en tendencias climáticas.

El presente trabajo busca aportar a esta brecha en el conocimiento sobre los impactos económicos del cambio climático estudiando la forma en la que una tendencia de cambio en el patrón de precipitaciones (no el aumento de la recurrencia e intensidad de eventos extremos) implica un riesgo físico para una actividad productiva clave de la Argentina, la producción de agropecuaria, a través de su balance de pagos.

Esto implica un aporte novedoso ya que, como se ha desarrollado en el capítulo previo, los trabajos empíricos para Argentina se han centrado en la transición energética (Valdecantos, 2021) o han soslayado el balance de pagos como canal de transmisión de los riesgos ecológicos a la estabilidad macroeconómica (Banco Mundial, 2021). El modelo de Carnevali et al. (2020) es aplicable a países no desarrollados, pero no para el caso particular de Argentina debido a algunos supuestos como el asociado al régimen cambiario.

Para el presente trabajo, se ejecutó un modelo en el que las reservas internacionales son explicadas (además de los controles necesarios) por las precipitaciones de enero (estación en la que es importante para los cultivos contar con las precipitaciones adecuadas) como instrumento de las exportaciones de cuatro complejos agropecuarios de gran relevancia: soja, trigo, maíz y girasol.

Las reservas internacionales fueron elegidas como resultado del balance de pagos en lugar del tipo de cambio debido a la historia reciente de controles al mercado cambiario en Argentina. Estrictos controles de cantidad fueron impuestos desde 2012 hasta el 2015 y luego retomados en octubre del 2019 (Bortz et al., 2021). En diciembre de este año, se añadió un impuesto a la compra de dólares que constituye otro control, aunque de efecto directo sobre el precio. Incluso si no fuera por estos estrictos controles, los datos obtenidos verifican una tendencia ya señalada por múltiples autores: la acumulación de reservas internacionales es una política prudencial extendida entre todos los gobiernos. Esta implica, necesariamente, que las autoridades monetarias nacionales intervienen en los mercados cambiarios comprando dólares. A su vez, es extendida también la intervención mediante venta o subasta de dólares para evitar la volatilidad cambiaria y sus negativos impactos macroeconómicos. En síntesis, como ha sido señalado por otros autores, la intervención en los mercados cambiarios es más la regla que la excepción, por lo que la perfecta flotación y la perfecta movilidad de capitales son construcciones teóricas (Serrano & Summa, 2015; Rey, 2015).

## 5.2 Datos

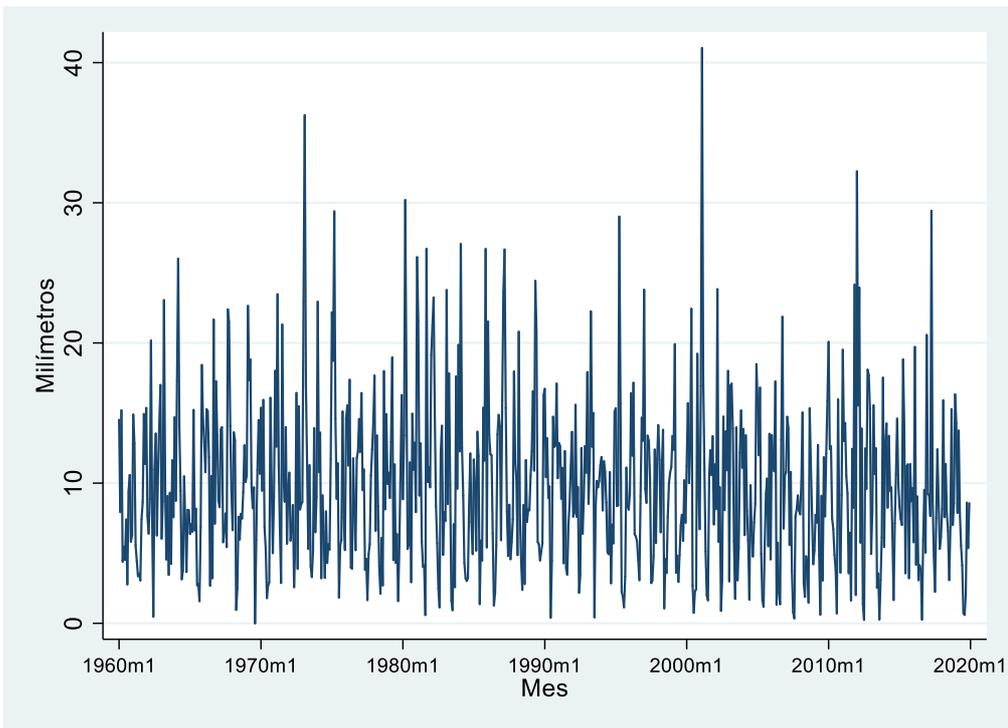
Las lluvias diarias en milímetros fueron obtenidas gracias al Servicio Meteorológico Nacional. Se utilizaron los datos recolectados por tres estaciones de observación climática (9 de Julio, Junin y Pehuajó) desde el 1959. Sobre esta serie se calculó el promedio mensual y se desestacionalizó. Sin embargo, la importancia de las precipitaciones no es igual a lo largo de todo el año. Para que estos cultivos es relevante la cantidad suficiente de lluvias durante la época estival.<sup>53</sup> Por esto se crearon tres variables que demostraron explicar de forma estadísticamente significativa la variación de las reservas internacionales: las lluvias de enero, las lluvias promedio entre enero y febrero (variable identificada como “verano”) y el promedio de lluvias de enero, febrero y marzo (variable identificada como “verano2”). Estas variables fueron vinculadas con las exportaciones de los 12 meses posteriores (para incorporar los tiempos de cosecha, procesamiento de algunos alimentos, almacenamiento y transporte).

La figura 5.1 muestra la serie de datos de precipitaciones mensuales promedio y la figura 5.2 muestra la tendencia de precipitaciones (que fue extraída mediante el filtro Hodrick-Prescott).

---

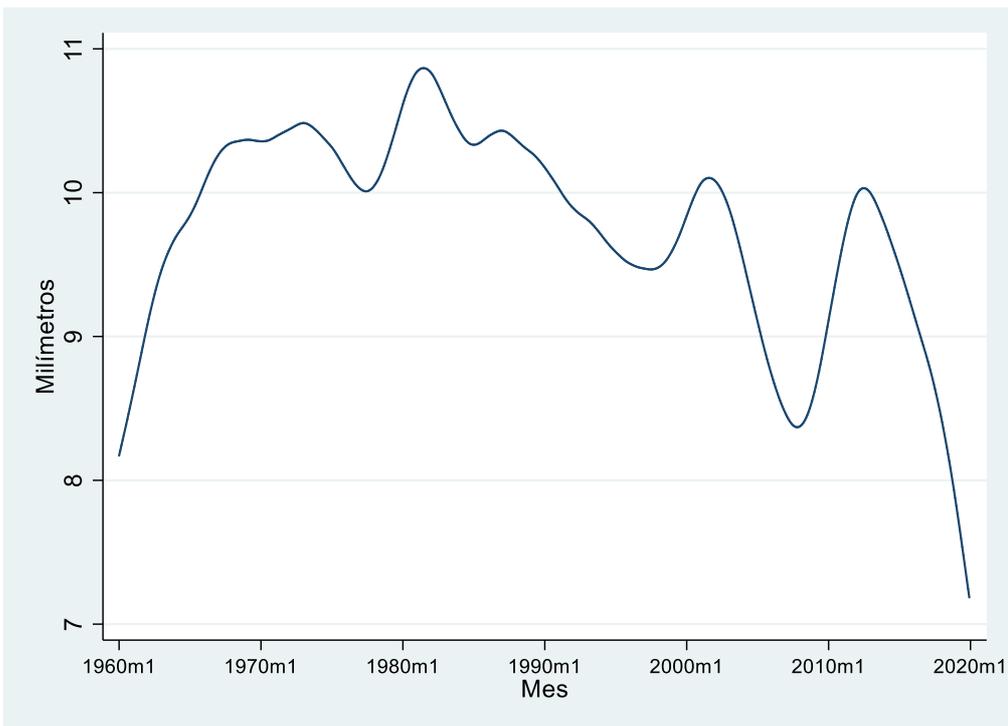
<sup>53</sup> En el caso particular del trigo, son importantes también las precipitaciones de primavera. Sin embargo, como es sólo uno de los cuatro complejos, no se han obtenido resultados significativos para rechazar la hipótesis de que la lluvia de primavera tenga efecto en la acumulación de reservas.

Figura 5.1: Promedio mensual de las precipitaciones observadas



Fuente: elaboración propia en base al SMN

Figura 5.2: Tendencia de precipitaciones

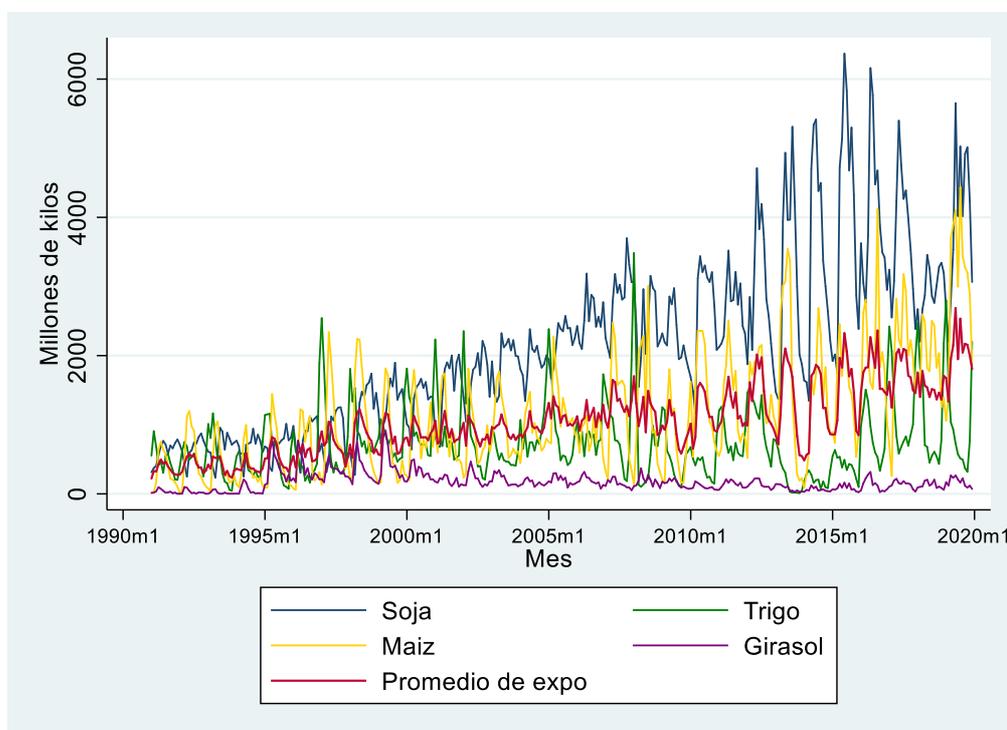


Fuente: elaboración propia en base a SMN

Esta última muestra la tendencia decreciente (principalmente por la última sequía sostenida) en las precipitaciones de la región pampeana, que representa el foco más importante de producción agropecuaria en Argentina. El objetivo del presente trabajo es demostrar que esta tendencia decreciente representa un riesgo acuciante para la estabilidad macroeconómica de Argentina y así, indirectamente, verificar que la mayor duración y severidad de las sequías asociada a la crisis ecológica, en especial por su interacción con el ENOS, tiene consecuencias negativas directas sobre la adquisición de divisas por parte del BCRA.

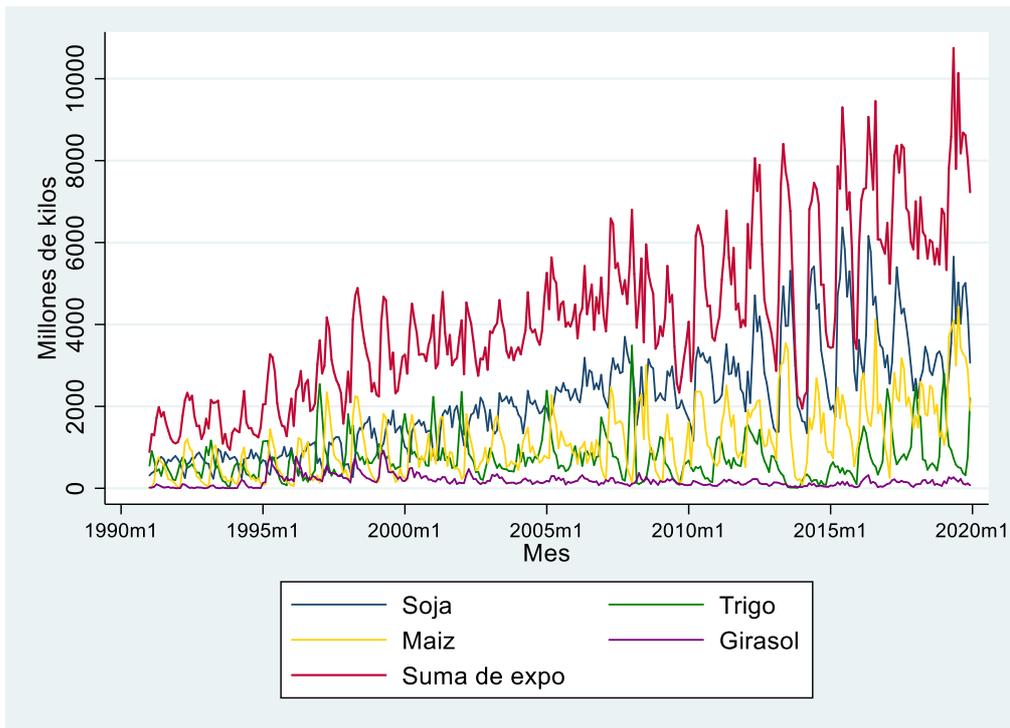
Los datos de exportaciones de los cuatro complejos principales de Argentina (soja, trigo, maíz y girasol) fueron obtenidos por el Ministerio de Desarrollo Productivo de la República Argentina (actual Secretaría de Industria y Desarrollo Productivo). Tienen una frecuencia mensual desde el 1991 y se utilizaron los datos en volumen (kilos). fueron se calcularon alternativamente el promedio (figura 5.3) y la suma de los cuatro complejos (figura 5.4). En los modelos se utilizaron estas variables también sin estacionalidad (figura 5.5 y 5.6) y también sin tendencia, presentadas en las figuras 5.8 y 5.9 (extraída con el filtro Hodrick-Prescott).

