



UNIVERSIDAD
DE LA REPÚBLICA
URUGUAY



Universidad de la República
Facultad de Ciencias Sociales
Departamento de Economía

Tesis Maestría en Economía

Bonos verdes, sostenibles y SLB en países
emergentes: analizando el papel de la
transparencia climática en la emisión de deuda
soberana *

Juan Martín Chaves Graniero **

Director: Federico Brusa

Diciembre 2024

*Las opiniones vertidas en este artículo son responsabilidad del autor y no representan la posición de las instituciones a las que se encuentra afiliado.

**E-mail: juanmachaves@gmail.com

Resumen

El cambio climático representa uno de los principales riesgos para el desarrollo sostenible, pero los flujos de capital actuales para mitigación y adaptación son insuficientes. Aunque los mercados de deuda ofrecen financiamiento, las economías emergentes y los países en desarrollo (EMDE, por sus siglas en inglés) los subutilizan por falta de capacidades institucionales para asegurar transparencia y evitar el *greenwashing*. La deuda temática requiere que los emisores reporten sobre inversiones realizadas y alcanzadas en estas temáticas. Así, en el caso de la deuda verde, se debe reportar sobre inversiones verdes y, en algunos casos, sobre los efectos ambientales logrados. Debemos entonces preguntarnos en qué medida las inversiones en capacidades institucionales que generen mejoras en los sistemas nacionales de transparencia propician el uso de estos instrumentos en un volumen pertinente. Así, en este trabajo se busca responder a la pregunta: ¿son las capacidades de reporte y transparencia factores que inciden en las emisiones soberanas de bonos temáticos de las EMDE, en particular en su volumen? Para ello, se construye un indicador denominado transparencia climática que combina variables clave sobre la capacidad de reporte climático y los niveles generales de transparencia de estos países, utilizando el Análisis de Componentes Principales de datos mixtos (PCAmix, por sus siglas en inglés). Luego, mediante un modelo econométrico basado en la metodología de Heckman para corregir sesgos de selección, se evalúa el impacto de dicho indicador en la probabilidad de emisión de bonos soberanos verdes, sostenibles y vinculados a la sostenibilidad (SLB, por sus siglas en inglés) (margen extensivo) y en su volumen (margen intensivo). Los resultados indican que si bien la transparencia climática no incide en la probabilidad de emitir bonos temáticos, sí tiene un efecto positivo y significativo en el volumen de estas emisiones.

Palabras clave: Deuda Verde, Bonos Verdes, SLB, Finanzas Sostenibles, Factores, Reporte de Impacto, ESG, Transparencia; greenwashing.

Índice

1. Introducción	4
2. Revisión de la Literatura	8
3. Marco Analítico	17
3.1. Construcción de un indicador de transparencia climática	17
3.1.1. Análisis de Componentes Principales mixto (PCAmix) . .	18
3.2. Procedimiento de Heckman	33
3.2.1. Muestra y Procedimiento de Heckman	34
3.3. Resultados	42
4. Limitaciones e investigación futura	47
5. Conclusiones	48
6. Anexo 1. Entrevistas a expertos en transparencia climática.	60
7. Anexo 2. Gráficos con los resultados del análisis por PCAmix.	64
8. Anexo 3. Análisis de Robustez del procedimiento de Heckman.	68

1. Introducción

Actualmente el cambio climático debido al calentamiento global se presenta como uno de los principales riesgos globales para un desarrollo económico sostenible (WEF 2024) ¹. Como consecuencia, en gran parte, de las mayores emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) antropogénicas, el aumento de la temperatura media global entre 1970 y 2020 ha incrementado la frecuencia de eventos climáticos extremos, como son olas de calor, inundaciones, sequías y ciclones tropicales (IPCC 2023).

El Acuerdo de París (AP) ² constituye el acuerdo global más reciente para combatir el cambio climático. Tiene como objetivo mantener el calentamiento global muy por debajo de los 2° centígrados, preferiblemente por debajo de los 1,5° centígrados, respecto de los niveles preindustriales a través de la implementación de acciones de mitigación al cambio climático, del aumento de la capacidad adaptativa frente a los efectos adversos del cambio climático y de situar los flujos financieros a un nivel compatible con un desarrollo sostenible y de bajas emisiones de GEI (Naciones Unidas 2015). El AP refleja entonces la intención de los países de enfrentar el cambio climático, cuyos efectos no solo ponen en riesgo los avances de desarrollo alcanzados, especialmente en términos de adaptación, sino que también impactan en los ingresos y limitan la capacidad de las naciones para invertir en nuevas medidas de crecimiento y competitividad debido a restricciones en su espacio fiscal.

A pesar de los compromisos de los países, el mundo no está en camino a limitar en 1,5° centígrados el aumento del calentamiento global (CMNUCC 2023). Para lograrlo, es necesario aumentar la ambición, es decir, acelerar el ritmo de implementación de medidas que reduzcan emisiones de GEI o en sumideros de emisiones de GEI. Bajo las políticas actuales, el aumento del calentamiento global excedería los 3° centígrados y conduciría a pérdidas macroeconómicas de al menos 18% del Producto Interno Bruto (PIB) global a 2050 y 20% a 2100, cifra

¹WEF (2024) define “riesgo global” como la posibilidad de ocurrencia de un evento o condición que, si ocurre, puede impactar negativamente una proporción significativa del Producto Interno Bruto (PIB) global, la población y los recursos naturales.

²Adoptado en 2015 durante la Conferencia de las Partes (COP) N.º 21 de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC).

probablemente subestimada, ya que no captura los costos relacionados con la pérdida de biodiversidad, activos varados y problemas sociales más amplios (Buchner et al. 2023).

Para aumentar la ambición climática de los países y encaminarse hacia el cumplimiento de los objetivos del AP, se requiere de mayor financiamiento. Aún cuando el financiamiento climático ³ global se ha más que triplicado en la última década y alcanzó a US\$ 1,4 billones en 2022, para alcanzar la meta de mantener en 1,5° centígrados el aumento del calentamiento global se requerirá de financiamiento global de entre US\$ 5,4 billones y US\$ 11,7 billones anuales hasta 2030 y entre US\$ 9,3 billones y US\$ 12,2 billones hasta 2050 (Buchner et al. 2023).

Actualmente, el financiamiento climático público representa en torno al 50 % del total y corresponde en gran parte (casi 60 %) al financiamiento a través de las Instituciones Financieras de Desarrollo (IFD) (Buchner et al. 2023). Aún cuando las instituciones públicas deben continuar escalando su nivel de financiamiento climático, aspectos como las restricciones presupuestarias y los niveles de endeudamiento imponen un límite a la capacidad del sector público de cerrar la brecha de financiamiento requerida. Por esa razón, resulta necesario movilizar mayor financiamiento privado y, en particular, financiamiento privado que tenga algún tipo de concesionalidad (Buchner et al. 2023).

Los mercados de deuda constituyen una oportunidad para que los países puedan obtener mayor financiamiento y destinarlo a las inversiones que se requieren para enfrentar el cambio climático a través de deuda sostenible (Shishlov et al. 2016). El potencial de los mercados de deuda verde es estimado en un rango de entre US\$ 4,7 trillones a US\$ 5,6 trillones en bonos en circulación para 2035 (BID 2023). Teniendo en cuenta que los bonos soberanos son la principal fuente de financiamiento por la cual los gobiernos nacionales financian inversiones y servicios públicos (Monnin et al. 2024), existen condiciones para que los gobiernos puedan emitir bonos temáticos. Por bonos temáticos nos referimos a bonos verdes, sociales o sostenibles (que incluyen conjuntamente aspectos ambientales y sociales) y a bonos vinculados a la sostenibilidad (SLB por sus siglas en inglés). Los primeros

³El Comité Permanente de Finanzas (CPF) de la CMUNCC define al financiamiento climático como los flujos financieros que tienen como objetivo reducir las emisiones, mejorar los sumideros de GEI, reducir la vulnerabilidad y mantener e incrementar la resiliencia de los sistemas humanos y ecológicos frente a los impactos negativos del cambio climático (CMNUCC 2014).

son bonos cuyo uso de los fondos se destina específicamente a proyectos con impactos ambientales o sociales positivos, o para financiar proyectos requeridos para avanzar en una transición a menores impactos ambientales o menores emisiones (incluyendo sectores difíciles de descarbonizar ⁴). Los segundos son bonos cuyo uso de los fondos puede ser para propósitos generales, pero sus características dependen del cumplimiento de indicadores clave de desempeño (KPI por sus siglas en inglés) asociados a objetivos de sostenibilidad.

Sin embargo, el acceso a los mercados de deuda a través de la emisión de bonos temáticos depende, además de las condiciones macroeconómicas usuales, de la alineación de estos con estándares mínimos (como los Principios elaborados por la Asociación Internacional de Mercado de Capitales, ICMA por sus siglas en inglés) que abordan esencialmente aspectos de reporte y transparencia. Los estándares relacionados con el reporte y la transparencia para emitir bonos temáticos buscan reducir las asimetrías de información entre los inversores y los países y, en efecto, reducir el riesgo de *greenwashing*, es decir, la tergiversación de las características de sostenibilidad de un producto financiero y/o de los compromisos y/o logros sostenibles de un emisor, ya sea de forma intencionada o por negligencia grave (ICMA 2023).

Desde la primera emisión de un bono temático en 2007 por parte del Banco Europeo de Inversiones (BEI), las emisiones de bonos temáticos han crecido sostenidamente, siendo los bonos verdes los instrumentos más populares (World Bank 2024). En torno al 10 % de las emisiones totales de bonos temáticos fueron realizadas por soberanos, en su mayoría bonos verdes según datos de Bloomberg. Desde 2016, un número creciente de economías en desarrollo y mercados emergentes (EMDE, por sus siglas en inglés) ha recurrido a la emisión de bonos temáticos para financiar proyectos ambientales y sociales. Aunque su participación en el mercado global sigue siendo limitada, estos países han mostrado una tendencia hacia la diversificación de sus instrumentos financieros, priorizando los bonos sostenibles, seguidos por los bonos verdes, sociales y vinculados a la sostenibilidad.