Figura 5.3: Promedio de exportaciones



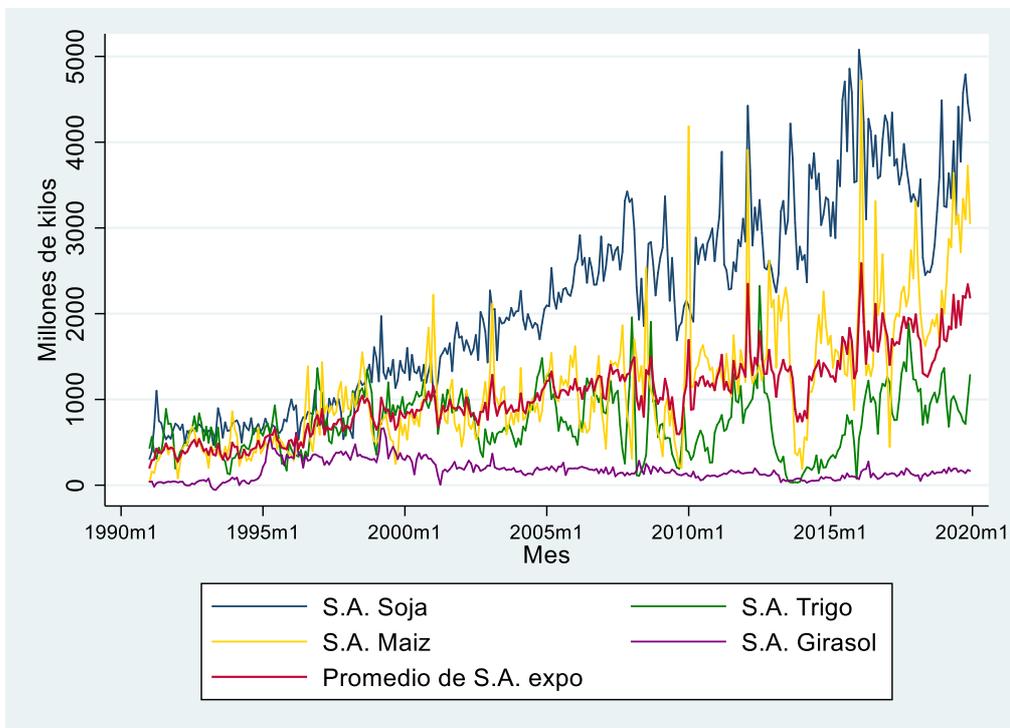
Fuente: Ministerio de Desarrollo Productivo de la República Argentina

Figura 5.4: Suma de exportaciones



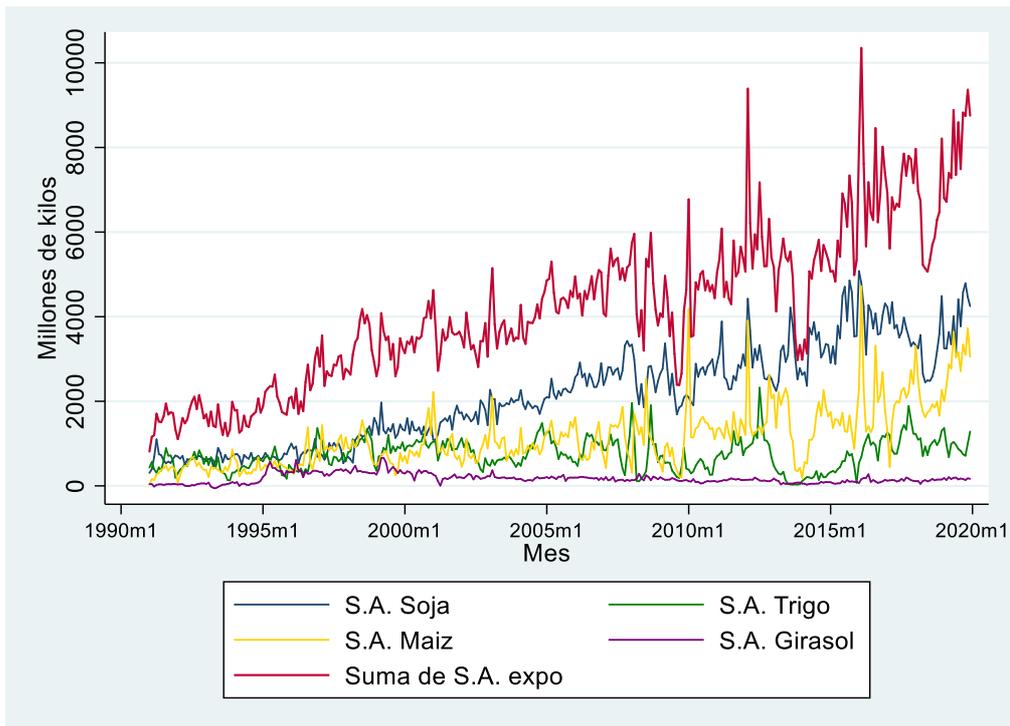
Fuente: Ministerio de Desarrollo Productivo de la República Argentina

Figura 5.5: promedio de exportaciones sin estacionalidad



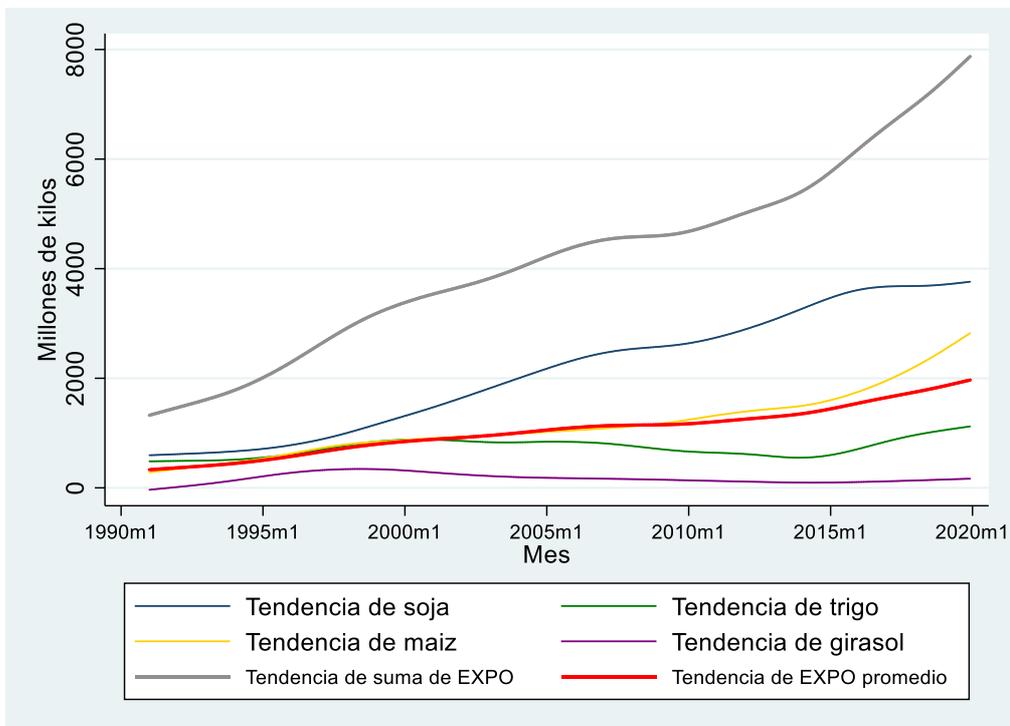
Fuente: elaboración propia en base al Ministerio de Desarrollo Productivo de la República Argentina

**Figura 5.6: suma de exportaciones sin estacionalidad**



**Fuente:** elaboración propia en base al Ministerio de Desarrollo Productivo de la República Argentina

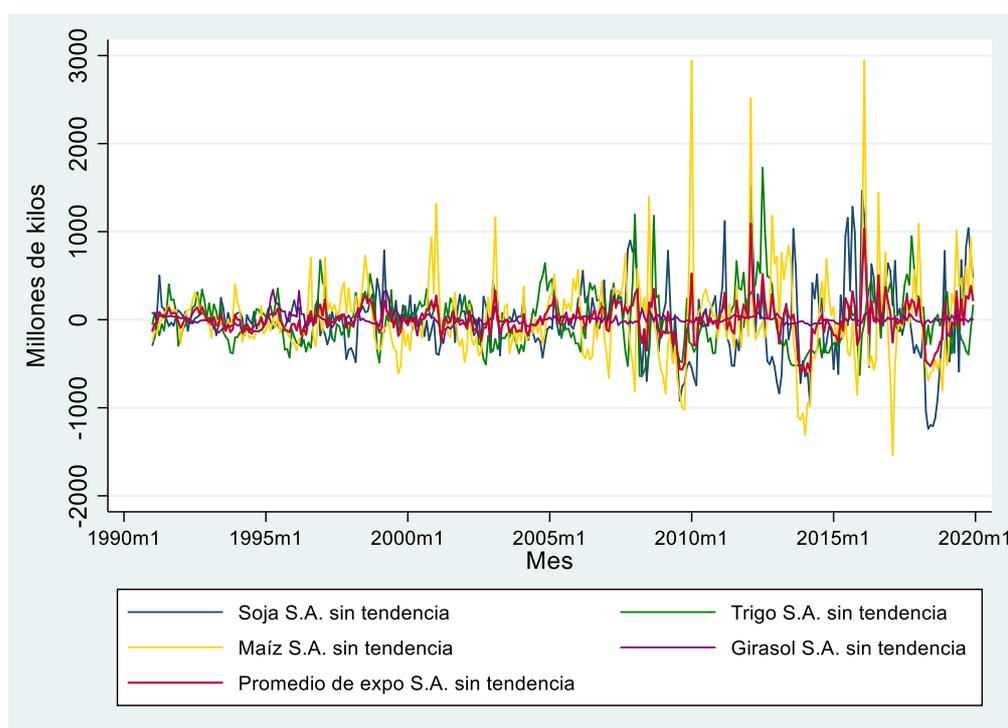
**Figura 5.7: tendencia de las exportaciones**



**Fuente:** elaboración propia en base a Ministerio de Desarrollo Productivo de la República Argentina

Las tendencias de la soja y el maíz son claramente crecientes, mientras el girasol entra en declive y la producción de trigo parece estancarse como se muestra en la figura 5.7. Aunque esto puede deberse a los mayores incentivos de precios para la producción y exportación de soja, cabe mencionar que el trigo se encuentra entre los cultivos más afectados por el cambio climático. Para el trigo en especial, importan las precipitaciones de septiembre que fueron un 80% menores a lo habitual en 9 partidos<sup>54</sup> (INTA, 2022). El informe del INTA de octubre de 2022 indicaba que, de continuar la sequía (como efectivamente sucedió), la pérdida proyectada en el trigo alcanzaba el 30% y podía empeorar por la interacción entre el déficit hídrico, la caída que genera en la mortalidad de algunas plagas como los pulgones y las consecuencias negativas de las heladas (INTA, 2022).

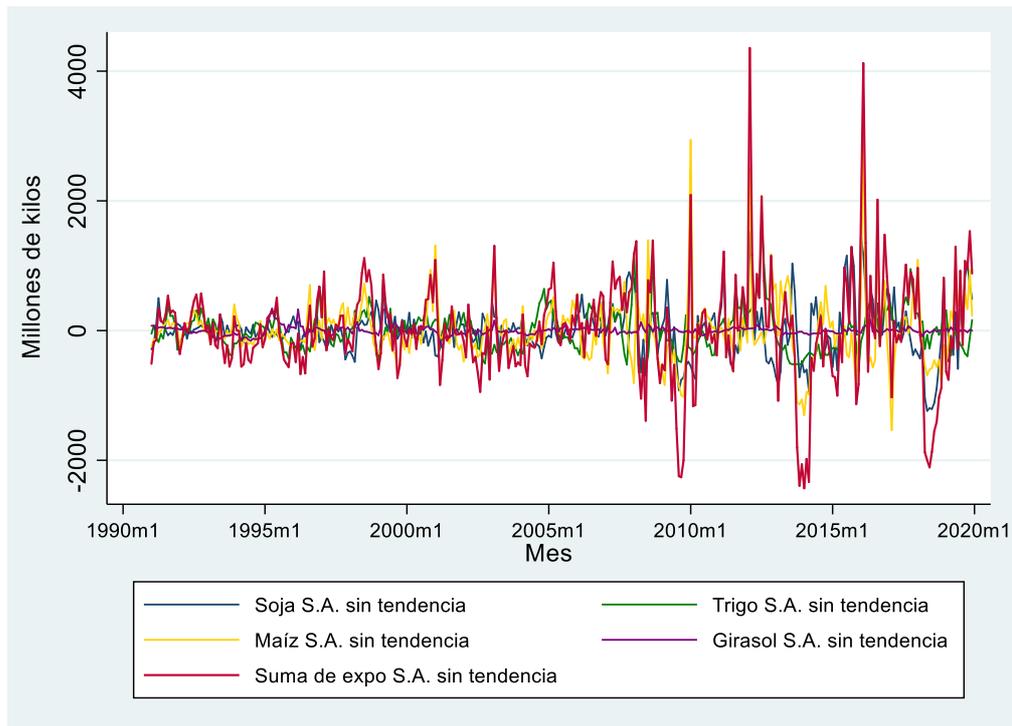
Figura 5.8: Promedio de exportaciones sin tendencia ni estacionalidad



Fuente: elaboración propia en base a Ministerio de Desarrollo Productivo de la República Argentina

<sup>54</sup> Balcarce, Benito Juárez, Gral. Pueyrredon, Gral. Alvarado, La Madrid, Laprida, Lobería, Necochea, Olavarría, Tandil.