Aún con el crecimiento que han mostrado las emisiones de bonos temáticos

⁴Estos últimos son los denominados bonos transición y están fundamentalmente pensados para sectores difíciles de descarbonizar. Sus emisiones han sido muy reducidas hasta el momento y representan menos del 0,4 % de las emisiones de bonos temáticos (ICMA 2024b).

soberanos, estas han sido relativamente recientes y no han sido bien documentadas en la literatura (Ando et al. 2023). En este contexto, la presente investigación busca responder a la siguiente pregunta: ¿son las capacidades de reporte y transparencia factores que inciden en las emisiones soberanas de bonos temáticos de las EMDE, en particular en su volumen? Para abordar esta pregunta, se utiliza el procedimiento de Heckman, que permite analizar tanto el margen extensivo como el intensivo. El margen extensivo se refiere a la probabilidad de que un país decida emitir bonos temáticos (verdes, sostenibles o SLB), mientras que el margen intensivo se centra en el volumen de emisión entre aquellos países que ya han incurrido en este mercado. Este enfoque resulta pertinente, dado el creciente interés por entender no solo qué países adoptan instrumentos financieros sostenibles, sino también cómo las características de sus políticas de transparencia climática impactan tanto la decisión de emitir como la magnitud de las emisiones. Al utilizar el procedimiento de Heckman, la investigación aborda de manera integral estos dos aspectos, aportando evidencia relevante para formuladores de políticas y actores del mercado interesados en promover una financiación sostenible efectiva.

A través del análisis empírico, se encontró evidencia de que la transparencia climática incide positiva y significativamente en el volumen emitido de bonos temáticos verdes, sostenibles y SLB, además de factores relacionados con el desarrollo de los mercados financieros y la calificación crediticia de los países. Asimismo, se encontró evidencia acerca de las características que influyen en la probabilidad de emitir bonos temáticos verdes, sostenibles o SLB, entre las que se encuentran características macroeconómicas y financieras (desarrollo de los mercados financieros y crecimiento del PIB) así como variables relacionadas al ambiente, en particular el riesgo de desastres por eventos naturales extremos e impactos negativos del cambio climático y las preferencias ambientales del país.

Al comprender como las capacidades de reporte y transparencia de las EMDE han influido en la emisión de bonos temáticos verdes, sostenibles y SLB, la evidencia presentada en este trabajo busca ayudar a los formuladores de políticas y a las organizaciones internacionales a optimizar los mecanismos que incentiven la emisión de este tipo de deuda, facilitando así la financiación de la mitigación y adaptación al cambio climático y la transición hacia una economía más sostenible. La emisión de estos instrumentos podría proporcionar una fuente adicional

de financiamiento estable con condiciones de acceso al mercado más favorables, mitigar el estrés de los riesgos climáticos sobre las finanzas públicas y facilitar la transición hacia economías más verdes y bajas en carbono (Ando et al. 2023). En efecto, los mercados de deuda juegan un rol relevante considerando que los elevados compromisos de movilización de recursos por parte de la comunidad internacional (CMNUCC 2024) no pueden ser cubiertos únicamente por donaciones o aportes de las Instituciones Financieras Internacionales (IFI), aunque éstas sí pueden ayudar a generar las capacidades requeridas para acceder a financiamiento en los mercados de deuda.

El resto del trabajo se estructura de la siguiente forma: en la sección 2 se expone una revisión de la literatura sobre los bonos temáticos, sus beneficios y los desafíos que tienen los países para acceder a los mercados de deuda. La sección 3 detalla el marco del análisis, incluyendo la construcción de un indicador de transparencia climática y el modelo econométrico planteado para realizar el análisis. A continuación, en la sección 4 se presentan las limitaciones del trabajo y avenidas de investigación futura. La sección 7 recoge las conclusiones. Finalmente, en Anexos se presentan las entrevistas realizadas, resultados de PCAmix y un análisis de robustez del procedimiento de Heckman.

2. Revisión de la Literatura

Los bonos temáticos son títulos de deuda de renta fija que pueden dividirse en dos grandes tipos. Aquellos cuyos fondos se destinan exclusivamente a financiar o refinanciar proyectos verdes, sociales o sostenibles (por ejemplo, proyectos de mitigación al cambio climático) o cuyas características financieras y/o estructurales varían ante el cumplimiento de KPI (por ejemplo, reducción del cupón) asociados a objetivos de sostenibilidad (SLB, por sus siglas en inglés) (ICMA 2021) (ICMA 2024a).

Desde la primera emisión de un bono temático en 2007 -un bono verde por US\$ 1 billón emitido por el BEI (Banga 2019)-, el mercado de deuda temática ha crecido de forma sostenida, tanto en volumen como en diversidad de emisores. En 2023, las nuevas emisiones de bonos temáticos totalizaron US\$ 1.027 billones, acumulando así un total de US\$ 5.263 billones desde aquella emisión inicial del BEI

en 2007 (World Bank 2024). Este tipo de deuda ha atraído una amplia variedad de emisores, entre ellos soberanos, municipalidades, organizaciones supranacionales, así como empresas financieras y no financieras.

A pesar del crecimiento sostenido, la participación de los bonos temáticos, incluyendo soberanos y corporaciones, en el total del mercado global de bonos se ha mantenido en torno al 13 % en los últimos tres años (SP Global 2024). En tanto, las emisiones han sido desiguales entre regiones y mercados, y en muchas EMDE permanece incipiente (Banga 2019). Las emisiones de bonos temáticos en las EMDE representaron sólo el 16 % del total emitido en bonos temáticos hasta el momento (World Bank 2024). Los bonos verdes son los instrumentos más populares tanto a nivel de las economías avanzadas como en las EMDE, representando 66 % y 70 % de las emisiones respectivamente (World Bank 2024).

Por su parte, aunque el mercado de bonos soberanos —es decir, la deuda emitida por los gobiernos generales— representa casi la mitad del total de los títulos de deuda a nivel global (Monnin et al. 2024), la participación de los bonos temáticos soberanos sigue siendo limitada. Las emisiones soberanas de deuda temática representan alrededor del 2 % del mercado global de bonos (SP Global 2024) y aproximadamente el 10 % del mercado de bonos temáticos, lo que equivale a US\$ 677 billones en emisiones realizadas por 55 soberanos desde 2016, de las cuales un 77 % correspondieron a bonos verdes, según datos de Bloomberg. Desde 2016, 27 EMDE han emitido deuda temática por un total de US\$ 0,168 trillones, también según Bloomberg. En el caso de las EMDE, el 48 % de las emisiones soberanas fueron bonos sostenibles -que combinan proyectos verdes y sociales-, el 25 % bonos verdes, el 19 % bonos sociales y el 8 % bonos SLB.

En ese contexto, existe una oportunidad para que los países aumenten su participación en los mercados de bonos con emisiones de bonos temáticos y así se contribuya a reducir la brecha de financiamiento que existe para cumplir con los compromisos climáticos asumidos por los países bajo el AP. BID (2023) estima que el potencial de los mercados de bonos verdes se encuentra en un rango de entre US\$ 4,7 trillones a US\$ 5,6 trillones en bonos en circulación para 2035.

Existen diversos motivos por los que los países pueden decidir emitir bonos temáticos. Uno de ellos tiene que ver con factores reputacionales (Sangiorgi & Schopohl 2023), ya que estas emisiones pueden mejorar la percepción de una

transformación sostenible en la sociedad. Adicionalmente, los bonos temáticos desempeñan un papel clave en atraer nuevos inversores y movilizar capital privado hacia metas de sostenibilidad (Tsonkova 2019). Gran parte del crecimiento que ha mostrado el mercado de bonos temáticos se debe al interés creciente de los inversores por estos activos. Los inversores son cada vez más conscientes de los beneficios creados por los proyectos verdes (Shishlov et al. 2016) y del riesgo que el cambio climático puede imponer a los activos financieros tradicionales (OECD 2015). Asimismo, constituyen un incentivo para fomentar una economía sostenible, al tiempo que reflejan el compromiso de los países con la sostenibilidad. Además, promueven el desarrollo de mercados de capital sostenibles a nivel nacional (Cheng et al. 2024). Al establecer un marco institucional para la emisión de bonos verdes y liderar con el ejemplo, los gobiernos pueden fomentar el crecimiento de este mercado (Rodrigues et al. 2019).

Los países también emiten deuda temática para beneficiarse de menores costos de financiamiento, aprovechando el *greenium* o premio verde, que implica un rendimiento inferior al de un bono convencional. Aunque la evidencia sobre su existencia es mixta (Sangiorgi & Schopohl 2023) (Salakhova 2023), el análisis de precios de bonos verdes realizado por Climate Bond Initiative (CBI) muestra signos crecientes de *greenium* en el sector público, como lo evidencia la emisión inaugural de un bono verde por parte de Alemania en setiembre de 2020 (Pillay et al. 2022). Según Ando et al. (2023) este premio es relativamente pequeño en economías avanzadas (4 puntos básicos en promedio) pero mayor en las EMDE (11 puntos básicos en promedio) y ha tendido a aumentar con el tiempo. Teóricamente, el *greenium* puede ser negativo, debido a la menor liquidez y los montos más bajos de emisión, o positivo, gracias a la creciente demanda de inversores con foco en los factores Ambientales, Sociales y de Gobernanza (ASG) y a la transparencia en el uso de los fondos. En todo caso, el *greenium* no siempre existe y está condicionado a situaciones de mercado. La literatura señala ciertas condiciones que aumentan la probabilidad de obtenerlo: la emisión por parte del sector público, mayor liquidez, credibilidad en la sostenibilidad, alineación de los fondos con proyectos verdes, sociales o sostenibles, y revisiones de segunda parte (SPO, por sus siglas en inglés) o certificaciones, como las otorgadas por CBI (Pillay et al. 2022). Finalmente, cabe mencionar que, además del *greenium* instrumentos co-

mo los SLB pueden representar una rebaja adicional si incorporan mecanismos de *step-down* (es decir, reducción en la tasa de interés) ante el cumplimiento de metas de sostenibilidad.

A pesar de estos beneficios potenciales de emitir bonos temáticos, los participantes públicos y privados del mercado recién están comenzando a explorar los mercados de bonos para financiar proyectos verdes (Sangiorgi & Schopohl 2023). Aunque los instrumentos de deuda son actualmente los que más contribuyen al financiamiento climático (representaron casi el 60% del total en 2022), sólo un 6% de esa deuda corresponde a emisiones de bonos temáticos soberanos (Buchner et al. 2023). La mayor parte de esa deuda corresponde a la tomada por las IFD nacionales y por las Instituciones Financieras comerciales (Buchner et al. 2023).