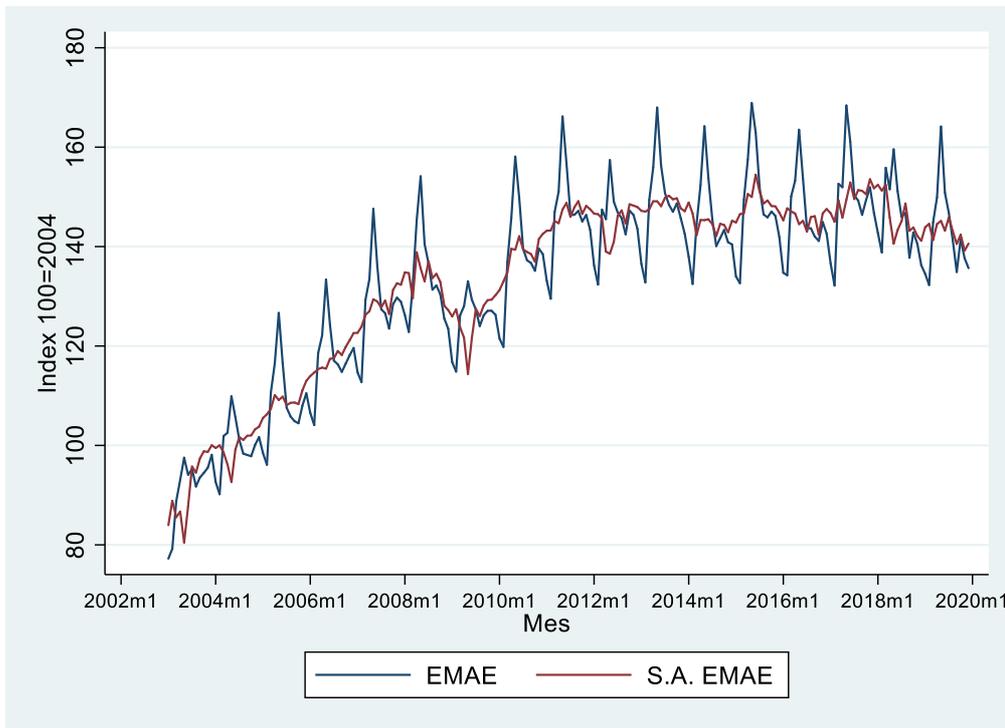
Figura 5.9: Suma de exportaciones sin tendencia ni estacionalidad



Fuente: elaboración propia en base a Ministerio de Desarrollo Productivo de la República Argentina

El Estimador Mensual de Actividad Económica (EMAE) se obtuvo del INDEC y fue necesario empalmar la serie actual que comienza en el 2004 para tener datos desde el 2003 (presentado en la figura 5.10). Esta serie fue desestacionalizada como también se muestra en la figura 5.10 y para las regresiones se le extrajo la tendencia mediante el filtro Hodrick-Prescott (figura 5.11). A través de la inclusión de esta variable se espera capturar el efecto negativo que tienen las importaciones, que dependen positivamente del nivel de actividad económica doméstica, sobre el balance de pagos.

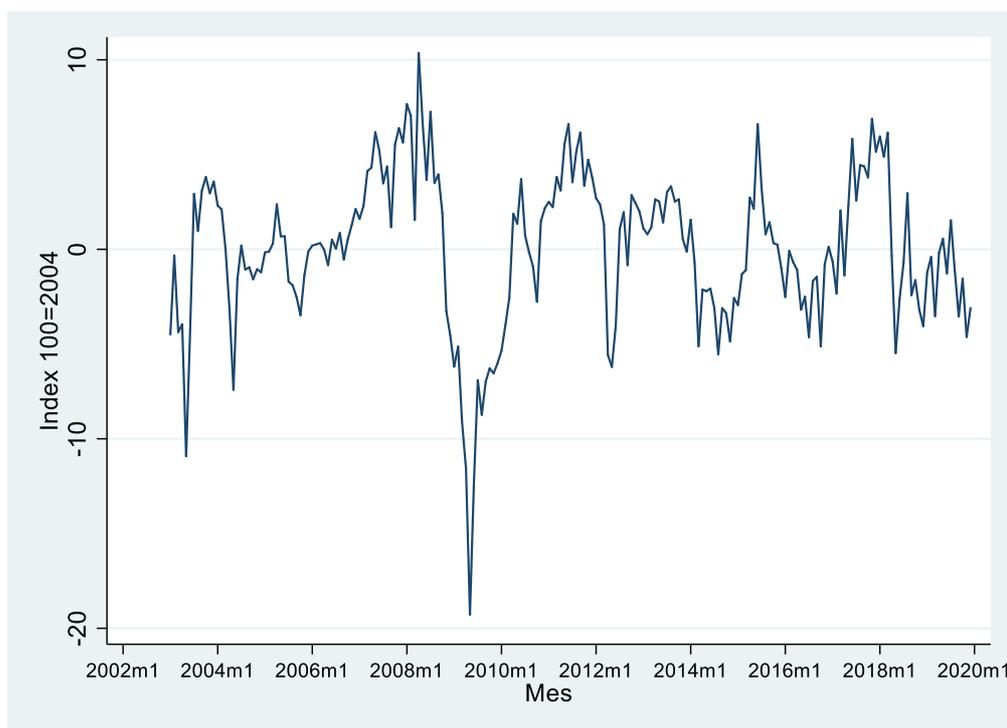
Figura 5.10: Estimador Mensual de Actividad Económica con base 100=2004 (con y sin estacionalidad)



Fuente: elaboración propia en base a INDEC

La década del 2000 muestra el alto crecimiento que siguió a la crisis de la salida de la convertibilidad del 2001. Esta tendencia se estanca en el 2011 y los últimos dos años (2018 y 2019) muestran la caída asociada a la crisis más reciente que incluyó una corrida cambiaria, el fin del programa de metas de inflación y un nuevo acuerdo con el FMI (Bortz et al., 2021).

Figura 5.11: EMAE sin tendencia ni estacionalidad



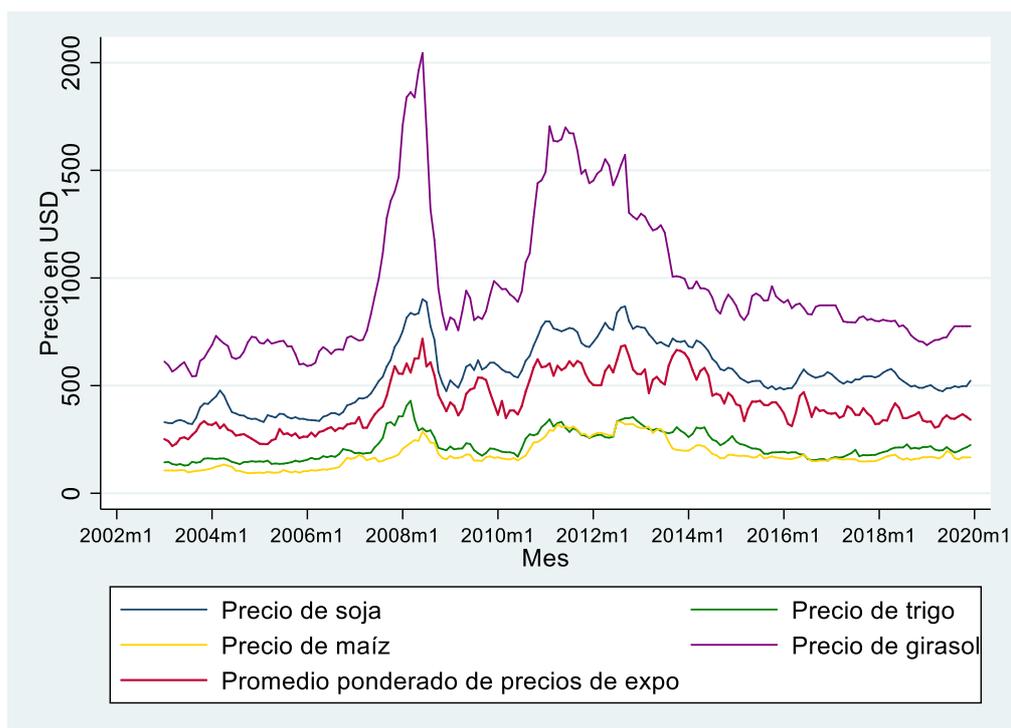
Fuente: elaboración propia en base a INDEC

Las series de datos de los precios de exportaciones fueron obtenidas de la base de datos del Banco Mundial. Para cada complejo se ha obtenido el precio de al menos uno de los productos que incluye (el producto a granel, aceite de las distintas oleaginosas o alimentos con un leve procesamiento) desde, por lo menos, el 2003. Esto implica que fue necesario el supuesto de que el movimiento de los precios de todos los productos de cada complejo tiene la misma dirección (esto no debería implicar un problema puesto que el comportamiento de los precios de todo el complejo es similar, tal como muestran las figuras 5.13 y 5.14).

Esta variable es necesaria en la regresión a pesar de que no muestre resultados estadísticamente significativos porque parte de la relación entre variación de reservas internacionales y exportaciones podría deberse al efecto de los precios. Para su inclusión en los modelos, se calculó el promedio de los precios ponderado por el peso del complejo que representan en el total de exportaciones (figura 5.12). Dado que no se puede rechazar la hipótesis de que esta variable tenga raíz unitaria, se expresa en variaciones.<sup>55</sup>

<sup>55</sup> En el anexo se presenta información respecto de la serie de precios (tablas 8.3 y 8.4).

Figura 5.12: Cuadros de precios brutos

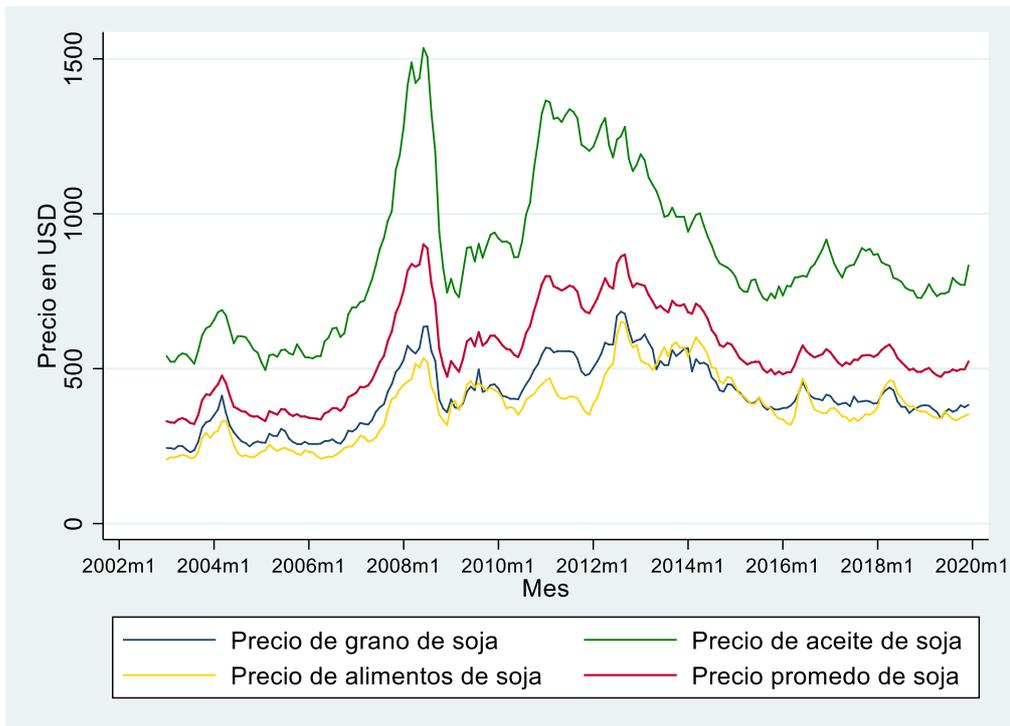


Fuente: Banco Mundial

La figura previa muestra los altos precios de los commodities durante gran parte del período (2003-2019). Esta alza es generalmente aceptada como una de las causas del crecimiento evidenciado en el caso del EMAE y queda clara que la tendencia decreciente en estos precios comenzó en el 2011 (mismo año del estancamiento en la actividad económica).<sup>56</sup>

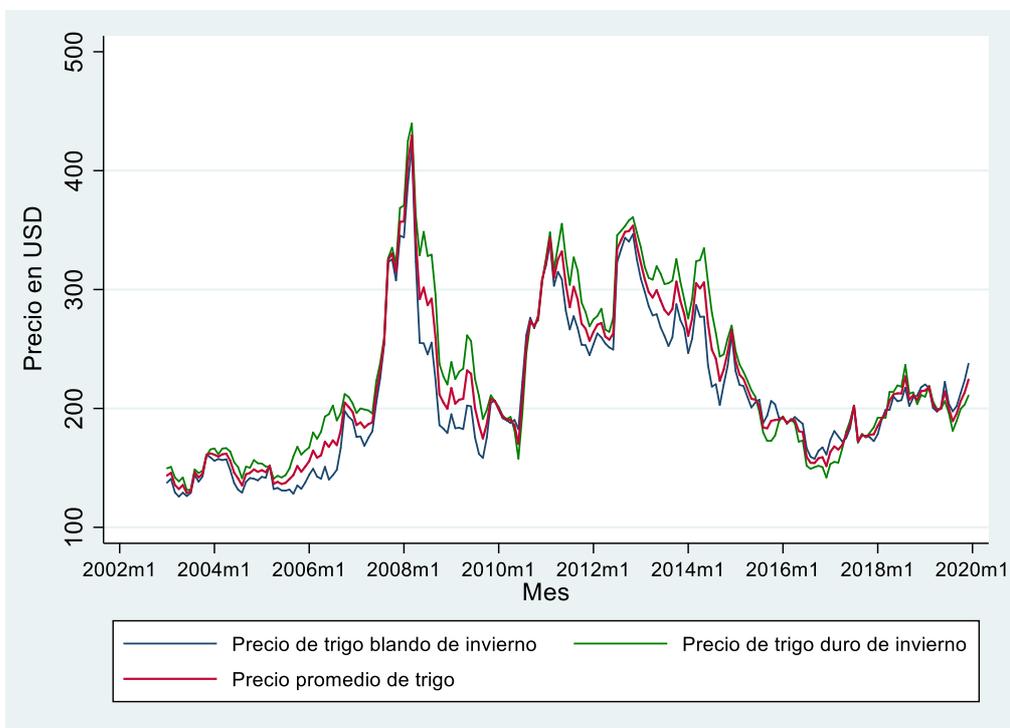
<sup>56</sup> Cabe señalar que la literatura sobre financierización en países emergentes y no desarrollados señalan que debido a este fenómeno la volatilidad de los precios evidencia una mayor amplitud, afectando severamente a los países dependientes de estas exportaciones (Abeles et al., 2018).