El aún incipiente desarrollo de los mercados de bonos temáticos se puede explicar por diferentes tipos de factores. Algunos de ellos son comunes a los bonos convencionales, dado que los bonos temáticos son instrumentos de deuda con características comunes a los bonos convencionales, y otros son específicos de los bonos temáticos, atendiendo a sus características particulares.

Dentro de los comunes, la literatura identifica factores macroeconómicos e institucionales que impulsan el desarrollo de los mercados de capitales. Tolliver et al. (2020) investigaron los impulsores del crecimiento del mercado de bonos verdes en 49 países y encontraron la influencia positiva de los mercados de capitales, los factores macroeconómicos y los factores institucionales en el desarrollo de los mercados de bonos verdes. Dan & Tiron-Tudor (2021) encuentran para la Unión Europea que la calificación crediticia, el índice ASG, el balance fiscal, la tasa de inflación y la población tienen un impacto significativo y dan lugar a un mayor volumen de emisiones de bonos verdes. Agliardi & Agliardi (2019) argumentaron que una mejor calificación crediticia impulsa el desarrollo del mercado de bonos verdes en particular. Finalmente, Wulandari et al. (2018) que el riesgo de liquidez es un factor que afecta el rendimiento de los bonos verdes, aunque su significancia disminuye con el tiempo.

Existe abundante literatura que muestra el vínculo entre el crecimiento económico y el desarrollo de los mercados financieros y de capital. En efecto, Patrick (1966) destacó que el crecimiento económico incrementa la demanda de servicios financieros. De manera similar, Greenwood & Jovanovic (1990) señalaron la estre-

cha relación entre el crecimiento económico y el desarrollo financiero, ya que este último depende de los recursos generados por el primero. Claessens et al. (2007) encontró una fuerte relación entre el desarrollo del mercado de bonos soberanos y condiciones macroeconómicas y financieras. La alta inflación, asociada a inestabilidad y riesgo de *default*, reduce la emisión de bonos tanto en moneda local como extranjera. El tamaño de la economía (medido por el PIB) y el desarrollo del sistema financiero local también influyen en la emisión de bonos. Países más pequeños y con sistemas financieros menos desarrollados suelen emitir bonos en moneda extranjera en mercados internacionales, enfrentando inversores más exigentes. De forma similar, Presbitero et al. (2016) concluye que una peor posición fiscal, mayor inflación y menor PIB per cápita reducen la probabilidad de emitir bonos en mercados internacionales, especialmente cuando las condiciones financieras globales son adversas. Smaoui et al. (2017) señala que en países emergentes y en desarrollo, el tamaño de la economía, la apertura comercial, el perfil de inversión, el PIB per cápita y el sistema bancario favorecen el desarrollo del mercado de bonos, mientras que la volatilidad de las tasas de interés y el balance fiscal lo afectan negativamente. En el mismo sentido, Eichengreen & Luengnaruemitchai (2004) concluyeron que el desarrollo del mercado de bonos gubernamentales se ve positivamente influenciado por el tamaño de la economía, la apertura comercial, la apertura de la cuenta de capital y la ubicación geográfica.

En cuanto a los factores institucionales, Patrick (1966) subrayó el papel clave de las instituciones gubernamentales, financieras y bancarias en la creación del entorno legal y económico necesario para la expansión de estos mercados. Además, Boyd & Prescott (1986) resaltaron cómo las instituciones reducen las fricciones de información, y Townsend (1978) destacó la función de seguro que ofrecen, garantizando mayores y más seguros rendimientos para los inversores. Porta et al. (2012) demostraron que los factores institucionales, como los códigos legales y su correcta aplicación, favorecen el desarrollo de los mercados de valores y de deuda, al proteger a los inversores y facilitar el crecimiento del mercado de capitales. (Smaoui et al. 2017) identifica a la calidad burocrática como uno de los factores que incide en el desarrollo de los mercados de capitales. Anh et al. (2020) argumentaron que la existencia de un marco legal eficiente es una necesidad primordial para la expansión de los mercados de bonos verdes. Wang & Zhi (2016) argumentaron

que un marco regulatorio adecuado y el apoyo estatal pueden mejorar la eficiencia del mecanismo del mercado de bonos verdes, lo que lleva a una mejor protección ambiental. Países con peores y menos instituciones democráticas tienen menos desarrollado su mercado de bonos (tanto en moneda local como extranjera), lo que sugiere que buenas instituciones y la democracia son importantes a los ojos de los inversores en tanto están asociadas con una mayor credibilidad en el gobierno, mejor calidad en la toma de decisiones, y mayor facilidad de aceptación de las políticas por parte del público, incluyendo políticas macroeconómicas Claessens et al. (2007). Asimismo, una menor calidad de instituciones de gobernanza también menoscaba el desarrollo de mercados de bonos (Smaoui et al. 2017). Voica et al. (2015) demostraron que un marco legal e institucional apropiado puede crear una mejor atmósfera para expandir los mercados de bonos verdes en los países, alentando a los inversores a participar de manera más eficiente.

Adicionalmente, las preferencias ambientales también pueden afectar la emisión de bonos temáticos. David. (2019) analizó la relación entre las preferencias proambientales y el desarrollo del mercado de bonos verdes, mostrando como resultado principal el efecto significativo de las preferencias proambientales de los inversores en la expansión de este mercado.

Por su parte, existen factores específicos que afectan la emisión de bonos temáticos por sus características particulares. Los primeros trabajos relacionados a las barreras para el desarrollo del mercado de bonos temáticos fueron realizados por Ma et al. (2016) en relación a las emisiones de bonos verdes. Las principales barreras identificadas por esos autores fueron: la falta de conocimiento sobre los beneficios de los bonos verdes, la falta de una definición local de bonos verdes; el alto costo de cumplir con los requisitos de los bonos verdes; la falta de calificaciones, índices y listados; la falta de incentivos específicos para los emisores de bonos verdes; las dificultades para que los inversionistas internacionales accedan a los mercados locales de bonos verdes; y la falta de inversionistas verdes nacionales. De forma similar, Cochu et al. (2016) identifica como principales cuellos de botella para el crecimiento del mercado de bonos verdes: la falta de carteras de proyectos, la falta de mecanismos de agregación de proyectos verdes, falta de una definición y un marco para los bonos verdes, falta de información y conocimiento sobre el mercado, y falta de un perfil de riesgo para las inversiones verdes. Más re-

cientemente, Deschryver & de Mariz (2020) identifica cinco motivos que justifican el desarrollo incipiente de los mercados de bonos verdes: un déficit de estándares globales armonizados; riesgos de *greenwashing*; la percepción de costos más altos para los emisores; la falta de oferta de bonos verdes para los inversionistas; y la etapa inicial del mercado en general. La falta de guías da lugar al riesgo de *greenwashing* (Ando et al. 2022), en la medida que no hay penalidad si se incumple la promesa de financiar proyectos verdes (Grzegorzcyk & Wolff 2022). La insuficiente evolución del mercado y la falta de conocimientos se identificaron como las principales razones por las que no se han emitido bonos verdes antes, según una encuesta realizada por Sangiorgi & Schopohl (2023). Asimismo, los participantes más recientes en el mercado de bonos verdes se ven cada vez más limitados por la falta de proyectos adecuados que cumplan los requisitos para su inclusión en los bonos verdes. Sangiorgi & Schopohl (2023).

Otros obstáculos para el desarrollo de mercados de bonos temáticos tienen que ver con la falta de protección contractual para los inversores, *greenwashing*, la calidad de las métricas reportadas y la transparencia, confusión y fatiga de los emisores ante las exigencias de la emisión y la incertidumbre acerca del *greenium* (McKenzie & Review 2019).

En efecto, una parte relevante de los obstáculos en la emisión de bonos temáticos está relacionada a la incipiente capacidad institucional para el reporte de metas de sostenibilidad (Cárdenas et al. 2021). Este desafío está claramente explicitado en los estándares mínimos exigidos para la emisión de bonos temáticos en los mercados globales de bonos, en particular los Principios de ICMA, que constituyen una referencia para este tipo de emisiones. Los Principios de ICMA están organizados en componentes clave para garantizar transparencia y confianza en el mercado. Para los bonos verdes, sociales y sostenibles (de “uso de fondos”), ICMA define cuatro pilares: “uso de fondos”, destinados a proyectos con claros beneficios ambientales o sociales; “evaluación y selección de proyectos”, que exige divulgar objetivos de sostenibilidad, criterios de elegibilidad y gestión de riesgos; “gestión de fondos”, con monitoreo adecuado, auditorías externas y transparencia en la asignación de los fondos; y “reporte”, con informes anuales detallados sobre los proyectos financiados, incluyendo su impacto y el uso de indicadores cualitativos y cuantitativos. Por otro lado, los Principios para los bonos SLB incluyen cinco

componentes: “selección de KPI”, que deben ser estratégicamente relevantes, medibles y verificables; “calibración de metas”, que reflejen compromisos ambiciosos más allá de lo habitual; “características del bono”, ligadas al desempeño o *Sustainability Performance Targets* (SPTs por su acrónimo en inglés); “reporte”, con información anual sobre avances y desempeño; y “verificación externa”, necesaria para garantizar la precisión y confiabilidad de los indicadores y metas.

Estos principios que rigen la emisión de deuda temática buscan reducir las asimetrías de información entre los inversores y los países y, en efecto, reducir el riesgo de *greenwashing*, es decir, la tergiversación de las características de sostenibilidad de un producto financiero y/o de los compromisos y/o logros sostenibles de un emisor, ya sea de forma intencionada o por negligencia grave (ICMA 2023). El riesgo inherente de etiquetados incorrectos y asimetrías de información en un mercado ASG incipiente, agravado por temores a riesgos macroeconómicos, contribuye a la salida de los inversores de las EMDE, lo que destaca la necesidad de una mayor transparencia (Scatigna et al. 2021). En efecto, se requieren inversiones en fortalecimiento institucional y actualizar los sistemas de reporte para cumplir con los estándares de transparencia exigidos por los mercados de deuda temática. Aunque en sus inicios fueron concebidos como un mecanismo de reporte a la CMNUCC, los sistemas de Monitoreo, Reporte y Verificación (MRV) también podrían ser utilizados para formular políticas de sostenibilidad reforzadas y más transparentes, a la vez que permiten acceder a mercados de deuda a través de emisiones de bonos temáticos, para atraer capital privado. Por ende, acceder a estos mercados requiere fuertes compromisos por parte de los países para invertir en marcos institucionales más sólidos.

Por lo anterior, las emisiones de bonos temáticos requieren de obligaciones adicionales de transparencia comparadas con las emisiones de bonos convencionales y, a menudo, se necesitan inversiones sustanciales en capacidades institucionales de los gobiernos para que la emisión de bonos sostenibles sea eficiente y exitosa (Chesini 2024).

Una política fiscal sólida y una buena gobernanza son esenciales para generar confianza y asegurar el éxito de los bonos temáticos (Yadav et al. 2024). Políticas públicas específicas y estructuras de gobernanza robustas son clave para atraer al sector privado hacia la financiación climática (Prasad et al. 2022). La transpa-

rencia es fundamental, ya que incumplimientos en metas de bonos vinculados a la sostenibilidad han generado dudas entre inversores (SP Global 2024). En este contexto, la adopción de taxonomías y mayores iniciativas de transparencia puede aumentar la demanda de estos instrumentos (SP Global 2024).

Mientras que la literatura existente sobre bonos verdes ha sido ampliamente examinada, aún resultan escasos los estudios que propongan un análisis más amplio comparando la emisión de bonos temáticos entre diferentes países y los factores que impulsan esta emisión. Este estudio se basa en hallazgos de Banga (2019) y Rodrigues et al. (2019) y tiene como objetivo aportar mayor literatura sobre este tema.

Banga (2019) utiliza un enfoque cualitativo para identificar los impulsores del mercado de bonos verdes y las principales barreras para el crecimiento de este mercado, con un enfoque específico en los países en desarrollo. El autor identifica los principales obstáculos para el desarrollo del mercado de bonos verdes, a saber: los altos costos de transacción, el tamaño mínimo de emisión y la falta de arreglos institucionales. Por su parte, Rodrigues et al. (2019) realiza un análisis en dos etapas para (i) comprender qué características de los países influyen en la probabilidad de que se emitan bonos verdes en ellos, y (ii) evaluar qué características de los países afectan el volumen de bonos verdes emitidos en ellos. Al ejecutar una regresión logística con 119 países, encuentra evidencia de que el nivel de desarrollo, las preferencias ambientales, la transparencia y calidad de los mercados financieros, y la ausencia de corrupción tienen un efecto positivo en la probabilidad de que se emitan bonos verdes en un país. Además, sus resultados sugieren que, condicionados a la emisión, las preferencias ambientales también tienen un efecto positivo en el volumen emitido en un país.

Con base en esta revisión de la literatura, se concluye que hasta el momento ningún estudio ha abordado los temas discutidos en este trabajo desde una perspectiva empírica para emisiones de bonos temáticos soberanos. La contribución de este estudio a la literatura se basa en identificar si las capacidades de reporte y transparencia de las EMDE han impulsado la emisión de bonos temáticos, en particular su incidencia en el volumen de emisión.

3. Marco Analítico

Este trabajo busca responder a la siguiente pregunta de investigación: ¿son las capacidades de reporte y transparencia factores que inciden en las emisiones soberanas de bonos temáticos de las EMDE, en particular en su volumen? ⁵.

Como fue mencionado en la revisión de la literatura, la transparencia climática es un factor clave que puede afectar las emisiones de bonos temáticos por parte de los países. Sin embargo, hasta el momento, la literatura no ha investigado lo suficiente sobre el vínculo concreto entre el nivel de transparencia de los países y las emisiones de bonos temáticos soberanos. Este trabajo busca indagar sobre dicho vínculo. Para ello, un primer aspecto a resolver es la forma de medir el nivel de transparencia climática de los países.

Así, en primer lugar se construye un indicador que refleja el nivel de capacidad institucional de los países para la gestión del reporte climático, como *proxy* de nivel de transparencia climática. Posteriormente, se presenta un modelo econométrico que permite estimar la incidencia de la transparencia climática de las EMDE en la probabilidad de emitir bonos soberanos temáticos verdes, sostenibles o SLB y en el volumen de emisión de los bonos temáticos soberanos verdes, sostenibles o SLB emitidos. Para abordar potenciales problemas de endogeneidad, en esta segunda parte, se aplica la técnica propuesta por Heckman.

3.1. Construcción de un indicador de transparencia climática

Una de las carencias identificadas para responder a la pregunta de este trabajo fue la falta de un indicador que refleje la transparencia climática de los países. Aunque existen esfuerzos en ese sentido, por ejemplo, el proyecto *Assessing Sovereign Climate-related Opportunities and Risks* (ASCOR) que busca evaluar la deuda soberana desde una perspectiva de cambio climático y generar más transparencia, o *Climate Scanner*, que promueve una evaluación a nivel global de las acciones en gobernanza, políticas públicas y financiamiento de los gobiernos rela-

⁵El trabajo se centra en las EMDE. No se consideran en el análisis la emisión de bonos sociales ni emisiones por parte de sub-soberanos (gobiernos locales, empresas públicas o instituciones financieras nacionales de desarrollo)

cionadas con el cambio climático, hasta el momento no existe un indicador que resuma el nivel de transparencia climática para una muestra relevante de países.

Para cerrar esa brecha de información, en esta sección se construye un indicador que tiene como objetivo cuantificar el nivel de capacidad institucional de gestión del reporte climático de las EMDE como *proxy* de transparencia climática. Según la CMNUCC, en materia de cambio climático, la transparencia refiere, en efecto, al reporte y la revisión de información y datos climáticos relevantes y trae diversos beneficios a nivel internacional como la construcción de confianza, el cumplimiento de las obligaciones internacionales, el apoyo en la mejora de la ambición y la priorización del apoyo (CMNUCC n.d.). En el mismo sentido, UNEP (2023b) se refiere a la transparencia como la capacidad de los países para informar de manera clara y precisa sobre sus compromisos y avances en materia climática, lo que a su vez fortalece la credibilidad de sus compromisos y contribuye a una mayor ambición en la acción climática tanto por parte de los gobiernos como de los actores no estatales. La transparencia climática consiste en recopilar, analizar y compartir datos sobre acciones climáticas, permitiendo a los países medir sus avances, informar a la comunidad internacional y desarrollar políticas basadas en evidencia para reducir emisiones y adaptarse al cambio climático (Wuester n.d.).

Para la construcción del indicador primero se seleccionaron variables relevantes que contribuyen a explicar el nivel de capacidad de gestión del reporte climático de los países, seleccionadas a partir de entrevistas a expertos en la materia (ver Anexo 1) y de fuentes públicas disponibles relacionadas a los reportes climáticos que los países realizan a la CMNUCC y con la transparencia general de países, y luego se trabajó sobre esas variables para elaborar un indicador agregado aplicando el método de Análisis de Componentes Principales mixto (PCAmix, por sus siglas en inglés).

3.1.1. Análisis de Componentes Principales mixto (PCAmix)

El PCAmix es una técnica de análisis multivariante que extiende el análisis de componentes principales (PCA, por sus siglas en inglés) para manejar conjuntos de datos mixtos, es decir, aquellos que contienen tanto variables cuantitativas como cualitativas. El PCA es un método estadístico utilizado para reducir la dimensionalidad de un conjunto de datos mientras se conserva la mayor cantidad posible

de información relevante. Mientras que el PCA tradicional trabaja únicamente con variables numéricas, el PCAmix adapta este enfoque para incluir variables categóricas utilizando métodos específicos para estas últimas. El objetivo principal es reducir la dimensionalidad de los datos y encontrar una representación simplificada que conserve la mayor cantidad de información posible.

Para las variables cuantitativas, el método aplica el análisis de componentes principales estándar (PCA), centrándose en las correlaciones entre las variables para identificar combinaciones lineales que capturan la mayor varianza. Las variables categóricas se transforman utilizando métodos relacionados con el análisis de correspondencias múltiples (MCA, por sus siglas en inglés). Las distancias entre observaciones en el espacio categórico se calculan en base a criterios estadísticos. PCAmix integra las dos partes (cuantitativa y cualitativa) en un marco unificado utilizando una métrica mixta. Esto permite representar todas las variables juntas en el mismo espacio factorial.

Los componentes principales obtenidos representan combinaciones de variables (mixtas) que explican la mayor cantidad posible de variabilidad en los datos.

Se eligió la técnica PCAmix para construir un indicador agregado debido a sus ventajas al manejar datos mixtos, combinando variables cuantitativas y cualitativas. A diferencia de técnicas como el PCA, que solo maneja variables cuantitativas, o el MCA, que solo trata variables cualitativas, PCAmix utiliza una matriz de correlación mixta. Esto permite conservar la estructura original de los datos al emplear correlación de Pearson para variables continuas y correlación basada en Chi-cuadrado para variables categóricas, garantizando representaciones más precisas. Además, PCAmix facilita la interpretación de los resultados al descomponer la variabilidad de los datos según el tipo de variable y permite identificar qué variables tienen mayor peso en los componentes principales. Esto resulta útil para construir índices interpretables y explicativos con pocas dimensiones, capturando la máxima varianza. No obstante, también es preciso reconocer algunas desventajas del PCAmix, entre las que se encuentran la mayor complejidad para interpretar los componentes principales en relación a las variables originales y una menor efectividad en datos con relaciones no lineales. De todas formas, aunque otras técnicas, como el análisis factorial o los promedios ponderados, también reducen dimensionalidad, no optimizan las relaciones entre variables mixtas como lo

hace PCAmix. Por su robustez y aceptación en la comunidad científica, PCAmix es ideal para construir índices multidimensionales, como de desarrollo, bienestar o vulnerabilidad. Este enfoque garantiza resultados confiables, al incorporar adecuadamente las interacciones entre variables diversas, y cuenta con un respaldo sólido en la literatura y herramientas de análisis.

En resumen, elegir PCAmix para la construcción del indicador de capacidad de reporte climático como *proxy* de transparencia climática es ideal para este trabajo debido a que el objetivo de este análisis es obtener un indicador agregado a partir de la identificación de las relaciones subyacentes entre las variables seleccionadas por el trabajo, que integran datos cuantitativos y cualitativos.

Selección de variables

La selección de las variables utilizadas para la construcción del indicador se basa en las entrevistas realizadas a actores clave en la materia (ver Anexo 1), un relevamiento de información y datos disponibles públicamente relacionados con la capacidad de reporte climático y el nivel general de transparencia de los países, complementadas con una revisión de la literatura existente (se presenta a continuación al mencionar cada variable). Actualmente, la disponibilidad de información y datos sistematizados sobre la capacidad de reporte climático de los países es limitada. En función de esta restricción, se recopiló información sobre aspectos clave que reflejan dicha capacidad, siguiendo las recomendaciones de los expertos entrevistados.