Figura 5.13: distintos precios de soja que fueron promediados



Fuente: Banco Mundial

Figura 5.14: distintos precios de trigo que fueron promediados

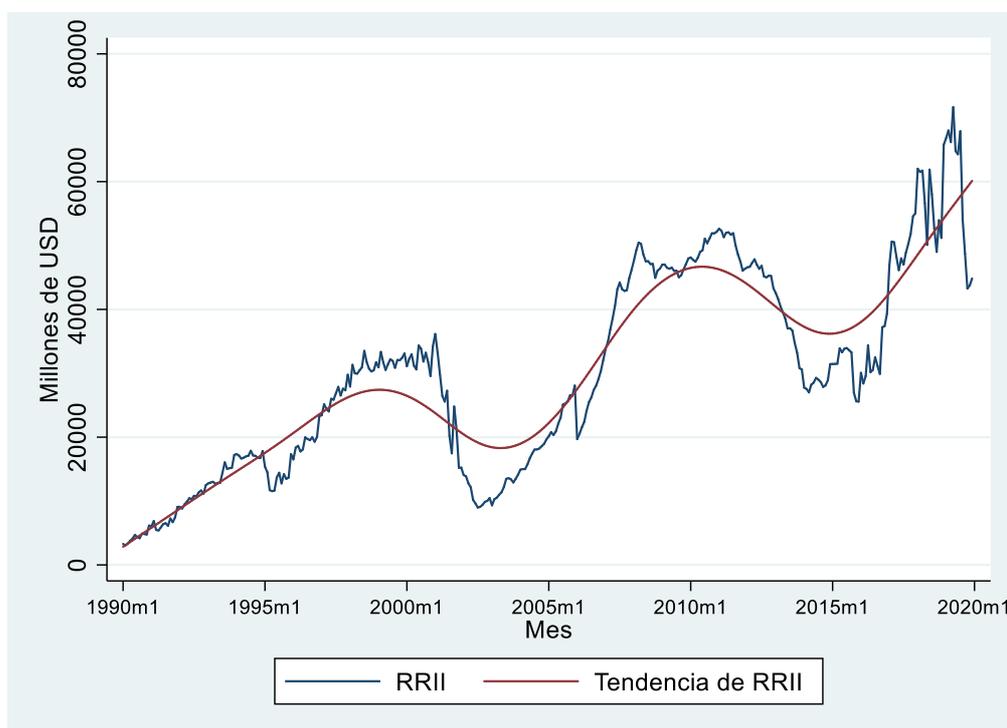


Fuente: Banco Mundial

Los datos mensuales de reservas internacionales y otros controles que corresponden a la cuenta financiera fueron obtenidos desde el Banco Central. La serie de reservas abarca desde 1940; sin embargo, los controles que se obtienen del anexo estadístico al mercado cambiario, abarcan desde el 2003 lo que necesariamente redujo la cantidad de observaciones de cada modelo a 203 o 202.

La figura 5.15 muestra las reservas internacionales desde 1990 y su tendencia (que expresa la creciente acumulación de reservas por parte de las autoridades monetarias como una estrategia prudencial generalizada). Dado no se puede rechazar que exista raíz unitaria en esta serie, en las regresiones se incluyó su variación mensual (figura 5.16)<sup>57</sup>.

Figura 5.15: RRII y su tendencia

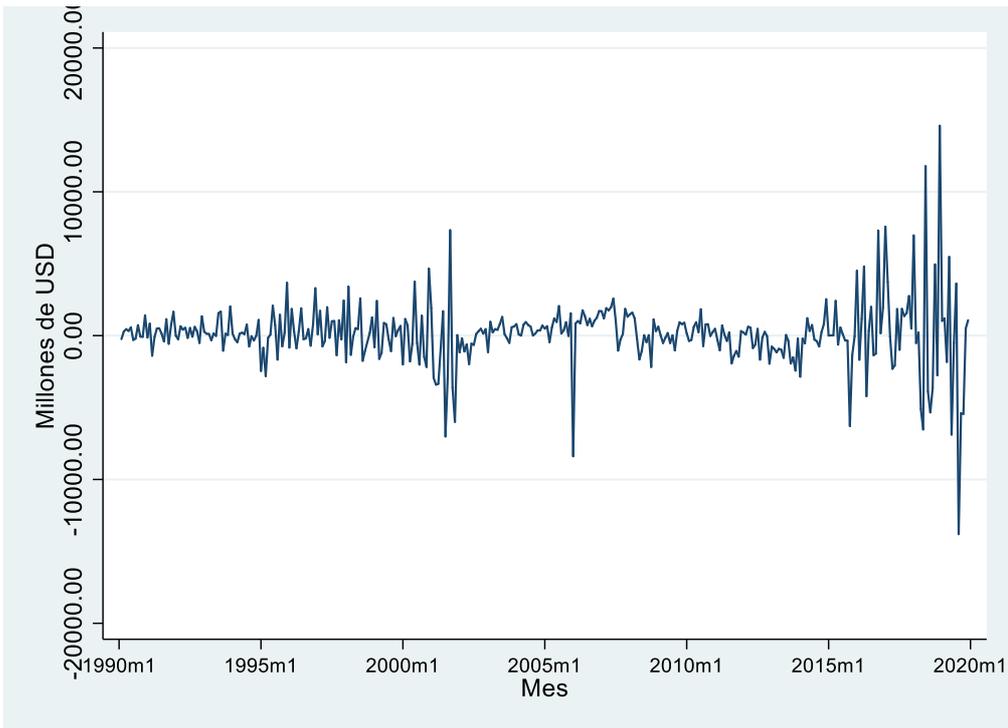


Fuente: elaboración propia en base a BCRA

Las figuras 5.17 y 5.18 muestran las demás variables obtenidas del BCRA, pertenecientes a la cuenta financiera del Balance de Pagos, que son incluidas como controles.

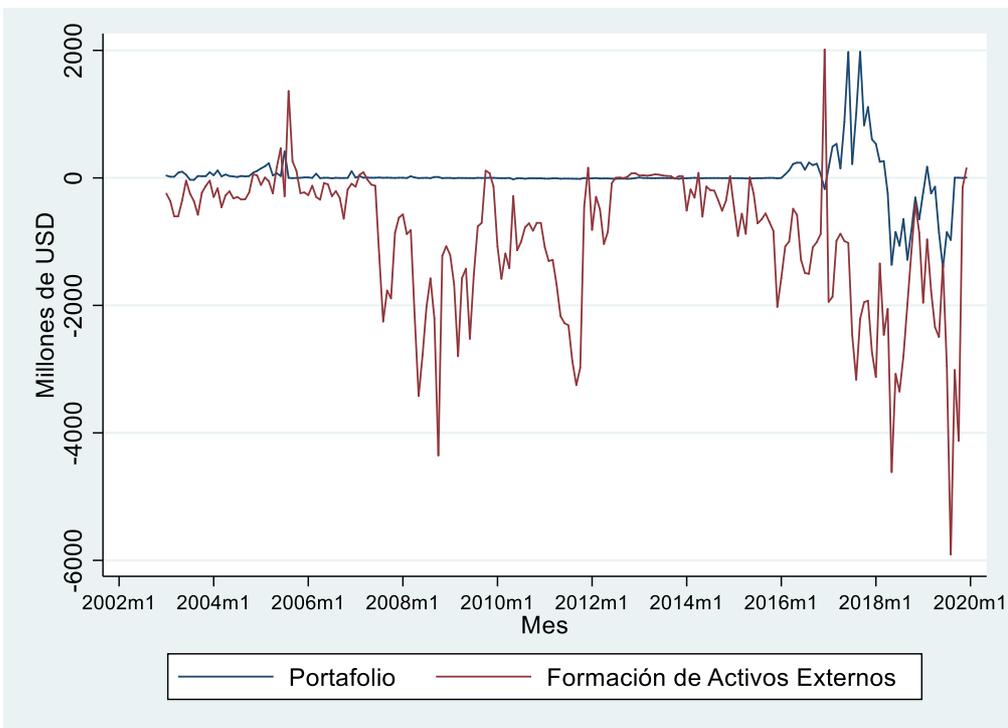
<sup>57</sup> Más información sobre la serie de reservas internacionales está disponible en las tablas 8.1 y 8.2 del anexo.

Figura 5.16: RRII en variaciones mensuales



Fuente: BCRA

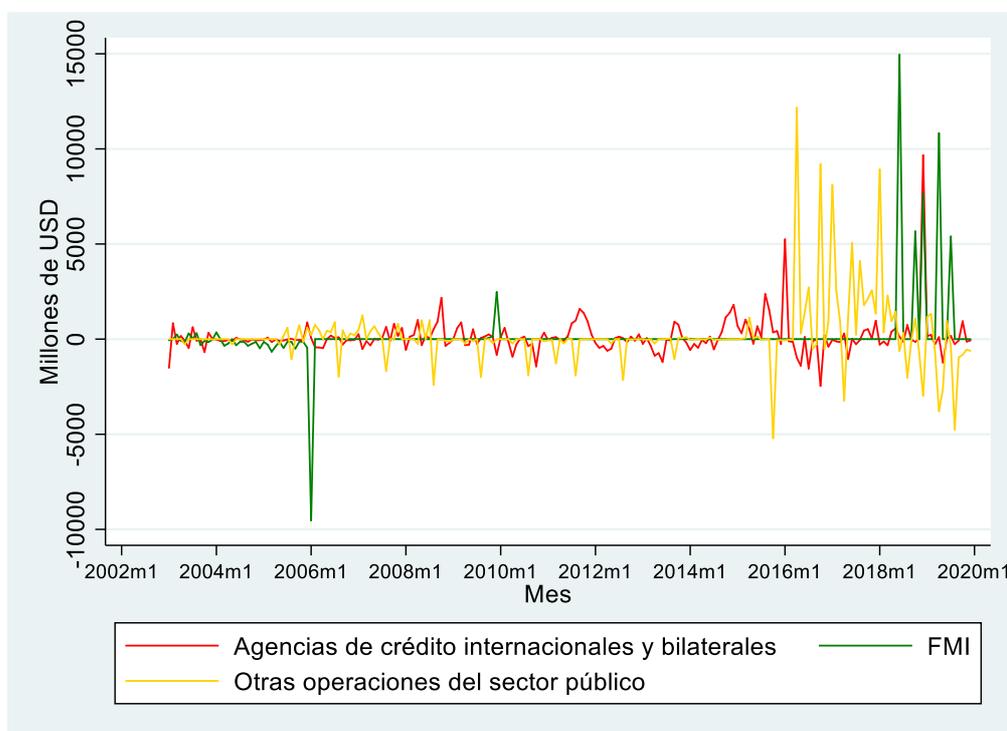
Figura 5.17: flujos netos de portafolio por no residentes y formación de activos externos (con el signo negativo) por parte de residentes



Fuente: BCRA

Es interesante notar en la figura 5.17 que los flujos de portafolio y la formación de activos externos tienen un comportamiento espejo a partir del 2016 (consistente con la eliminación de los controles cambiarios y a la cuenta capital). Los primeros fueron prácticamente nulos hasta este año, cuando muestran un sostenido ingreso hasta la crisis del 2018.

Figura 5.18: flujos netos de agencias de crédito internacionales y bilaterales, del FMI y otras operaciones del sector público



Fuente: BCRA

El giro en la política externa y la reapertura de los mercados de crédito para Argentina queda clara por la mayor magnitud de los flujos a partir de 2016. También se destaca la cancelación de la deuda con el FMI en el 2006 y los ingresos por el nuevo acuerdo del 2018 por un total de USD 44 mil millones.

La siguiente tabla muestra los estadísticos más relevantes para los datos de todas las variables previamente mencionadas.

Tabla 5.1: Estadísticos descriptivos

Estadísticos	Promedio	Desvío estándar	Error estándar	Mínimo	Máximo
<b>RRII</b>	38507,5	14007,82	9807433	9325617	71662,5
<b>Suma de EXPO</b>	5287768	1738184	1216972	1944,46	10750,76
<b>Lluvia</b>	8995889	5623556	0,3937276	0,2444444	3224167
<b>Promedio ponderado de precios</b>	4176565	1219985	8541606	2195645	7173941
<b>EMAE</b>	1329962	1958853	1371471	7723595	1688861
<b>FAE</b>	-9233216	1091784	7644019	-5908605	2014516
<b>Portafolio</b>	1339781	3526786	2469244	-1409607	1978396
<b>FMI</b>	1570342	1653933	1157985	-9530	14955,9
<b>Agencias Internacionales y Bilaterales</b>	112902	9654082	6759209	-2463,46	9668669
<b>Otras operaciones públicas</b>	1806503	1725356	1207991	-5209925	12166,7

Fuente: elaboración propia

### 5.3 Modelización

Se utilizó un enfoque de Mínimos Cuadrados en Dos Etapas (TSLS por sus siglas en inglés), normalmente utilizado cuando uno de los regresores es también una variable endógena. Aunque difícilmente pueda considerarse que las exportaciones tienen alguna endogeneidad en la explicación de las reservas internacionales (por lo menos una que no pueda ser corregida con la inclusión de los controles mencionados), esta estrategia es útil de todas formas para explicar el efecto que las precipitaciones tienen sobre las reservas a través de las exportaciones.

La forma general de este modelo es la siguiente:

$$(1) Y_1 = \beta_X X + \beta_Y Y_2 + u$$

$$(2) Y_2 = \gamma_X X + \gamma_Z Z + v$$

En la que  $Y_1$  es la variable dependiente;  $X$  es una matriz de regresores exógenos;  $Y_2$  es una matriz de regresores endógenos (no son independientes de  $X$  y/o  $u$ );  $Z$  es una matriz de variables instrumentales para  $E$ ;  $\beta_X$ ,  $\beta_Y$ ,  $\gamma_X$  y  $\gamma_Z$  son los grupos de parámetros para cada matriz y  $u$  y  $v$  son los términos de error.

Para esta versión particular del modelo, estas ecuaciones toman la siguiente forma:

$$(3) RRII = \beta_1 expo + \beta_2 precios + \beta_3 EMAE + \beta_4 portafolio + \beta_5 FAE + \beta_6 FMI + \beta_7 IMB + \beta_8 otros + u$$

$$(4) \quad expo = \gamma_1 lluvia + \gamma_2 precios + \gamma_3 EMAE + \gamma_4 portafolio + \gamma_5 FAE + \gamma_6 FMI + \gamma_7 IMB + \gamma_8 otros + v$$

Donde *RRII* refiere a la variación mensual del logaritmo de las reservas internacionales mantenidas por el BCRA, *expo* refiere a la suma de exportaciones en volumen (kilos) de los cuatro complejos exportadores de granos más importantes (soja, trigo, maíz y girasol), *precios* refiere al promedio ponderado de los precios de estos productos, *EMAE* es el Estimador Mensual de Actividad Económica, *portafolio* refiere a los flujos netos de portafolio de no residentes, *FAE* es la Formación de Activos Económicos por parte de residentes, *FMI* refiere al flujo neto de ingresos de capital y pagos al Fondo Monetario Internacional, *IMB* es el flujo neto de ingresos de capital y pagos a otras entidades internacionales, multilaterales y bilaterales de crédito, *otros* refiere a otros ingresos de capital y pagos realizados al exterior por el sector público y, finalmente, *lluvia* refiere a la variable de precipitaciones elegida.

## 5.4 Resultados

La tabla 5.2 presenta los resultados de la primera etapa de la regresión, en la que la suma de exportaciones es planteada como una función de los regresores exógenos: precios, EMAE, portafolio, FAE, FMI, IMB, otros, una variable de precipitaciones y, en algunos casos, la variación de *RRII* del período previo.

Tabla 5.2: Primera etapa de la regresión por variables instrumentales

Logaritmo sin tendencia de la suma de EXPO S.A.						
	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4	Modelo 5	Modelo 6
RRII (t-1)		0,3076178		0,2776758		0,3024291
Precios	-0,0004733	-0,000449	-0,0004881	-0,0004604	-0,0004823	-0,0004531
EMAE	0,0118438***	0,0118765***	0,0123696***	0,0123971***	0,0123693***	0,0123969***
Portafolio	0,0000572	0,0000529	0,0000601	0,0000563	0,0000602	0,0000562
FAE	0,0000216**	0,0000219**	0,0000192*	0,0000187*	0,000016	0,0000154
FMI	-6,87e-06	-4,96e-06	-7,57e-06	-5,80e-06	-7,35e-06	-5,47e-06
Agencias internacionales y bilaterales	0,0000129	0,0000127	0,0000121	0,0000118	0,0000137	0,0000121
Otros flujos del sector público	-3,46e-06	-3,44e-06	-5,92e-06	-5,77e-06	-5,20e-06	-5,08e-06
Lluvia de enero S.A.	0,0047063**	0,0045496**				
Lluvia promedio de enero y febrero S.A.			0,0013235**	0,0033344**		
Lluvia promedio de enero, febrero y marzo S.A.					0,0028572**	0,0024734
Observaciones	203	202	203	202	203	202

\*p<,1; \*\*p<,05; \*\*\*p<,01

La tabla 5.3 presenta los resultados de la segunda etapa en la que la variable dependiente, la variación de reservas internacionales, es expresada en función de la variable de precipitaciones en la dimensión en que esta explica la variable instrumentada, las exportaciones, y los demás

controles: precios, EMAE, portafolio, FAE, FMI, IMB, otros y, en algunos casos, la variación de reservas internacionales del período anterior.

Tabla 5.3: Segunda etapa de la regresión por variables instrumentales

Segunda etapa						
Variación mensual del logaritmo de RRII						
	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4	Modelo 5	Modelo 6
Suma de EXPO	0,20485093** *	0,19964309**	0,33830235**	0,33470291**	0,43960775*	0,45494044
RRII (t-1)		0,06165669		0,01682541		-0,02308581
Precios	0,0001042	0,00010698	0,00016738	0,00016678	0,00021534	0,00022002
EMAE	-0,0032895**	0,00322653**	0,00495503**	0,00491388**	-0,00621937*	-0,00641604
Portafolio	6,982e-06	6,437e-06	-1,440e-06	-1,433e-06	-7,834e-06	-8,439e-06
FAE	0,00001164** *	0,00001184** *	0,00001105** *	0,00001111** *	0,0000106**	0,00001045**
FMI	0,00002293** *	0,00002327** *	0,00002395** *	0,00002401** *	0,00002472** *	0,00002468** *
Agencias internacionales y bilaterales	0,00001516** *	0,00001529** *	0,0000135**	0,00001364**	0,00001224*	0,00001217*
Otros flujos del sector público	0,00002109** *	0,00002108** *	0,00002173** *	0,00002173** *	0,00002222** *	0,0000223***
Observaciones	203	202	203	202	203	202
Estadístico F	(8,195) 5,14	(9, 193) 4,84	(8, 195) 4,20	(9, 193) 3,95	(8, 195) 3,85	(9, 193) 3,65
Prob > F	0,0000	0,0000	0,0001	0,0001	0,0003	0,0003
R cuadrado	0,1741	0,1841	0,1470	0,1554	0,1363	0,1456
R cuadrado ajustado	0,1402	0,1461	0,1120	0,1160	0,1010	0,1057

\*p<,1; \*\*p<,05; \*\*\*p<,01

En los primeros dos modelos las exportaciones son instrumentadas por las lluvias desestacionalizadas del mes de enero, en los modelos 3 y 4, son instrumentadas por el promedio de precipitaciones de enero y febrero y en los modelos 5 y 6 por el promedio de precipitaciones de enero, febrero y marzo. En los modelos 2, 4 y 6 se agregó como regresor la variación de RRII del período anterior, lo que reduce las observaciones a 202.

En el primer modelo, las precipitaciones de enero explican de forma positiva la variación de las reservas internacionales como instrumento de las exportaciones, con más de un 99% de confianza. En los modelos 2, 3 y 4, las precipitaciones de verano muestran una relación positiva con la variación de las reservas internacionales como instrumento de las exportaciones, con un 95% de confianza. En el modelo 5 la confianza se reduce a un 90% y en el modelo 6 no se puede demostrar esta relación.

Paralelamente, las distintas alternativas de variables de precipitaciones demuestran ser un instrumento significativo para las exportaciones con un 95% de confianza para los primeros 5 modelos. Sin embargo, no lo son para el modelo 6 para un rango de confianza razonable.

Que la relación sea positiva demuestra que la tendencia decreciente en las precipitaciones implica un impacto negativo en la acumulación de reservas por parte del Banco Central. Por otro lado, es congruente con los resultados de múltiples trabajos reseñados en los capítulos 3 y 4 que indican que las consecuencias de las sequías son más severas que las de inundaciones.

En los casos en los que fue agregada, la variación de las RRII del período anterior no es significativa, y tampoco lo son los precios de los productos de exportación. En los casos en los que no se incorporó el lag de la variación de RRII el efecto del EMAE sobre la variación en el período corriente se vuelve positiva y estadísticamente significativa. Sin embargo, el signo se revierte para los otros tres modelos (y mantiene la significatividad estadística), lo que tiene sentido si se considera que un aumento de la actividad económica suele implicar un aumento de las importaciones y, por lo tanto, una variación negativa de las RRII.

Para todos los casos, los flujos netos de FAE, FMI, IMB y otros son positivos y estadísticamente significativos para explicar la variación de reservas internacionales. Este no es el caso para la variable portafolio, que es positiva para los primeros dos modelos y negativa para los demás, pero en ningún caso es estadísticamente significativa.

A todos los modelos se les incorporó una variable que representara el nivel de producto del resto del mundo o de los principales socios comerciales. Sin embargo, ni el índice compuesto PMI de EEUU (obtenido por Nasdaq) ni el Índice Global de Actividad Económica Real (compilado por la Reserva Federal) demostraron tener una relación estadísticamente significativa para explicar la variación de las reservas internacionales.

## 5.5 Robustez

Con el ánimo de verificar que estos resultados para distintas especificaciones se corrieron dos regresiones de vectores autorregresivos (VAR) con variables exógenas.

La tabla 5.4 muestra la primera de estas regresiones en la que se explica el logaritmo de la variación de reservas internacionales en función de su variación del período previo, la suma de exportaciones en el modelo 1 y el promedio de exportaciones en el modelo 2, los precios de ellas, el EMAE y los elementos de la cuenta financiera (análoga a la segunda etapa de la estimación de variables instrumentales). Las exportaciones demuestran ser un factor explicativo de relación positiva y estadísticamente significativa de la variación del logaritmo de RRII. También lo son todos los elementos de la cuenta financiera (en esta especificación, se observa que los movimientos netos de portafolio por parte de no residentes son positivos y significativos para un rango de confianza de 90%). Respecto de los demás modelos, el EMAE mantiene la relación negativa, pero pierde significatividad.

Tabla 5.4: modelo VAR para reservas internacionales

<b>Vector autorregresivo</b>	
<b>Variación mensual del logaritmo de RRII</b>	
RRII (t-1)	0,117856***
EXPO	0,03033565**
Precios	0,00003201
EMAE	-0,00111132
Portfolio	0,0000163*
FAE	0,00001277***
FMI	0,00002233***
Agencias internacionales y bilaterales	0,00001736***
Otros flujos del sector público	0,00002028***
Observaciones	202
AIC	-3,674125
HQIC	-3,587487
SBIC	-3,499727
R cuadrado	0,6425
chi2	362,9895
Prob > chi2	0,0000

\*p<,1; \*\*p<,05; \*\*\*p<,01

La tabla 5.5 muestra la regresión VAR análoga a la primera etapa de la regresión de variables instrumentales, estimando a la suma de exportaciones (sin tendencia ni estacionalidad) en los modelos 1 a 3 y el promedio de las exportaciones (sin tendencia ni estacionalidad) en los modelos 4 a 6, como un proceso estacionario y estocástico respecto del primer lag de esta variable y alguna de las variables de precipitaciones que se encontraron relevantes: lluvia de enero para los modelos 1 y 4, lluvia promedio de enero y febrero para modelos 2 y 5 y lluvia promedio de enero, febrero y marzo para modelos 3 y 6. Las precipitaciones explican de forma positiva y estadísticamente significativa las distintas especificaciones de exportaciones para un 95% de confianza.<sup>58</sup>

<sup>58</sup> Ver anexo: 8.5 y 8.6.

Tabla 5.5: modelo VAR para suma de exportaciones

<b>Vector autorregresivo</b>			
<b>Logaritmo sin tendencia de la suma de EXPO S.A.</b>			
	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3
EXPO (t-1)	0,54960436***	0,56231469***	0,57129762***
Lluvia de enero S.A.	0,00492836***		
Lluvia promedio de enero y febrero S.A.		0,0064223**	
Lluvia promedio de enero, febrero y marzo S.A.			0,00617032**
Constante	-0,0407753**	-0,05886428**	-0,05733345*
Observaciones	203	203	203
AIC	-0,997242	-0,9842911	-0,9749677
HQIC	-0,9774332	-0,9644824	-0,955159
SBIC	-0,9482783	-0,9353275	-0,9260041
R cuadrado	0,3896	0,3817	0,3759
chi2	129,5835	125,3041	122,2574
Prob > chi2	0,0000	0,0000	0,0000

\*p<,1; \*\*p<,05; \*\*\*p<,01

Los resultados obtenidos y explicados previamente se sostienen para distintas especificaciones alternativas del modelo de variables instrumentales. La tabla 5.6 muestra los resultados del modelo 2SLS con una especificación levemente diferente de la variable resultado: la variación de RRII es incorporada en forma no logarítmica. Se puede observar un resultado positivo y estadísticamente significativo para los primeros dos modelos (con la lluvia de enero como instrumento) para un rango de confianza del 95% y de un 90% de los modelos 3 y 4 (en los que el instrumento es la lluvia promedio de enero y febrero), pero no para los últimos dos modelos (en los que se incluye marzo a la variable instrumental). Para las variables que corresponden a la cuenta financiera se mantienen resultados del mismo signo y significativamente positivos respecto de la especificación principal del modelo. En este caso, la relación del EMAE con la variación mensual del logaritmo de reservas es siempre negativa y estadísticamente significativa para los primeros cuatro modelos.

Tabla 5.6: regresión por variables instrumentales con las RRII sin logaritmo

Variables instrumentales						
Variación mensual de RRII						
	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4	Modelo 5	Modelo 6
Suma de EXPO	2,0795964**	2,0860359**	3,2720529*	3,215013*	3,697218	3,608747
RRII (t-1)		0,06088408		0,03962339		0,0322087
Precios	4,1369769	4,3857663	6,440871	6,5053997	7,088429	7,244628
EMAE	-141,49644**	-143,88961**	-241,93334*	-213,16599*	-235,5743	-237,3263
Portafolio	0,28679473	0,25126615	-0,22562698	-0,22044511	-0,3696539	-0,3849557
FAE	0,59014692** *	0,59589052** *	0,55861791** *	0,5633136***	0,549756***	0,5519523** *
FMI	1,0505491***	1,0680389***	1,0757209***	1,0860264***	1,082796***	1,0923***
Agencias internacionales y bilaterales	0,86031663** *	0,87021238** *	0,84793269** *	0,85226388** *	0,8444519** *	0,8460043** *
Otros flujos del sector público	0,92274538** *	0,92470415** *	0,97998143** *	0,97788729** *	0,9960688** *	0,9964351** *
Observaciones	204	203	204	203	204	203
Estadístico F	(8,196) 5,29	(9, 194) 4,76	(8, 196) 4,73	(9, 194) 4,23	(8,196) 4,57	(9,194) 4,11
Prob > F	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0001
R cuadrado	0,1775	0,1808	0,1618	0,1642	0,1572	0,1601
R cuadrado ajustado	0,1440	0,1428	0,1276	0,1254	0,1229	0,1211

\*p<,1; \*\*p<,05; \*\*\*p<,01

También para este caso se realizaron las regresiones VAR para ambas etapas del modelo de variables instrumentales con la nueva variable resultado. Los resultados se mantienen significativos para las precipitaciones de enero como determinante de las exportaciones, pero no para las otras dos variables de lluvias.<sup>59</sup>

La tabla 5.7 del modelo de variables instrumentales utilizando como variable “endógena” a ser instrumentada el promedio de las exportaciones desestacionalizadas de cuatro complejos en lugar de su suma (se vuelve a la primera especificación de la variable resultado, es decir, expresada en logaritmos). Se observa un resultado positivo y estadísticamente significativo para las exportaciones instrumentadas por las tres variables de precipitaciones (en los 6 modelos). Nuevamente se observa que la actividad económica tiene siempre un efecto negativo y estadísticamente significativo con al menos 90% de confianza sobre la variable resultado. También se mantienen los resultados para los elementos de la cuenta financiera.

<sup>59</sup> Las tablas (de 8.7 a 8.14) correspondientes a estas regresiones pueden encontrarse en el anexo.