Además, se recabó información acerca de la cantidad y calidad de los reportes presentados por los países ante la CMNUCC, considerando especialmente el reza-go en los datos. Con el fin de robustecer el indicador y atendiendo también a las sugerencias de los entrevistados, se seleccionaron variables complementarias vinculadas a la transparencia climática, incorporando indicadores relacionados con la performance estadística y el nivel de corrupción de los países. Dado que el objetivo es que el indicador refleje principalmente la transparencia climática, la cantidad de variables seleccionadas en esta dimensión fue mayor en comparación con aquellas referidas a la transparencia general del país (performance estadística y el nivel de corrupción).

En ese sentido, las variables seleccionadas para integrar el índice fueron:

- **Sistema de marcación o clasificación del gasto climático.** Los sistemas de clasificación son herramientas utilizadas para categorizar los gastos según su naturaleza, lo que facilita la generación de información compatible con las normas establecidas en el Manual de Estadísticas de Finanzas Públicas del Fondo Monetario Internacional (FMI) y el Sistema de Cuentas Nacionales de las Naciones Unidas. Por otro lado, la marcación implica identificar las actividades y los gastos relevantes para el cambio climático, aunque la información generada no necesariamente se integre con otros sistemas estadísticos reconocidos a nivel internacional (Eguino et al. 2024). Contar con sistemas de marcación o clasificación del gasto refleja que el país ha desarrollado capacidades para la gestión del reporte de las finanzas públicas, indica el esfuerzo del país por aumentar la trazabilidad de su gasto y, por ende, su transparencia (OECD 2021). Asimismo, deja sentadas las bases para que los países realicen, por ejemplo, mejores reportes del financiamiento climático. Los datos son binarios, con 1 a partir del año en el que el país cuenta con un sistema de marcación o clasificación del gasto climático y 0 en caso contrario. Los datos se obtuvieron de informes del UNDP (2022) y World Bank (2021). Las primeras EMDE que implementaron sistemas de marcación o clasificación del gasto climático fueron Camboya y Nepal en 2013. A 2024, 12% de las EMDE cuentan con alguno de estos sistemas.
- **Taxonomías verdes o sostenibles.** Las taxonomías de inversión verde o sostenible son herramientas utilizadas para clasificar e identificar los activos e inversiones con un impacto climático positivo. Su relevancia es significativa, ya que proporcionan certeza a los inversores de que sus recursos no se destinarán a proyectos de *greenwashing* o de *carbon lock-in* (Eguino et al. 2024). Las taxonomías verdes o sostenibles reflejan el compromiso de los países por incrementar las acciones necesarias para cumplir con los objetivos climáticos. Son herramientas clave para los mercados financieros y los inversionistas, ya que facilitan la canalización de financiamiento hacia iniciativas que realmente tengan un impacto ambiental positivo. De esta manera, representan el esfuerzo de los países por reducir el riesgo de *greenwashing* o

carbon lock-in, estableciendo las bases para mejorar la calidad del reporte sobre financiamiento e impacto climático. Además, refuerzan la transparencia de los países al proporcionar un lenguaje común, facilitar la regulación de las inversiones y ayudar a las empresas e inversionistas a tomar decisiones económicas informadas, evitando, como ya se mencionó, el *greenwashing* (Pelaez et al. 2024). Los datos son binarios, con 1 a partir del año en el que el país cuenta taxonomía verde o sostenible y 0 en caso contrario. Los datos se obtuvieron de varias fuentes de datos disponibles, SBF (2024), Natixis (2023), UNEP (2023a), UNEP (n.d.) y Stewart et al. (2024). La primer taxonomía verde entre las EMDE fue elaborada por China en 2015. A 2024, 13% de las EMDE han desarrollado taxonomías verdes o sostenibles.

- **Cantidad de Informes Bienales de Actualización (BUR, por sus siglas en inglés) presentados a la CMNUCC.** Los BUR son informes que deben presentar las Partes de la CMNUCC no incluidas en el Anexo I⁶ y que contienen actualizaciones de los inventarios nacionales de GEI, incluido un informe sobre el inventario nacional e información sobre las medidas de mitigación, las necesidades y el apoyo recibido. Estos informes proporcionan información actualizada sobre las medidas adoptadas por una Parte para aplicar la Convención, incluida la situación de sus emisiones de GEI y la absorción por los sumideros, así como sobre las medidas para reducir las emisiones o mejorar los sumideros. Las Partes No-Anexo I deben presentar su primer BUR antes de diciembre de 2014, y posteriormente cada dos años, en función de sus capacidades y del nivel de apoyo prestado para la presentación de informes. La mayor cantidad de BUR presentados a la CMNUCC es un indicio de que el país ha desarrollado mejores capacidades institucionales de gestión del reporte y, por ende, ha logrado alcanzar mayores niveles de transparencia climática (South Pole 2021), en línea con la interpretación de transparencia en materia de cambio climático, que se-

⁶Las Partes No-Anexo I de la CMNUCC son países en desarrollo que no están obligados a cumplir metas específicas de reducción de emisiones de GEI bajo el Protocolo de Kioto. Estos países suelen tener menor responsabilidad histórica en las emisiones globales y menor capacidad económica y técnica para abordar el cambio climático. Su enfoque está en recibir apoyo financiero, tecnológico y de creación de capacidades para implementar medidas de adaptación y mitigación.

gún CMNUCC (n.d.), (UNEP 2023b) y Wuester (n.d.), implica el reporte claro y preciso de información sobre compromisos y avances climáticos, lo que fortalece la credibilidad, fomenta la ambición en la acción climática y permite a los países desarrollar políticas basadas en evidencia para reducir emisiones y adaptarse al cambio climático. Aún más, la mayor cantidad de reportes está asociada a una mayor frecuencia de reporte, algo que representa uno de los factores clave de los principios de ICMA para bonos temáticos (ICMA 2021)(ICMA 2024a). La variable refiere a la cantidad de reportes presentados. A 2024, 7% de las EMDE presentan la mayor cantidad BUR presentados a la CMUNCC (5 en total desde 2014).

- **Rezago temporal en los datos de emisiones de GEI presentados en los BUR.** Esta variable refiere al rezago temporal medido en años, es decir la diferencia entre el año de publicación del BUR y el año de los datos de emisiones de GEI reportados. Complementando a la variable cantidad de BUR, el rezago de los datos presentados también contribuye a explicar la capacidad de gestión de reporte climático que tiene el país, debido a que reportar sus emisiones de GEI con menos rezago es un indicador promisorio de una buena capacidad de gestión del reporte por parte del país (South Pole 2021) (CMNUCC n.d.), (UNEP 2023b) (Wuester n.d.). Generalmente, las estimaciones de las emisiones de GEI de un país requieren contar con diversidad fuentes de datos, como ser de actividad de diferentes sector económicos, con estimaciones de parámetros, conocimiento técnicos sobre las metodologías del IPCC ⁷, equipos preparados y una fluida coordinación interinstitucional, generalmente liderada por los Ministerios de Ambiente. Por ende, un menor rezago en la publicación de datos de emisiones GEI es un indicio de mejores capacidades en todos esos aspectos. Asimismo, en la misma línea que la variable seleccionada de cantidad de reportes BUR, un menor rezago representa un factor clave de los principios para bonos temáticos de ICMA. Los datos se obtuvieron de los BUR publicados por las

⁷El Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) es un organismo de las Naciones Unidas creado en 1988 por la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). Su objetivo es proporcionar evaluaciones científicas sobre el cambio climático, sus impactos, riesgos futuros y opciones para la mitigación y adaptación.

EMDE en la página web de la CMNUCC. Si el país no presentó su primer BUR, se toma información de los datos de emisiones de GEI presentados en las Comunicaciones Nacionales ⁸ como *proxy* para no perder información. A 2024, el país que presentó menor rezago en sus datos fue Túnez (1 año de rezago), el promedio de rezago es de 4,8 años para el total de las EMDE, y el país con mayor rezago es Iraq (con 19 años de rezago).

Adicionalmente, se seleccionaron dos variables que contribuyen a explicar el nivel de transparencia de los países en términos generales, más allá de las particularidades de la transparencia climática mencionadas anteriormente, siguiendo los criterios de transparencia de ICMA y sus recomendaciones sobre el fortalecimiento de los sistemas estadísticos nacionales.

- **Índice de Percepción de la Corrupción (IPC).** El IPC clasifica a 180 países y territorios según sus niveles percibidos de corrupción en el sector público según expertos y empresarios. Se basa en 13 fuentes de datos independientes y utiliza una escala de 0 a 100, en la que 0 significa muy corrupto. El nivel de corrupción está altamente correlacionado con la falta de transparencia, debido, entre otros factores, a debilidades institucionales para divulgar y reportar información (Tanzi 1998). Adicionalmente, el nivel de corrupción de un país es considerado uno de los factores evaluados por las Opiniones de Segundas Partes (SPOs, por su sigla en inglés) al evaluar emisiones soberanas de bonos temáticos (Sustainalytics 2022). Esta variable ayuda a contemplar en el indicador agregado que se construye, aspectos relacionados con la capacidad de reporte de los países que pueden no estar contemplados en las variables seleccionadas anteriormente. El índice varía entre 0 y 100 y los datos están disponibles desde 2012 a 2023. La fuente de los datos es *Transparency International*.
- **Uso de los datos por organizaciones internacionales.** Es un indicador que integra el marco de indicadores de performance estadística (SPI por

⁸Las comunicaciones nacionales ante la CMNUCC (Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático) son informes que los países presentan para comunicar su progreso en la implementación de la Convención. Estas comunicaciones incluyen información sobre emisiones de GEI, políticas y medidas para mitigar el cambio climático, vulnerabilidad y adaptación, y necesidades de apoyo financiero, tecnológico y de capacitación.

sus siglas en inglés) del Banco Mundial. El marco SPI evalúa la madurez y el rendimiento de los sistemas estadísticos nacionales en cinco áreas clave, denominadas pilares, incluyendo un pilar de uso de los datos. A los efectos de la construcción del indicador agregado de capacidad de reporte climático se seleccionó el indicador referido al uso de los datos por organizaciones internacionales. Dado que las estadísticas carecen de valor a menos que se utilicen, los sistemas estadísticos deben desarrollar una serie de servicios que conecten a usuarios y productores de datos y faciliten el diálogo entre ellos (Dang et al. 2023). Esto es especialmente relevante en el contexto de las emisiones de bonos temáticos y de la información requerida por los inversores. Por lo tanto, este indicador contribuye a explicar la capacidad de los países para generar datos que sean utilizables por diferentes actores e instituciones, algo relevante para el contexto del reporte climático y de las emisiones de bonos temáticos. Los datos varían entre 0 y 1 y están disponibles desde 2012.