Tabla 5.7: regresión por variables instrumentales con las exportaciones en promedio

Variables instrumentales						
Variación mensual en logaritmo de las RRII						
	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4	Modelo 5	Modelo 6
Promedio de EXPO	0,2048508***	0,2051565***	0,33830195**	0,33031359**	0,43960687*	0,43673061*
RRII (t-1)		1,8844e-06		1,264e-06		7,703e-07
Precios	0,0001042	0,00011115	0,00016738	0,00016826	0,00021534	0,00021682
EMAE	- 0,00328949**	- 0,00334634**	- 0,00495502**	- 0,00489166**	-0,00621935*	-0,0062056*
Portafolio	6,982e-06	5,937e-06	-1,440e-06	-1,639e-06	-7,834e-06	-8,081e-06
FAE	0,00001164** *	0,00001183** *	0,00001105** *	0,00001121** *	0,0000106**	0,00001069**
FMI	0,00002293**	0,00002346** *	0,00002395** *	0,00002425** *	0,00002472** *	0,00002492** *
Agencias internacionales y bilaterales	0,00001516** *	0,0000155***	0,0000135***	0,00001384**	0,00001224*	0,00001242*
Otros flujos del sector público	0,00002109** *	0,00002114** *	0,00002173** *	0,00002173** *	0,00002222** *	0,00002223** *
Observaciones	203	203	203	203	204	203
Estadístico F	(8,195) 5,14	(9, 194) 4,68	(8, 195) 4,20	(9, 194) 3,80	(8, 195) 3,85	(9, 194) 3,51
Prob > F	0,0000	0,0000	0,0001	0,0002	0,0003	0,0005
R cuadrado	0,1741	0,1783	0,1470	0,1498	0,1364	0,1400
R cuadrado ajustado	0,1402	0,1401	0,1120	0,1103	0,1010	0,1001

\*p<,1; \*\*p<,05; \*\*\*p<,01

También para esta última versión se realizaron dos regresiones VAR, una para cada etapa del modelo 2SLS, con resultados congruentes y significativos, con resultados favorables del Test de Granger.<sup>60</sup>

## 5.6 Otras consideraciones

Como es habitual, algunos elementos no pueden ser incluidos en los modelos previamente descriptos. Por ello, la consideración del efecto final que podrían tener merece una breve reflexión.

En primer lugar, es razonable considerar que el desarrollo tecnológico podría compensar los efectos negativos del cambio climático sobre las exportaciones permitiendo que estas aumenten mediante nuevas técnicas de cultivo, nuevos fertilizantes y nuevas semillas.

Sin embargo, hay otros efectos que dificultan establecer relaciones tan lineales. Por ejemplo, estas nuevas técnicas pueden incentivar el cambio en el uso del suelo de otras regiones.

Esto último nos lleva a otro elemento a considerar que es la retroalimentación entre el cambio climático y el agotamiento de ecosistemas. El cambio en el uso del suelo en otras regiones como

<sup>60</sup> Ver en anexo: tablas 8.15 a 8.20.

puede ser la tala en el Bosque Chaqueño con la finalidad de cultivo (principalmente soja)<sup>61</sup> tienen fuertes posibilidades de agravar la reducción en la productividad pampeana. A pesar de la tendencia decreciente en las precipitaciones, otro efecto del cambio climático es la mayor frecuencia e intensidad de los eventos climáticos extremos, como las inundaciones. Estas serían aún más severas como consecuencia de la tala mencionada y, por lo tanto, el efecto negativo sobre la acumulación de reservas sería aún peor.

Finalmente, cabe señalar que estos efectos en general (cambio climático y agotamiento de ecosistemas) son fuente de riesgos muy severos que, paradójicamente, implican un mayor requerimiento de reservas internacionales acumuladas para mantener la estabilidad de la economía nacional.

---

<sup>61</sup> (Fal Butti, 2015).

## 6. Conclusiones

El propósito de la presente tesis es analizar el impacto que la crisis ecológica en general (y el cambio climático como parte de ella) tiene sobre la estabilidad macroeconómica y la consolidación de un patrón sostenible de crecimiento y desarrollo en Argentina. A diferencia de los trabajos reseñados como antecedentes, el objetivo fue el énfasis en los riesgos físicos asociados a cambios crónicos en variables climáticas; específicamente, el cambio en el patrón de precipitaciones en Argentina.

Estas son un elemento fundamental en la producción agropecuaria de la que Argentina depende en muchos aspectos, pero especialmente como proveedor de divisas a través de la exportación. Por esto, la crisis ecológica y la interacción con fenómenos de variabilidad natural como El Niño Oscilación del Sur (ENOS) afectarían potencialmente la adquisición de moneda extranjera por parte de la autoridad monetaria de Argentina.

El modelo de variables instrumentales (o mínimos cuadrados en dos etapas) desarrollado demostró una relación positiva entre las precipitaciones de la Región Pampeana de Argentina y la variación mensual de las reservas internacionales acumuladas por el Banco Central para distintas especificaciones de la variable dependiente, la variable instrumentada y la variable independiente. Se realizaron modelizaciones de vectores autorregresivos con variables exógenas equivalentes a cada etapa de la regresión de variables instrumentales y se verificaron las relaciones positivas entre precipitaciones y exportaciones, y entre exportaciones y variación de reservas internacionales.

En síntesis, los efectos del cambio climático sobre precipitaciones pueden generar una volatilidad económica en el país que dificulta la aplicación de medidas de adaptación y la construcción de senderos sostenibles de desarrollo. Muchos reportes, principalmente el AR6 del IPCC, indican que los eventos climáticos extremos se volverán más frecuentes e intensos, que el nivel del mar, el retroceso de glaciares y el aumento de la temperatura continuarán en aumento. También, que la interacción con fenómenos como el ENOS dificulta su predicción.

### 6.1. Corolarios de política

Argentina tiene una capacidad limitada para contribuir a la mitigación global del cambio climático, pero debe cumplir sus compromisos internacionales e intentar avanzar en los condicionales. Las tendencias en las relaciones internacionales muestran un creciente vínculo entre la sostenibilidad y las condiciones de acceso a mercados y financiamiento. Además, las estrategias de mitigación pueden representar oportunidades para obtener financiamiento en moneda extranjera y promover el crecimiento. Estas deben alinearse con la conservación de ecosistemas naturales, clave para la productividad agropecuaria.

Las estrategias de adaptación adquieren aún mayor relevancia. Para los países del Sur Global, la crisis ecológica tiene impactos más severos, tanto por su vulnerabilidad socioeconómica como por su rol como reservorios de ecosistemas críticos. En este contexto, el Estado no puede limitarse a garantizar rentabilidad para el sector privado; se requieren políticas más activas.

El trabajo señala que las autoridades monetarias soberanas acumulan reservas como estrategia frente a la inestabilidad financiera global. El Banco Central de Argentina

deberá incorporar los riesgos ecológicos en sus estimaciones. El balance de pagos es un canal clave de transmisión de estos riesgos en economías con estructuras productivas desequilibradas, limitando su capacidad de crecimiento impulsado por la demanda. A las restricciones externas tradicionales (Diamand, 1972; Thirlwall, 1979) se suman límites biofísicos (Dasgupta, 2021) que reducen la elasticidad-precio de la oferta de exportaciones. Además, la necesidad de importar tecnologías verdes para cerrar la brecha tecnológica (Valdecantos, 2021) incrementa la elasticidad-ingreso de la demanda de importaciones, aumentando la dependencia del financiamiento externo.

La subordinación financiera dentro de la jerarquía monetaria internacional (Löscher & Kaltenbrunner, 2022) reduce aún más el margen de maniobra macroeconómico, debilitando la estructura de pasivos externos. Así, la crisis ecológica no solo agrava la restricción externa, sino que profundiza la dependencia estructural y amplifica las vulnerabilidades macroeconómicas de Argentina.

Las políticas deben evitar aumentar la vulnerabilidad social o comprometer oportunidades de inserción exportadora. Sin embargo, los sectores tradicionales de especialización productiva están cada vez más expuestos a las fluctuaciones climáticas. América Latina enfrenta la necesidad de modificar su estructura productiva, y su capacidad de adaptación dependerá del acceso a financiamiento externo para estrategias de cuidado de la naturaleza y adaptación climática.

El modelo de finanzas verdes promovido por el Banco Mundial y otros organismos multilaterales, basado en *blended finance* y en la asunción de riesgos por parte de los Estados sin inversión pública directa (Gabor, 2021), no ha sido eficaz (Murawski et al., 2023). La brecha de inversión sigue creciendo, especialmente en adaptación, y la movilización de inversión privada no ha cumplido las expectativas.

## 6.2 Líneas de investigación futura

El crecimiento en el interés generalizado por la problemática ambiental y su interacción con la economía augura un crecimiento en los datos disponibles. En futuras investigaciones podría incorporarse la interacción entre los cambios en los patrones de precipitaciones y cambios en las temperaturas promedio. A su vez, podría ser valioso incorporar una serie de sequías e inundaciones, es decir, de eventos extremos asociados a las precipitaciones. Finalmente, también hay intenciones claras de mejorar la disponibilidad de información de financiamiento emitido y necesario en América Latina para las estrategias de mitigación y adaptación a la crisis ecológica.

Por otro lado, para incorporar la estabilidad macroeconómica de una forma más completa, se construirá en una investigación consecutiva un modelo Stock Flujo Consistente para el que la relación entre precipitaciones y variación de reservas internacionales, además de las interacciones empíricas previamente mencionadas, constituirán un insumo. En línea con las reflexiones del capítulo 3, se considera que algunas de las variables y algunas de las estrategias deberán incorporarse con una lógica de umbrales físicos. Es decir, sería muy positivo obtener umbrales de precipitaciones para establecer sequías o inundaciones, además de umbrales críticos de desgaste de ecosistemas. Sin embargo, esta información difícilmente pueda ser construida u obtenida.

### 6.3 Consideraciones finales

No debe subestimarse el dilema planteado en el discurso público argentino entre estrategias de desarrollo y estrategias de transición verde. Es cierto que los senderos de desarrollo centrados en la explotación de ecosistemas atentan contra los compromisos de mitigación asumidos, entre otros países, por Argentina. Es también cierto que algunas de estas estrategias de mitigación, de ser impuestas sin consideraciones sobre la estabilidad nacional, implicarían deterioros en indicadores económicos asociados al crecimiento, la estabilidad y el desarrollo.

Sin embargo, es también cierto que un sendero sostenible de desarrollo socioeconómico tiene que incorporar la dimensión ecológica y que las inversiones necesarias para la transición de la estructura productiva pueden tener efectos positivos como incentivos para el crecimiento. A su vez, las políticas recomendadas en el marco de la crisis ecológica no son independientes de la desigualdad y sus consecuencias y las comunidades indígenas.

En orden de asegurar que por lo menos esta armonía sea buscada, la región latinoamericana debe construir su propia estructura teórica para abordar la problemática ambiental en coordinación con los objetivos de desarrollo y las particularidades contextuales.

Esta es la única forma en la que las necesidades e intereses latinoamericanos podrían ser realmente tomados en consideración para decidir compromisos de mitigación y las medidas específicas a ser recomendadas.

La paradoja temporal que encierra la crisis climática y natural es reproducible también para el desarrollo en general; para que este tenga lugar se requieren condiciones que muchas veces son inalcanzables por la estructura productiva no desarrollada de estos países. Paralelamente, este trabajo demuestra que el cambio climático aumenta los requerimientos de moneda extranjera de un país como Argentina, pero también puede minar las fuentes por las que generalmente las obtiene.

## 7. Bibliografía

- Abeles et al. (2018). *Estudios sobre financierización en América Latina*. Santiago de Chile: Libros de la CEPAL.
- Abramskiehn et al. (2017). *Supporting National Development Banks to Drive Investment in the Nationally Determined Contributions of Brazil, Mexico, and Chile*. Washington DC: BID.
- Ackerman et al. (2009). Limitations of integrated assessment models of climate change. *Climatic change*, 95(3), 297-315.
- Ahumada, & Cornejo. (2021). How econometrics can help us understand the effects of climate change on crop yields: the case of soybeans. En Belfiori, & Rabassa, *The Economics of Climate Change in Argentina* (págs. 17-33). Springer International Publishing.
- Amarilla. (2022). Cambio climático: Entendiendo la sequía en el Norte Argentino. *INTA*.
- Ameli et al. (2021). Higher cost of finance exacerbates a climate investment trap in developing economies. *Nature Communications*, 12(1):1–12.
- Andrada Da Silva, & Cernat. (2012). Coping with loss: the impact of natural disasters on developing countries' trade flows. *EC Chief Economist Note*, 2012(1), 1-6.
- Banco Mundial. (2012). *Turn Down the Heat: Why a 4 degree centigrade warmer world must be avoided*. Washington DC: Open Knowledge Repository.
- Banco Mundial. (2021). *Poverty and Macroeconomic Impacts of Climate Shocks. Argentina*.
- Bárcena Ibarra et al. (2020). *La emergencia del cambio climático en América Latina y el Caribe: ¿seguimos esperando la catástrofe o pasamos a la acción?* Santiago: Libros de la CEPAL, Nro. 160.
- Bárcena Ibarra et al. (2020). *La emergencia del cambio climático en América Latina y el Caribe: ¿seguimos esperando la catástrofe o pasamos a la acción?* Santiago: Libros de la CEPAL, Nro. 160.
- Barros et al. (2015). Climate change in Argentina: trends, projections, impacts and adaptation. *WIREs Climate Change*, 6:151–169.
- Barua, & Valenzuela. (2018). Climate change impacts on global agricultural trade patterns: evidence from the past 50 years. *Proceedings of the 6th International Conference on Sustainable Development 2018*.
- Battiston et al. (2017). A climate stress-test of the financial system. *Nature Climate Change*, 7(4), 283-288.
- BIS. (2021). *Climate-Related Financial Risks—Measurement Methodologies*.
- Bonizzi et al. (2020). Subordinate financialization in emerging capitalist economies. En Mader, Mertens, & v. d. Zwan, *The Routledge international handbook of financialization* (págs. 177-187). Abingdon (UK) & New York (USA): Routledge.
- Bortz et al. (2021). Old Cycles and New Vulnerabilities: Financial Deregulation and the Argentine Crisis. *Development and Change*, 52(3), 598-626.

- Bortz, & Kaltenbrunner. (2018). The international dimension of financialization in developing and emerging economies. *Development and change*, 49(2), 375-393.
- Bortz, & Toftum. (2020). *Climate Change and Green Finance in Emerging Market Economies: The Open Economy Dimension*. Munich Personal RePEc Archive.
- Bosello et al. (2010). Market- and policy-driven adaptation. En Lomborg, *Smart Solutions to Climate Change: Comparing Costs and Benefits*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Buhr et al. (2018). *Climate Change and the Cost of Capital in Developing Countries*. London and Geneva: Imperial College London; SOAS University of London; UN En. Imperial College Business School, SOAS University of London, United Nations.
- Campiglio et al. (2017). Networks of stranded assets: A case for a balance sheet approach. *AFD Research Papers*, 54.
- Carnevali et al. (2020). Cross-border financial flows and global warming in a two-area ecological SFC model. *Socio-Economic Planning Sciences*.
- Caverzasi, & Godin. (2015). Post-Keynesian stock-flow-consistent modelling: a survey. *Cambridge Journal of Economics*, 39(1), 157-187.
- CEPAL. (2021). *Perspectivas de la Agricultura y del Desarrollo Rural en las Américas: una mirada hacia América Latina y el Caribe 2021-2022*. San José: CEPAL, FAO e IICA.
- Ciccarelli, & Marotta. (2021). Demand or supply? An empirical exploration of the effects of climate change on the macroeconomy. *ECB Working Paper Series*, No. 2608.
- Climate Bond Initiative. (2021). *Estado del mercado en América Latina y el Caribe*. Green Bond Technical Assistance Program. Apoyado por BID y CFI(Banco Mundial).
- CMNUCC. (2015). Acuerdo de París. Naciones Unidas.
- CMNUCC. (2021). *First Report on the Determination of the Needs of Developing Country Parties*. ONU.
- Comisión de Alto Nivel sobre los Precios del Carbono. (2017). *Report of the High-Level Commission on Carbon Prices*. Washington DC.
- Coopeland et al. (2021). *Globalization and the Environment*. NBER.
- Crespo Cuaresma et al. (2008). Natural disasters as creative destruction? Evidence from developing countries. *Economic inquiry*, 46(2):214–226.
- Cuaresma et al. (2008). Natural disasters as creative destruction? Evidence from developing countries. *Economic inquiry*, 46(2):214–226.
- Dafermos, & Nikolaidi. (2017). *Post-Keynesian stock-flow consistent modelling: theory and methodology*. Obtenido de Hans Böckler Foundation.
- Dafermos, Galanis, & Nikolaidi. (2014). An ecological stock-flow-fund modelling framework. In 18th FMM Conference.
- Daily. (1997). *Nature's services. Societal dependence on natural ecosystems*. Washington DC: Island Press.