A continuación se presenta el Cuadro 1 que resume las principales estadísticas de las variables seleccionadas para construir el indicador.

Cuadro 1: Resumen de las estadísticas principales de las variables seleccionadas para construir el indicador.

Variable	Nombre asignado	Tipo de variable	Min.	Max.	Media	Varianza
Sistema de marcación o clasificación del gasto climático	cbt	Binaria	0	1	0.07784	0.0718
Taxonomías verdes o sostenibles	taxo	Binaria	0	1	0.02793	0.0272
Cantidad de Informes Bienales de Actualización (BUR) presentados a la CMNUCC	Qnt	Numérica	0	5	0.6429	1.1643
Rezago temporal en los datos de emisiones de GEI presentados en los BUR	lag	Numérica	1	19	4.898	8.1645
Índice de Percepción de la Corrupción (IPC)	corr	Numérica	8	75	36.02	181.1144
Uso de los datos por organizaciones internacionales	datause	Numérica	0	1	0.6852	0.05979

Nota: Este cuadro muestra para cada variable seleccionada, el nombre asignado a ser utilizado a efectos estadísticos, qué tipo de variable es (numérica o binaria), su valor mínimo, su valor máximo, su media y su varianza.

Fuente: Elaboración propia.

Preparación de los datos y aplicación del PCAmix

En primer lugar, se construyó un panel con todos los datos de las variables seleccionadas. Para cada variable se cuenta con observaciones anuales por país. Así, se creó un panel con observaciones organizadas por “país-año” para todas las variables.

Para el preprocesamiento de los datos, se comenzó por igualar la cantidad de años disponibles para cada variable, de forma de asegurar un número uniforme

de observaciones por país. Por esa razón, se seleccionó el período 2013-2023 para trabajar, es decir, 11 observaciones por cada país.

Para el período seleccionado, el panel cuenta con algunos valores faltantes para las variables *lag* y *corr*. Dado que el método PCAmix no permite trabajar con valores faltantes, se buscó una solución para cada variable siguiendo criterios específicos. Para la variable *lag*, se utilizó un *backward filling*, imputando el primer valor identificado hacia los años anteriores. Esta decisión se basa en la hipótesis de que el primer reporte que realiza un país generalmente refleja su estado inicial de nivel de capacidades institucionales de reporte, esperándose ver mejoras a lo largo de los siguientes años. En el caso de *corr*, se decidió realizar una imputación de media (*mean imputation*). Esta decisión se basa principalmente en que no se detectaron valores atípicos (*outliers*) que puedan afectar la medida de forma desproporcionada y a que los datos faltantes son pocos. Asimismo, al trabajar con varianzas, el método PCAmix es altamente sensible a *outliers*, por lo cual resultó importante no encontrar *outliers* en los datos trabajados. Finalmente, se quitaron del panel los países que no tenían ningún dato en algunas de las dos variables (son Antigua y Barbuda, Belice, Kiribati, Marshall Island, Micronesia, Nauru, Palau, Samoa, St. Kitts and Nevis, Tonga, Tuvalu, y West Bank and Gaza). Ninguno de estos países ha emitido bonos temáticos verdes, sostenibles o SLB hasta el momento.

Una vez completados los datos faltantes, se verificó que la cantidad de observaciones por país fuera uniforme y que todas las variables fueran numéricas y se comenzó a trabajar en la interpretación de las variables para garantizar que representaran efectos comparables. Por ejemplo, como se explicó previamente, las variables de marcadores o clasificadores presupuestarios y de taxonomía son *dummies* donde 0 representa un estado desfavorable y 1 representa uno favorable. En cambio, para *lag*, un valor más alto indica algo negativo, por lo que se decidió invertir su escala (*lag_invertido*). Esto asegura que todas las variables tengan la misma lógica de "más es mejor". Para invertir la escala de *lag*, se calculó la diferencia entre el mayor rezago del panel y el rezago observado para cada año para cada país. Finalmente, se comparó la varianza antes y luego de los datos faltantes con los ajustes mencionados para asegurar que no hay cambios significativos.

A continuación se presenta el Cuadro 2 que muestra la varianza antes y después

de datos faltantes para cada una de las variables seleccionadas.

Cuadro 2: Varianza con y sin datos faltantes.

Variable	Nombre asignado	Varianza con datos faltantes	Varianza sin datos faltantes
Sistema de marcación o clasificación del gasto climático	cbt	0.0718	0.0779
Taxonomías verdes o sostenibles	taxo	0.0272	0.0296
Cantidad de Informes Bienales de Actualización (BUR) presentados a la CMNUCC	Qnt	1.1643	1.12331
Rezago temporal en los datos de emisiones de GEI presentados en los BUR	lag	8.1645	8.4849
Índice de Percepción de la Corrupción (IPC)	corr	181.1144	182.9389
Uso de los datos por organizaciones internacionales	datause	0.05979	0.05449

Nota: Este cuadro muestra para cada variable seleccionada, el nombre asignado a ser utilizado a efectos estadísticos, la varianza con datos faltantes y la varianza sin datos faltantes.

Fuente: Elaboración propia.

Posteriormente, se procedió a estandarizar todas las variables para que tengan una interpretación homogénea. El proceso de PCAmix identifica aquellas direc-

ciones en las que la varianza es mayor. Como la varianza de una variable se mide en su misma escala elevada al cuadrado, si antes de calcular las componentes no se estandarizan todas las variables para que tengan media 0 y desviación estándar 1, aquellas variables cuya escala sea mayor dominarán al resto. De ahí que sea recomendable estandarizar siempre los datos. Un aspecto relevante para la aplicación del PCAmix es la correlación entre las variables. Por esa razón, una vez escalado el panel, se verificó la correlación entre las variables de forma de anticipar problemas de alta correlación que dificultan el análisis. De ese análisis se constató que la correlación es baja, lo cual es ideal para la aplicación del PCAmix.

A continuación se presenta el Cuadro 3 que muestra la matriz de correlaciones de las variables seleccionadas.

Cuadro 3: Correlación entre variables seleccionadas para el PCAmix

	<i>cbt</i>	<i>taxo</i>	<i>qnt</i>	<i>corr</i>	<i>datause</i>	<i>lag_invertido</i>
<i>cbt</i>	1.000	0.149	0.065	-0.072	0.198	-0.052
<i>taxo</i>	0.149	1.000	0.266	0.017	0.159	0.064
<i>qnt</i>	0.065	0.266	1.000	0.178	0.441	0.333
<i>corr</i>	-0.072	0.017	0.178	1.000	0.180	0.221
<i>datause</i>	0.198	0.159	0.441	0.180	1.000	0.164
<i>lag_invertido</i>	-0.052	0.064	0.333	0.221	0.164	1.000

Nota: Este cuadro muestra la matriz de correlaciones para la variables seleccionadas

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, se aplicó el PCAmix al panel escalado utilizando las variables mencionadas.

Resultados del PCAmix

El análisis de Componentes Principales Mixto (PCAmix) permitió sintetizar la información contenida en un conjunto de variables cuantitativas y cualitativas, generando componentes principales que resumen las principales dimensiones de variación en los datos.

Los componentes principales son combinaciones lineales de las variables originales que maximizan la varianza de los datos en el nuevo espacio de componentes. Cada componente refleja una dimensión particular de variación en los datos y tiene una relevancia específica según la cantidad de varianza que explica. Así, cada componente principal corresponde a una nueva dirección en el espacio definido por las variables originales. Al analizar los resultados del método PCAmix, el orden de los componentes indica la cantidad de varianza que explican. De este modo, el primer componente principal (dim1) es la dirección que explica la mayor parte de la variabilidad en los datos, el segundo componente principal (dim2) captura la mayor parte de la varianza restante, y así sucesivamente. Como se muestra en el Cuadro 4, el análisis mostró que los primeros 6 componentes principales explican el 100% de la variabilidad total en los datos.

Cuadro 4: Proporción de la varianza explicada por cada componente

	eigenvalue	proportion	cumulative
dim1	1.89	31.52	31.52
dim2	1.22	20.35	51.87
dim3	0.88	14.63	66.50
dim4	0.79	13.15	79.65
dim5	0.74	12.27	91.91
dim6	0.49	8.09	100.00

Nota: Este cuadro muestra la proporción de la varianza total explicada por cada uno de los componentes principales. La primera columna presenta el valor denominado eigenvalue, que indica la cantidad de varianza capturada por cada componente principal (a mayor eigenvalue, mayor varianza capturada). La segunda columna muestra la proporción de la varianza total explicada, calculada dividiendo el eigenvalue de cada componente entre la suma total de los eigenvalues. Finalmente, la tercera columna representa la proporción acumulada de la varianza total explicada por los componentes.

Fuente: Elaboración propia.

El primer componente principal explicó el 31.5 % de la varianza, lo que significa que captura la mayor información de los datos originales. El segundo componente también explica un porcentaje relevante de la varianza de los datos originales (20.3 %). Al tiempo que los restantes componentes tienen una participación menor, siendo el componente 6 el que menos explica la varianza de los datos originales (8.0 %).

En relación con la contribución de las variables originales a la varianza total de cada componente principal, como se presenta en el Cuadro 5 las variables cuantitativas explicaron la mayor parte de la varianza en el primer, cuarto, quinto y sexto componente principal, mientras que las variables cualitativas predominaron en la explicación de la varianza en el segundo y tercer componente principal. Específi-

camente, *qnt* y *datause*, que reflejan aspectos clave del país tanto en términos de reporte climático como de la calidad de los datos estadísticos nacionales, explican principalmente la varianza del primer componente principal. *cbt*, junto con *corr*, son las que más contribuyen a la varianza del segundo componente principal. Por su parte, *taxo* y *cbt* explican la mayor parte de la varianza en el tercer componente principal. *corr* y *lag_invertido* son los principales responsables de la varianza en el cuarto componente principal. *datause* y *lag_invertido* explican principalmente la varianza del quinto componente principal. Finalmente, *qnt* y *datause* explican la mayor parte de la varianza en el sexto componente principal.

A continuación se presenta el Cuadro 5 que muestra las contribuciones relativas de cada variable a la varianza de cada componente principal.

Cuadro 5: Contribuciones relativas de las variables en porcentaje

	dim1	dim2	dim3	dim4	dim5	dim6
<i>qnt</i>	33.58	0.01	2.34	4.86	7.43	51.78
<i>corr</i>	9.84	22.22	12.87	51.05	3.00	1.03
<i>datause</i>	26.89	2.62	13.09	1.04	25.09	31.28
<i>lag_invertido</i>	16.30	16.73	2.56	21.91	34.28	8.22
<i>cbt</i>	2.65	43.11	22.43	0.09	28.74	2.98
<i>taxo</i>	10.75	15.31	46.71	21.05	1.47	4.72

Nota: Este cuadro muestra la contribución relativa de las variables originales a la varianza total de cada componente principal, en porcentaje.

Fuente: Elaboración propia.

En resumen, el análisis PCAmix reveló que todas las variables aportan sensiblemente a explicar los diferentes componentes principales que explican las varianzas en los datos. En el Anexo 2 se presentan los gráficos principales del resultado del análisis. Para la construcción del indicador agregado de capacidad institucio-

nal de gestión del reporte climático se decidió realizar una agregación ponderada por la varianza explicada de los cinco componentes principales (que se denomina *transpc*). Se considera que entre esos cinco componentes principales se captura casi la totalidad de la información de la varianza de los datos ⁹. El indicador agregado se escaló entre 0 y 1 para restringirlo a ese rango y facilitar su interpretación. Este indicador agregado servirá como una representación compacta de los datos en función de los componentes principales más relevantes.

3.2. Procedimiento de Heckman

Una vez construido el indicador de capacidad de reporte climático como *proxy* de transparencia climática (*transpc*) de los países, en esta sección se procede a estimar un modelo econométrico para responder a la pregunta principal del trabajo.

El análisis que se presenta a continuación tiene como objetivo evaluar el efecto de la transparencia climática en las emisiones soberanas de bonos temáticos de las EMDE, en particular en su volumen.

La razón de considerar sólo las EMDE se debe al interés particular del análisis en evaluar las características que podrían impulsar las emisiones de bonos soberanos temáticos verdes, sostenibles y SLB en estos países, considerando sus recursos limitados y las cuantiosas necesidades de financiamiento que requieren para alcanzar las metas climáticas ante el AP y que, por ende, necesitan priorizar acciones que fortalezcan sus capacidades y, al mismo tiempo, contribuyan a aumentar los flujos de financiamiento. El análisis tiene un particular foco sobre las capacidades institucionales de los países en términos de la gestión del reporte climático. Es por esa razón que el indicador construido en la sección anterior se basó en información de los reportes climáticos proporcionada por las EMDE a la CMNUCC ¹⁰. De la revisión de la literatura realizada, hasta el momento no se han llevado a cabo investigaciones que intenten analizar de qué forma la capacidad institucional de gestión del reporte como *proxy* de la transparencia climática de los países ha

⁹Excluir el sexto componente principal no altera las principales conclusiones de interés del trabajo. Ver Anexo 3

¹⁰Todos los países emergentes que han emitido deuda temática verde, sostenible o SLB son Parte de la CMNUCC (World Bank 2024)

incidido en las emisiones de bonos soberanos temáticos verdes, sostenibles o SLB.

Para evitar potenciales problemas de endogeneidad se construye un modelo econométrico siguiendo el procedimiento de estimación propuesto por Heckman. A continuación se presenta dicho procedimiento.

3.2.1. Muestra y Procedimiento de Heckman

Se incluye una muestra de 132 EMDE, lo que representa un 85 % de las EMDE. De estos 132 EMDE, 27 han tenido emisiones de bonos temáticos verdes, sostenibles o SLB (20 %). Para alcanzar dicha muestra se partió de la totalidad de las EMDE que son parte de la CMNUCC, 153 en total, y se excluyó de la estimación a los países con falta de información en las variables explicativas seleccionadas.

Para abordar posibles problemas de endogeneidad relacionados con el sesgo potencial de selección de la muestra y obtener estimaciones no sesgadas, se aplica la metodología de Heckman. En general, un sesgo de selección es causado por dos factores: (i) la selección de la muestra por parte de los investigadores, analistas u organizaciones que proporcionan los datos, y (ii) las auto-selecciones de los individuos que están siendo analizados (Chenhall & Moers 2007), (Rutz & Watson 2019), (Wooldridge 2019). El proceso de dos etapas propuesto por Heckman permite aislar el sesgo de selección de la muestra derivado de la auto-selección de las EMDE que deciden emitir bonos temáticos verdes, sostenibles o SLB. Si los sujetos se auto-seleccionan para formar parte de la muestra, un subconjunto de la población permanece no observado porque parte de la población no forma parte de la muestra. Esta auto-selección crea una muestra con una truncación incidental, donde una variable dependiente solo se observa cuando otras variables adoptan valores específicos (Wooldridge 2010). Si no se tiene en cuenta este sesgo, las estimaciones podrían estar sesgadas por el hecho de que los emisores de bonos temáticos son un segmento del número total de las EMDE que decidieron financiarse mediante una emisión de ese tipo de bonos. En efecto, las investigaciones empíricas relacionadas con las emisiones de bonos temáticos presentan desafíos relacionados al sesgo de selección. Por ejemplo, en investigaciones que buscan el *greenium* en emisiones de bonos verdes, el principal problema econométrico es el sesgo de selección al construir una muestra de bonos verdes (Cheong & Choi 2020). Para abordar este problema, se sigue el procedimiento de Heckman que

propone un proceso de dos etapas.

En la primera etapa, modelamos la probabilidad de emitir bonos temáticos verdes, sostenibles o SLB como una función de las determinadas características seleccionadas para los países. Específicamente, se utiliza un modelo probit para estimar la probabilidad de emisión de un bono temático (ecuación de selección). A partir de esa estimación, se obtiene la inversa de la razón de Mills (IMR) que captura el sesgo de endogeneidad. En la segunda etapa, se estima la ecuación de resultado, utilizando el volumen de la primera emisión temática de bonos verdes, sostenibles o SLB realizada como variable dependiente, e incluyendo la IMR obtenida de la ecuación de selección en la primera etapa. El coeficiente de IMR en la ecuación de resultado captura los efectos de las variables no observadas sobre el volumen de emisión y su significancia estadística muestra la magnitud del sesgo que habría estado presente si no se hubiera incorporado a la regresión.

La primera etapa de la estimación en dos etapas de Heckman, conocida como la ecuación de selección, determina si las observaciones representadas en la población son seleccionadas en la muestra final y si las características no medidas podrían influir en la relación en la regresión de la segunda etapa. Una regresión probit con una variable binaria de selección como variable dependiente estima la probabilidad de que las observaciones sean seleccionadas en la muestra. Esta regresión probit de la primera etapa incluye todas las variables explicativas de la regresión principal del estudio. Se estima con base en todas las observaciones disponibles, no solo el subconjunto de la muestra final. Además de eso, la estimación debe incluir al menos una variable llamada instrumento, que no aparece en la segunda etapa. Este requisito se conoce como restricción de exclusión y es crucial para aplicar correctamente la estimación en dos etapas de Heckman. La restricción de exclusión consta de dos condiciones. Los instrumentos (i) deben afectar la variable de selección y, por lo tanto, el proceso de selección en la primera etapa, ya que son responsables de describir la probabilidad de que las observaciones entren en la muestra. Al mismo tiempo, los instrumentos (ii) no deben influir directamente en la variable dependiente de la relación principal de interés.

En este caso, en la primera etapa la ecuación de selección será utilizada para explicar las probabilidades de que un país emita bonos soberanos temáticos verdes, sostenibles o SLB. La ecuación de selección modelará las probabilidades de

que un país emita un bono de este tipo, tomando en cuenta ciertas variables que afectan esa decisión. Las variables que se incluyen en la primera etapa del procedimiento de Heckman reflejan condiciones macroeconómicas e institucionales, así como variables asociadas a las características ambientales de los países, en línea con la revisión de la literatura, que afectan directamente la probabilidad de emitir un bono soberano verde, sostenible o SLB.

Para considerar los factores macroeconómicos e institucionales, se considera, por un lado, el crecimiento económico como variable fundamental para la capacidad de un país para invertir en proyectos de sostenibilidad. En efecto, un país con un crecimiento económico sostenido puede tener mayores recursos fiscales y un entorno económico más estable, potencialmente favoreciendo a la emisión de bonos verdes, sostenibles o SLB. Existe abundante literatura que explica la relación entre el crecimiento económico y el desarrollo de los mercados financieros y de capitales (Patrick 1966) (Greenwood & Jovanovic 1990) (Claessens et al. 2007) (Smaoui et al. 2017). Por otra parte, se considera un índice de profundidad de los mercados financieros, que mide el nivel de desarrollo de los mercados financieros de un país. Un mercado financiero más profundo implica una mayor disponibilidad de instrumentos de inversión, mayor liquidez, y un mejor acceso a fuentes de financiamiento para los emisores de bonos (Claessens et al. 2007). Un mercado financiero más profundo puede incidir en la probabilidad de que un país emita estos tipos de bonos debido a una mayor capacidad para conectar a los emisores con los inversores que buscan cumplir sus objetivos sostenibles. Por otro lado, se considera el grado inversor. Refiere a la calificación crediticia de un país que refleja su solvencia y capacidad para cumplir con sus obligaciones financieras. Calificaciones de crédito pobres limitan la posibilidad de los soberanos de levantar fondos en los mercados globales de capital, y por ende, también limitan el acceso a financiamiento para la acción climática (Monnin et al. 2024). De acuerdo con (Agliardi & Agliardi 2019) una mejor calificación crediticia impulsa el desarrollo del mercado de bonos verdes. En ese sentido, un país con un grado inversor alto tiene menor riesgo de impago y, por lo tanto, es más probable que sea capaz de emitir bonos temáticos sostenibles, ya que los inversores en estos bonos buscan estabilidad financiera. La calificación crediticia también está vinculada a la percepción de riesgo que los inversores tienen sobre el emisor, y los bonos temáticos

verdes o sostenibles a menudo requieren una percepción de solidez y compromiso con la sostenibilidad a largo plazo.