- Daily et al. (1997). *Nature's services. Societal dependence on natural ecosystems*. Washington DC: Island Press.
- Dallmann. (2019). Weather variations and international trade. *Environmental and resource economics*, 72(1), 155-206.
- Dasgupta. (2021). The Economics of Biodiversity The Dasgupta Review Abridged Version. *WBI Studies Repository*.
- Diamand. (1972). La estructura productiva desequilibrada argentina y el tipo de cambio. *Desarrollo Económico*, 12(45), 25-47.
- Eichengreen. (2010). *Exorbitant Privilege: The Rise and Fall of the Dollar and the Future of the International Monetary System*. Oxford: Oxford University Press.
- Engle. (2016). Monitoring and evaluation of resilience and the importance of transparency in (I)NDCs. *Explorando el Financiamiento y MRV hacia la Integración entre Mitigación y Adaptación en las Políticas Climáticas*. San José.
- Espagne. (2018). Money, finance and climate: The elusive quest for a truly integrated assessment model. *Comparative Economic Studies*, 60(1), 131-143.
- Espagne et al. (2021). Developing countries' macroeconomic exposure to the low-carbon transition. *AFD Research Papers*, (220), 1-42.
- Fal Butti. (2015). *Fal Butti, Juan Pablo. (2015). Creación destructiva: ingeniería genética, geoeconomía y geopolítica del capital en el control, despojo y destrucción del Chaco argentino, (1990-2010). (Tesis de doctorado)*. México D.F.: Facultad de Filosofía y Letras, UNAM.
- Fal, & Toftum. (2019). El Banco Mundial en la Argentina: Consolidación de la plataforma agroexportadora. *De Raíz Diversa. Revista Especializada en Estudios Latinoamericanos*, 6(11), 151-166.
- FAO. (2016). *AQUASTAT Transboundary River Basin Overview – La Plata*. Rome: FAO.
- Faudot, & Ponsot. (2016). The dollar dominance: recent episode of trade invoicing and debt issuance. *Journal of Economic Integration*, 41-64.
- Feres et al. (2008). Assessing the impact of climate change on the Brazilian agricultural sector. (págs. No. 1349-2016-106788). Rio Branco, Acre: Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural.
- FMI. (2017). *World Economic Outlook, October 2017: Seeking Sustainable Growth: Short-Term Recovery, Long-Term Challenges*. Washington DC.
- Frohmann, & Olmos. (2013). Huella de carbono, exportaciones y estrategias empresariales frente al cambio climático. *Documentos de Proyectos de CEPAL*, No. 559.
- Gabor, D. (2021). The Wall Street Consensus. *Development and Change*, 52(3), 429-459.
- Gabor, D. (s.f.). The Wall Street Consensus. *Development and Change*, 52(3), 429-459.
- Gassebner et al. (2010). Shaken, not stirred: the impact of disasters on international trade. *Review of International Economics*, 18(2), 351-368.

- Godley, & Lavoie. (2012). *Economía monetaria. Una revolución contra la teoría económica superficial con el rigor de los modelos de stock-flujo*. Madrid: Marcial Pons, Ediciones Jurídicas y Sociales.
- Gonzalez et al. (2021). Persistent effects of natural disasters on human development: quasi-experimental evidence for Argentina. *Environment, Development and Sustainability*, 23(7), 10432-10454.
- Gosling et al. (2011). *Climate: Observations, projections and impacts: Argentina*. Met Office.
- Grau et al. (2011). Cambio y eficiencia de uso del territorio en el Chaco argentino: el conflicto entre producción de alimentos y conservación de la naturaleza en distintas escalas. En Laterra, Jobbágy, & Paruelo, *Valoración de Servicios Ecosistémicos: Conceptos, herramientas y aplicaciones para el ordenamiento territorial* (págs. 391-408). Buenos Aires: INTA Ediciones.
- Grau et al. (2011). Cambio y eficiencia de uso del territorio en el Chaco argentino: el conflicto entre producción de alimentos y conservación de la naturaleza en distintas escalas. En Laterra, & P. Jobbágy, *Valoración de Servicios Ecosistémicos: Conceptos, herramientas y aplicaciones para el ordenamiento territorial* (págs. 391-408). Buenos Aires: INTA Ediciones.
- Groom, & Turk. (2021). Reflections on the Dasgupta Review on the Economics of Biodiversity. *Environmental and Resource Economics*, 79(1), 1-23.
- Hardt, & O'Neill. (2017). Ecological macroeconomic models: assessing current developments. *Ecological economics*, 134, 198-211.
- Hickel. (2020). Quantifying national responsibility for climate breakdown: an equality-based attribution approach for carbon dioxide emissions in excess of the planetary boundary. *The Lancet Planetary Health*, 4(9), e399-e404.
- IEA. (2022a). *Gas Market Report Q1-2022*. IEA reports.
- IEA. (2022b). *World Energy Investment 2022*. IEA reports.
- INTA. (2022). *Estrategias de manejo agropecuario en escenarios de sequía*. Balcarce: INTA-CONICET.
- IPCC. (2021). *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of WG I to the Sixth Assessment Report of the IPCC*. Cambridge & New York: Cambridge University Press.
- IPCC. (2022a). *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of WG II to the Sixth Assessment Report of the IPCC*. Cambridge & New York: Cambridge University Press.
- IPCC. (2022b). *Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change. Contribution of WG III to the Sixth Assessment Report of the IPCC*. Cambridge & New York: Cambridge University Press.
- Jobbágy. (2011). Servicios hídricos de los ecosistemas y su relación con el uso de la tierra en la llanura chaco-pampeana. En Laterra, Jobbágy, & Paruelo, *Valoración de Servicios*

- Ecosistémicos Conceptos, herramientas y aplicaciones para el ordenamiento territorial* (págs. 163-183). Buenos Aires: Ediciones INTA.
- Jones, & Olken. (2010). Climate shocks and exports. *National Bureau of Economic Research. American Economic Review.*, 100(2):454–459.
- Jun et al. (2020). Case Studies of Environmental Risk Analysis Methodologies. *NGFS Occasional Papers*.
- Kahn et al. (2019). *Long-Term Macroeconomic Effects of Climate Change: A Cross-Country Analysis*. National Bureau of Economic Research.
- Kaltenbrunner, & Paineira. (2018). Financierización en América Latina: implicancias de la integración financiera subordinada. En Abeles, Pérez Caldentey, & Valdecantos, *Estudios sobre financierización en América Latina* (págs. 33-61). Libros de la CEPAL.
- Kaltenbrunner, & Paineira. (2018). Financierización en América Latina: implicancias de la integración financiera subordinada. *Estudios sobre financierización en América Latina*, 33-61.
- Kandus et al. (2011). Ecosistemas de humedal y una perspectiva hidrogeomórfica como marco para la valoración ecológica de sus bienes y servicios. En Larterra, Jobbágy, & Paruelo, *Valoración de servicios ecosistémicos. Conceptos, herramientas y aplicaciones para el ordenamiento territorial* (págs. 265-290). Buenos Aires: Ediciones INTA.
- Klusak et al. (2021). Rising Temperatures, Falling Ratings: The Effect of Climate Change on Sovereign Creditworthiness. *SSRN Electronic Journal*.
- Krishnan et al. (2022). *The net-zero transition: What it would cost, what it could bring*. McKinsey & Company.
- Lesk et al. (2016). Influence of extreme weather disasters on global crop production. *Nature*, 529(7584), 84-87.
- Li et al. (2015). Climate shocks and international trade: Evidence from China. *Economics Letters*, 135, 55-57.
- Long, & Ascent. (2020). *World economic outlook*. FMI.
- Löscher, & Kaltenbrunner. (2022). Climate change and macroeconomic policy space in developing and emerging economies. *Journal of Post Keynesian Economics*, 1-29.
- Magrin. (2015). *Adaptación al cambio climático en América Latina y el Caribe*. Santiago de Chile: CEPAL.
- Magrin et al. (2014). Central and South America. En IPCC, *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the IPCC* (págs. 581-615). Cambridge & New York,: Cambridge University Press.
- Mandel et al. (2021). Risks on global financial stability induced by climate change: the case of flood risks. *Climatic Change*, 166(1), 1-24.
- Martinez Alier. (2008). La crisis económica vista desde la economía ecológica. *Ecología Política*, 36:23-32.

- Mersch. (2018). Workshop discussion: sustainability is becoming mainstream. Frankfurt: ECB.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de la República Argentina. (2022). *Plan Nacional de Adaptación y Mitigación al Cambio Climático*.
- Miranda-Agrippino, & Rey. (2021). *The global financial cycle*. National Bureau of Economic Research.
- Mittnik et al. (2020). Climate disaster risks—empirics and a multi-phase dynamic model. *Econometrics*, 8(3), 33.
- Moz-Christofolletti, & Pereda. (2021). Winners and losers: the distributional impacts of a carbon tax in Brazil. *Ecological Economics*, 183, 106945.
- Muradian. (2001). Ecological thresholds: a survey. *Ecological economics*, 38(1), 7-24.
- Murawski, S. V. (2023). Murawski, S., Van Tilburg, A., & Ghilardi, A. (2023, 5 11). *The dangerously optimistic global climate finance agenda: why blended financing and domestic resource mobilization won't help close the climate finance gap*.
- Nassiry. (2018). *Green bond experience in the Nordic countries*. ADBI Working Papers.
- Naumann et al. (2022). *El episodio de sequía extrema de 2019-2021 en la Cuenca del Plata*. Luxemburgo: Oficina de Publicaciones de la Unión Europea.
- NGFS. (2019). *Macroeconomic and financial stability Implications of climate change*. Technical supplement to the First comprehensive report – Call for action published in April 2019.
- Nordhaus. (1993). Rolling the 'DICE': an optimal transition path for controlling greenhouse gases. *Resource and Energy Economics*, 15(1), 27-50.
- OCDE. (2017). *Investing in climate, investing in growth*. Paris: OCDE Publishing.
- O'Neill et al. (2016). The scenario model intercomparison project (ScenarioMIP) for CMIP6. *Geoscientific Model Development*, 9(9), 3461-3482.
- Orúe et al. (2011). Uso de la tierra, configuración del paisaje y el filtrado de sedimentos y nutrientes por humedales y vegetación ribereña. En Lateral, Jobbágy, & Paruelo, *Valoración de Servicios Ecosistémicos: Conceptos, Herramientas y Aplicaciones Para el Ordenamiento Territorial* (págs. 237-254). Buenos Aires: INTA Ediciones.
- Osberghaus. (2019). The Effects of Natural Disasters and Weather Variations on International Trade and Financial Flows: a Review of the Empirical Literature. *Economics of Disasters and Climate Change*, 3:305-325.
- Pascual et al. (2010). The economics of valuing ecosystem services and biodiversity. *The economics of ecosystems and biodiversity: Ecological and economic foundations*, 183-256.
- Pascual, & Muradian. (2010). The economics of valuing ecosystem services and biodiversity. *The economics of ecosystems and biodiversity: Ecological and economic foundations*, 183-256.
- Pottier et al. (2015). The comparative impact of integrated assessment models' structures on optimal mitigation policies. *Environmental Modeling & Assessment*, 20(5), 453-473.

- Quintana et al. (2014). Resiliencia de humedales frente al cambio climático. En Pascale Medina et al, *Suelos, producción agropecuaria y cambio climático: avances en Argentina*. Buenos Aires: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca.
- Ramos-Martin. (2003). Empiricism in ecological economics: a perspective from complex systems theory. *Ecological Economics*, 46(3), 387-398.
- Regelink et al. (2017). *Waterproof? An Exploration of Climate-related Risks for the Dutch financial sector*. Ámsterdam: De Nederlandsche Bank.
- Rey. (2015). *Dilemma not trilemma: the global financial cycle and monetary policy independence*. (No. w21162). National Bureau of Economic Research.
- Rivera, & Peñalba. (2014). Trends and spatial patterns of drought affected area in Southern South America. *Climate*, 2(4), 264-278.
- Rivera, & Peñalba. (2018). Distribución de probabilidades de los caudales mensuales en las regiones de cuyo y patagonia (Argentina): Aplicación al monitoreo de sequías hidrológicas. *Meteorologica*, 43(2), 25-46.
- Rockström et al. (2009). Rockström, J., Steffen, W., Noone, K., Persson, Å., Chapin III, F. S., Lambin, E., ... & Foley, J. (2009). Planetary boundaries: exploring the safe operating space for humanity. *Ecology and society*, 14(2).
- Sachs et al. (2019). Importance of Green Finance for Achieving Sustainable Development Goals and Energy Security. En Sachs et al., *Handbook of Green Finance*. Springer and Asian Development Bank Institute.
- Saget et al. (2020). *Jobs in a Net-Zero Emissions Future in Latin America and the Caribbean*. BID & OIT.
- Sanchez, & Reyes. (2015). *Medidas de adaptación y mitigación frente al cambio climático en América Latina y el Caribe: Una revisión general*. Santiago: CEPAL.
- Sánchez, & Torres. (2020). *Una recuperación verde y justa en América Latina y el Caribe: una perspectiva desde el mundo del trabajo*. OIT.
- Savona, & Ciarli. (2019). Structural changes and sustainability. a selected review of the empirical evidence. *Ecological Economics*, 105:244–260.
- Serrano, & Summa. (2015). Mundell–Fleming without the LM curve: the exogenous interest rate in an open economy. *Review of Keynesian Economics*, 3(2), 248-268.
- Stanton et al. (2009). Inside the integrated assessment models: Four issues in climate economics. *Climate and Development*, 1(2), 166-184.
- Steffen et al. (2015). Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet. *Science*, 347(6223), 1259855.
- Svartzman, & Althouse. (2020). Greening the international monetary system? Not without addressing the political ecology of global imbalances. *Review of International Political Economy*, 29(3), 844-869.

- Thirlwall, A. (1979). The Balance of Payments Constraint as an Explanation of International Growth Rate Differences. *Banca Nazionale del Lavoro Quarterly Review*, 32(128), 45–53.
- Thomasz et al. (2017). *El impacto económico de los eventos climáticos extremos en Argentina: el caso de la soja en la zona*. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Facultad de Ciencias Económicas (UBA).
- Thomasz, & Vilker. (2018). *Valuación del impacto de eventos climáticos extremos y pronóstico de la producción del poroto de soja utilizando el índice S4*. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Biblioteca Digital (UBA-FCE).
- UNCTAD. (2021). *Climate change, green recovery and trade*. Génova: UN.
- UNEP. (2021). *Emissions Gap Report 2021: The Heat Is On – A World of Climate Promises Not Yet Delivered*. Nairobi.
- UNEP. (2022a). *Adaptation Gap Report 2022: Too Little, Too Slow – Climate adaptation failure puts world at risk*. Nairobi: UN.
- UNEP. (22 de 11 de 2022b). *La COP27 finaliza con la creación histórica de fondo de "pérdidas y daños"*. Obtenido de Noticias y reportajes: <https://www.unep.org/es/noticias-y-reportajes/reportajes/la-cop27-finaliza-con-la-creacion-historica-de-fondo-de-perdidas-y-daños>
- Valdecantos. (2021). Grasping Argentina's Green Transition: Insights from a Stock-Flow Consistent Input-Output Model. *Macroeconomic Methodology, Theory and Economic Policy (MaMTEP) Working Paper Series*.
- Vergara et al. (2014). *El desafío climático y de desarrollo en América Latina y el Caribe: opciones para un desarrollo resiliente al clima y bajo en carbono*. Washington DC: BID/CEPAL/WWF.
- Von Peter et al. (2012). *Unmitigated disasters? New evidence on the macroeconomic cost of natural catastrophes*. BIS.
- WEF. (2013). *The Green Investment Report: The ways and means to unlock private finance for green growth*. Green Growth Action Alliance in World Economic Forum.
- Weischer et al. (2016). *Investing in ambition: analysis of the financial aspects in (intended) nationally determined contributions*. THINK TANK & RESEARCH.
- Wu, & Salzman. (2014). The next generation of trade and environment conflicts: The rise of green industrial policy. *Nw. UL Rev.*, 108, 401.

## 8. Anexo

Tabla 8.1: test de raíz unitaria para la variable dependiente

Test de raíz unitaria Dickey-Fuller para las RRII sin tendencia								
Variable	Cantidad de lags	Z(t)	Estadístico	Interpolated Dickey-Fuller			MacKinnon approximate p-value for Z(t)	Número de observaciones
				1% valor crítico	5% valor crítico	10% valor crítico		
RRII sin tendencia	0 lags		-2,815	-	-	-	0,0562	203
	1 lag		-2,722	3,476	2,883	2,573	0,0704	202

Tabla 8.2: modelo VAR para las reservas internacionales sin tendencia

Vector autorregresivo				
Reservas internacionales sin tendencia				
	RRII sin tendencia	RRII sin tendencia	Log de RRII sin tendencia	Log de RRII sin tendencia
RRII (t-1)	0.915*** (0.0301)	0.924*** (0.0704)		
RRII (t-2)		-0.00990 (0.0712)		
Logaritmo de RRII (t-1)			0.909*** (0.0304)	0.941*** (0.0702)
Logaritmo de RRII (t-2)				-0.0322 (0.0708)
Observaciones	203	202	203	202

\*p<,1; \*\*p<,05; \*\*\*p<,01

Los primeros dos modelos presentados en la tabla 8.2 son vectores autorregresivos sobre las reservas internacionales sin tendencia, y los segundos dos modelos son para la misma variable, pero expresada en logaritmos. En base a la tabla 8.2 se decidió que es preferible expresar la variable dependiente en variaciones.

Tabla 8.3: test de raíz unitaria sobre los precios de exportaciones

Test de raíz unitaria Dickey-Fuller para el promedio ponderado de precios								
Variable	Características	Estadístico	Interpolated Dickey-Fuller			MacKinnon approximate p-value for Z(t)	Número de observaciones	
			1% valor crítico	5% valor crítico	10% valor crítico			
Promedio ponderado de precios	0 lags	Z(t)	-2,297	-3,476	-2,883	-2,573	0,1729	203
	1 lag		-2,434	-3,476	-2,883	-2,573	0,1324	202
	Corrigiendo por tendencia		-2,152	-4,006	-3,436	-3,136	0,5167	203
	Sin constante		-0,469	-2,586	-1,95	-1,617		203

Fuente: elaboración propia en base a Banco Mundial

En función de esta tabla y la siguiente se decidió que la variable del promedio ponderado de precios también debía presentar en forma de variaciones.

Tabla 8.4: modelo VAR para el promedio ponderado de precios

<b>Vector autorregresivo</b>						
<b>Promedio ponderado de precios de bienes exportados</b>						
	Promedio de precios	Promedio de precios	Logaritmo del promedio de precios	Logaritmo del promedio de precios	Promedio de precios sin tendencia	Logaritmo del promedio de precios sin tendencia
Promedio de precios	0.953*** (0.0205)	1.015*** (0.0702)				
Promedio de precios		-0.0661 (0.0699)				
Logaritmo del promedio de precios			0.956*** (0.0191)	1.014*** (0.0702)		
Logaritmo del promedio de precios				-0.0607 (0.0698)		
Promedio de precios sin tendencia (t-1)					0.863*** (0.0355)	
Logaritmo del promedio de precios sin tendencia (t-1)						0.954*** (0.0699)
Logaritmo del promedio de precios sin tendencia (t-2)						-0.109 (0.0699)
Constante	20.19** (8.908)	21.75** (9.033)	0.263** (0.115)	0.285** (0.116)	-0.0146 (2.428)	0.000148 (0.00542)
Observaciones	203	202	203	202		

\*p<,1; \*\*p<,05; \*\*\*p<,01

Tabla 8.5: Test de causalidad de Granger sobre el modelo VAR de la tabla 5.4

Ecuación	Exclusión	Chi2	Df	Prob > chi2
-	ALL	362,99	9	0,000

Tabla 8.6: Test de causalidad de Granger sobre los modelos VAR de la tabla 5.5

Ecuación	Exclusión	Chi2	Df	Prob > chi2
-	ALL	129,58	2	0,000
-	ALL	125,3	2	0,000
-	ALL	122,26	2	0,000

Tabla 8.7: modelo VAR correspondiente a la primera etapa de la regresión de variables instrumentales presentada en la tabla 5.6

<b>Vector autorregresivo</b>			
<b>Logaritmo sin tendencia de la suma de EXPO S.A.</b>			
	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3
EXPO (t-1)	0.549***	0.562***	0.574***
Lluvia de enero S.A. (t-1)	0.00454***		
Lluvia promedio de enero y febrero S.A. (t-1)		0.00621**	
Lluvia promedio de enero, febrero y marzo S.A. (t-1)			0.00560*
Constante	-0.0374**	-0.0568**	-0.0520*
Observaciones	203	203	203
AIC	3,784162	2,954687	2,342816
HQIC	3,823779	2,994304	2,382433
SBIC	3,882089	3,052614	2,440743
R cuadrado	0,3851	0,3804	0,3736
chi2	127,1416	124,6117	121,0773
Prob > chi2	0,0000	0,0000	0,0000

\*p<,1; \*\*p<,05; \*\*\*p<,01

Tabla 8.8: Test de causalidad de Granger sobre los modelos VAR de la tabla 8.7

Ecuación	Exclusión	Chi2	Df	Prob > chi2
Modelo 1	Lluvia de enero	7,2416	1	0,007
	Todas	7,2416	1	0,007
Modelo 2	Lluvia promedio de enero y febrero	5,6305	1	0,018
	Todas	5,6305	1	0,018
Modelo 3	Lluvia promedio de enero, febrero y marzo	3,3797	1	0,066
	Todas	3,3797	1	0,066

Tabla 8.9: modelo VAR para variable dependiente alternativa (variación mensual de RRII sin logaritmo), equivalente a la segunda etapa del modelo de variables instrumentales de la tabla 5.6

<b>Vector autorregresivo</b>	
<b>Variación mensual de las RRII</b>	
RRII (t-1)	0.0941***
EXPO	0.321***
Precios	1.072
EMAE	-35.59
Portfolio	0.989***
FAE	0.647***
FMI	1.040***
Agencias internacionales y bilaterales	0.898***
Otros flujos del sector público	0.842***
Observaciones	203

\*p<,1; \*\*p<,05; \*\*\*p<,01

Tabla 8.10: Test de causalidad de Granger sobre el modelo VAR de la tabla 8.9

Ecuación	Exclusión	Chi2	Df	Prob > chi2
-	ALL	601,34	9	0,000

Tabla 8.11: modelo VAR con variables exógenas correspondiente a la primera etapa del modelo de variables instrumentales de la tabla 5.6

<b>Vector autorregresivo</b>				
<b>Logaritmo sin tendencia de la suma de EXPO S.A.</b>				
	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	
EXPO (t-1)	0.553***	0.565***	0.566***	
Lluvia de enero S.A.	17.05**			
Lluvia promedio de enero y febrero S.A.		17.83		
Lluvia promedio de enero, febrero y marzo S.A.			18.48	
Constante	-137.0*	-159.6	-167.8	
Observaciones	203	203	203	

\*p<,1; \*\*p<,05; \*\*\*p<,01

Tabla 8.12: Test de causalidad de Granger sobre los modelos VAR de la tabla 8.11

Ecuación	Exclusión	Chi2	Df	Prob > chi2
-	ALL	110,2	2	0,000
-	ALL	106,09	2	0,000
-	ALL	105,4	2	0,000

Tabla 8.13: modelo VAR equivalente a la primera etapa del modelo de variables instrumentales de la tabla 5.6 agregando las precipitaciones como variables autorregresivas

<b>Vector autorregresivo</b>			
<b>Logaritmo sin tendencia de la suma de EXPO S.A.</b>			
	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3
EXPO (t-1)	0.551***	0.562***	0.567***
Lluvia de enero S.A. (t-1)	15.97**		
Lluvia promedio de enero y febrero S.A. (t-1)		20.62*	
Lluvia promedio de enero, febrero y marzo S.A.			18.50
Constante	-127.7	-184.5	-167.8
Observaciones	203	203	203

\*p<,1; \*\*p<,05; \*\*\*p<,01

Tabla 8.14: Test de causalidad de Granger sobre los modelos VAR de la tabla 8.13

Ecuación	Exclusión	Chi2	Df	Prob > chi2
Modelo 1	Lluvia de enero	4,217	1	0,040
	Todas	4,217	1	0,040
Modelo 2	Lluvia promedio de enero y febrero	2,9187	1	0,088
	Todas	2,9187	1	0,088
Modelo 3	Lluvia promedio de enero, febrero y marzo	1,7176	1	0,190
	Todas	1,7176	1	0,190

Tabla 8.15: modelo VAR equivalente a la segunda etapa del modelo de variables instrumentales de la tabla 5.7, con la variable exógena de exportaciones como promedio en lugar de suma

<b>Vector autorregresivo</b>	
<b>Variación mensual del logaritmo de RRII</b>	
RRII (t-1)	0.118***
EXPO (promedio)	0.0303**
Precios	3.20e-05
EMAE	-0.00111
Portfolio	1.63e-05*
FAE	1.28e-05***
FMI	2.23e-05***
Agencias internacionales y bilaterales	1.74e-05***
Otros flujos del sector público	2.03e-05***
Observaciones	202

\*p<,1; \*\*p<,05; \*\*\*p<,01

Tabla 8.16: Test de causalidad de Granger sobre el modelo VAR de la tabla 8.15

Ecuación	Exclusión	Chi2	Df	Prob > chi2
-	ALL	362,99	9	0,000

Tabla 8.17: modelo VAR equivalente a la primera etapa del modelo de variables instrumentales de la tabla 5.7, con la variable exógena de exportaciones como promedio en lugar de suma

<b>Vector autorregresivo</b>			
<b>Logaritmo sin tendencia del promedio de EXPO S.A.</b>			
	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3
EXPO (t-1)	0.550***	0.562***	0.571***
Lluvia de enero S.A.	0.00493***		
Lluvia promedio de enero y febrero S.A.		0.00642**	
Lluvia promedio de enero, febrero y marzo S.A.			0.00617**
Constante	-0.0408**	-0.0589**	-0.0573*
Observaciones	203	203	203

\*p<,1; \*\*p<,05; \*\*\*p<,01

Tabla 8.18: Test de causalidad de Granger sobre el modelo VAR de la tabla 8.17

Ecuación	Exclusión	Chi2	Df	Prob > chi2
-	ALL	129,58	2	0,000
-	ALL	125,3	2	0,000
-	ALL	122,26	2	0,000

Tabla 8.19: modelo VAR con el promedio de exportaciones como variable dependiente y las variables de precipitaciones como variables autorregresivas (no exógenas)

<b>Vector autorregresivo</b>			
<b>Logaritmo sin tendencia del promedio de EXPO S.A.</b>			
	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3
EXPO (t-1)	0.549***	0.562***	0.574***
Lluvia de enero S.A. (t-1)	0.00454***		
Lluvia promedio de enero y febrero S.A. (t-1)		0.00621**	
Lluvia promedio de enero, febrero y marzo S.A. (t-1)			0.00560*
Constante	-0.0374**	-0.0568**	-0.0520*
Observaciones	203	203	203

\*p<,1; \*\*p<,05; \*\*\*p<,01

Tabla 8.20: Test de causalidad de Granger sobre el modelo VAR de la tabla 8.19

<b>Ecuación</b>	<b>Exclusión</b>	<b>Chi2</b>	<b>Df</b>	<b>Prob &gt; chi2</b>
Modelo 1	Lluvia de enero	7,2416	1	0,007
	Todas	7,2416	1	0,007
Modelo 2	Lluvia promedio de enero y febrero	5,6305	1	0,018
	Todas	5,6305	1	0,018
Modelo 3	Lluvia promedio de enero, febrero y marzo	3,3797	1	0,066
	Todas	3,3797	1	0,066