Como factor de las condiciones institucionales, se incluye el indicador de capacidad de reporte climático, como *proxy* de la transparencia climática. El indicador de transparencia climática pretende reflejar la capacidad de un país de informar y reportar información sobre sus políticas y acciones en relación con el cambio climático. Los bonos temáticos verdes, sostenibles y SLB requieren de mayores exigencias de transparencia, por lo que los países con mayor nivel de transparencia climática deberían ser más propensos a emitir estos bonos. Esta es la principal variable de interés a considerar en la ecuación de selección como en la ecuación de resultados del procedimiento de Heckamn.

Finalmente se consideran dos variables asociadas a las características ambientales de los países. En primer lugar se considera, el World Risk Index (Índice de Riesgo Global) que mide el nivel de vulnerabilidad de un país ante desastres naturales, crisis climáticas y otros factores de riesgo. Este índice es crucial para evaluar la necesidad de invertir en proyectos sostenibles que mitiguen estos riesgos. Si un país tiene un alto índice de riesgo, es probable que sus necesidades de financiamiento para su adaptación al cambio climático sean mayores y por ende mayor la motivación para acceder a financiamiento a través de los mercados de bonos temáticos. Asimismo, se considera un indicador de preferencias ambientales refleja el grado de conciencia y apoyo social y político a la sostenibilidad y el ambiente dentro de un país. Si la sociedad y las autoridades no priorizan el ambiente, es menos probable que el país emita bonos verdes o sostenibles Rodrigues et al. (2019). Además, los países con preferencias ambientales más bajas podrían enfrentar dificultades para justificar proyectos sostenibles ante los inversores.

De esa forma, la ecuación de selección fue definida de la siguiente forma:

$$\begin{aligned}
 gbond_i = & \beta_0 + \beta_1 \times fmd_index_i + \beta_2 \times inv_grade_i \\
 & + \beta_3 \times gdp_10y_i + \beta_4 \times transpc_i + \beta_5 \times wrindex_i + \beta_6 \times epi_i + \epsilon_i
 \end{aligned} \tag{1}$$

Donde $gbond_i$ es una variable binaria para cada país con 1 si el país emitió deuda temática verde, sostenible o SLB y 0 en caso contrario. En tanto, las variables explicativas para esta ecuación de selección son:

- **Índice de Profundidad de los Mercados Financieros** (fmd_index_i). Esta variable busca reflejar el nivel de desarrollo financiero de los países a través de los datos del Índice de Mercados Financieros publicados por el FMI. El Índice de Profundidad de los Mercados Financieros (FMD) forma parte del Índice de Desarrollo Financiero (FD), un ranking relativo de países basado en la profundidad, el acceso y la eficiencia de sus instituciones financieras y mercados financieros. El Índice de Profundidad de los Mercados Financieros incluye datos sobre la capitalización bursátil sobre el PIB, acciones negociadas sobre el PIB, valores de deuda internacional gubernamental sobre el PIB, valores de deuda total de corporaciones financieras y no financieras sobre el PIB. Esta variable captura aspectos relevantes de las capacidades financieras de un país a la hora de emitir deuda.
- **Grado Inversor** (inv_grade_i). Esta variable refleja si el país cuenta con grado inversor. Para esta variable se tomó información de Trading Economics. La calificación de riesgo de un país es determinante para la emisión de bonos tradicionales y, por tanto, para la emisión de bonos temáticos.
- **Crecimiento económico** (gdp_10y_i). Esta variable representa la tasa de crecimiento promedio del país en los 10 años previos a la emisión. La hipótesis para incorporar esta variable es recoger en el modelo como condiciones macroeconómicas favorables, explicitadas en un mayor crecimiento económico, contribuyen a explicar la emisión de bonos temáticos verdes, sostenibles o SLB. Los datos de crecimiento económico de los países fueron obtenidos de la base del FMI World Economic Outlook Octubre 2024.
- **Indicador de transparencia climática** ($transpc_i$). Este indicador busca reflejar la capacidad institucional de gestión del reporte climático por parte de las EMDE, ateniendo a las crecientes exigencias de transparencia por parte de los inversores en los mercados de deuda temática. La construcción de este indicador fue presentada en la sección anterior. La decisión de medir la capacidad de reporte climático a través de este indicador de transparencia climática se basa en que hasta el momento la mayor parte de las emisiones de bonos temáticos verdes, sostenibles y SLB se destinan a financiar proyectos

de mitigación al cambio climático (Buchner et al. 2023), en lugar de proyectos relacionados con la adaptación al cambio climático, la conservación de la naturaleza u otros desafíos ambientales.

- **World Risk Index ($wrindex_i$)**. El Índice de Riesgo Mundial (WorldRiskIndex) indica el riesgo de desastres derivados de eventos naturales extremos ¹¹ y los impactos negativos del cambio climático para 193 países del mundo. Se calcula por país como la media geométrica de la exposición y la vulnerabilidad. Este índice es desarrollado por el Instituto de Derecho Internacional de la Paz y los Conflictos Armados (IFHV) de la Universidad de Ruhr en Bochum. El índice varía entre 0 y 100, siendo 0 el menor nivel de riesgo y 100 el mayor nivel de riesgo. Siguiendo a Rodrigues et al. (2019) se intenta entender si el nivel de exposición y vulnerabilidad al cambio climático de un país incide en la emisión de bonos temáticos.
- **Indicador de preferencias ambientales (epi_i)**. Para evaluar las preferencias ambientales de un país se utiliza el Índice de Desempeño Ambiental, calculado por la Universidad de Yale en colaboración con el Foro Económico Mundial (Block et al. 2024). Este índice proporciona una evaluación cuantitativa que refleja cómo varía el desempeño ambiental entre diferentes países en un momento determinado. El índice se calcula en una escala de 0 a 100, donde 0 representa el peor desempeño y 100 el mejor. Se calcula a través de un promedio ponderado de 58 indicadores distribuidos en 11 categorías (gestión de residuos, materiales pesados, agua potable y saneamiento, calidad del aire, recursos hídricos, agricultura, contaminación del aire, pesca, bosques, biodiversidad y hábitat, mitigación al cambio climático). Siguiendo a Rodrigues et al. (2019) se considera esta variable como un indicador de las preferencias ambientales de un país, bajo la suposición de que el desempeño ambiental de un país y sus preferencias ambientales están fuertemente correlacionados.

A continuación se presenta el Cuadro 6 que resume las principales estadísticas descriptivas de las variables de la ecuación de selección.

¹¹Incluidos tanto los vinculados al cambio climático como los independientes de este, como los terremotos.

Cuadro 6: Estadísticas descriptivas de las variables de la ecuación de selección.

<i>gbond</i>	Freq.	Percent	Cum.		
0	126	82.35	82.35		
1	27	17.65	100.00		
Total	153	100.00			

Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
<i>gbond</i>	153	0.1764706	0.382472	0	1
<i>fmd_index</i>	144	0.1389029	0.1979441	0	0.953
<i>inv_grade</i>	153	0.2091503	0.4080376	0	1
<i>gdp_10y</i>	153	2.712582	2.713056	-10.7141	17.85
<i>transpc</i>	140	0.4577714	0.1254428	0.19255832	0.9620779
<i>wrindex</i>	152	8.968684	9.832184	0.67	47.51
<i>epi</i>	143	40.60937	10.46677	18.9	81.26

*Nota: Este cuadro muestra las estadísticas descriptivas de las variables incorporadas en la ecuación de selección. Primero se presentan las estadísticas de la variable dependiente binaria *gbond*, siendo la primera columna la cantidad de observaciones para cuando toma el valor 1 (emisión de bono temático) o 0 en caso contrario, la segunda columna presenta la frecuencia relativa, y la tercera columna la frecuencia acumulada. Luego, se presentan para todas las variables, la cantidad de observaciones, la media, la desviación estándar, su mínimo y su máximo.*

Fuente: Elaboración propia.

Es importante mencionar que para evitar posibles problemas de causalidad explicativa de las variables, para cada país se consideran las variables en el año previo a la primera emisión de bonos temáticos verdes, sostenibles o SLB. Para los países que no han emitido bonos temáticos, se considera el último valor disponible

para cada variable. Esto permite evitar cualquier incidencia que tenga la emisión de bonos verdes, sostenibles o SLB en las variables explicativas seleccionadas.

Las variables seleccionadas como restricciones de exclusión en este análisis son $wrindex_i$ y epi_i . $wrindex_i$ es una variable que refleja la exposición y vulnerabilidad al cambio climático y puede influir en la probabilidad de que un país emita deuda verde, sostenible o SLB porque estos instrumentos están diseñados específicamente para financiar proyectos que aborden desafíos ambientales, como mitigación y adaptación al cambio climático. Países más expuestos y vulnerables pueden estar bajo mayor presión internacional, social o económica para adoptar políticas sostenibles, lo que incluye la emisión de deuda temática como señal de compromiso ambiental. Sin embargo, esta misma vulnerabilidad no necesariamente determina el volumen de emisión, ya que este depende de otros factores, como la capacidad fiscal del país, el desarrollo de su mercado financiero y la demanda de inversionistas. Por lo tanto, mientras la exposición y vulnerabilidad al cambio climático puede motivar la emisión como una decisión estratégica, el monto emitido está más ligado a restricciones económicas y estructurales.

De forma similar, el índice de desempeño ambiental (epi_i) refleja las políticas y el compromiso de un país con la sostenibilidad y el ambiente, lo cual puede influir significativamente en la probabilidad de emitir deuda verde. Los países con un alto desempeño ambiental suelen tener marcos regulatorios robustos, metas climáticas claras y una mayor presión interna y externa para abordar el cambio climático, lo que los hace más propensos a optar por instrumentos financieros verdes para financiar proyectos sostenibles. Sin embargo, el epi_i no necesariamente afecta el monto de la emisión, ya que este está más determinado por factores económicos y financieros, como la estabilidad fiscal y las condiciones del mercado internacional de deuda. Aunque un buen desempeño ambiental puede aumentar la probabilidad de emisión de deuda verde como una medida de compromiso, el volumen de la emisión depende de la capacidad del país para estructurar y colocar una cantidad significativa de deuda en los mercados financieros, lo cual está influenciado por aspectos como la demanda de los inversionistas y las necesidades específicas de financiamiento del país.

La predicción lineal de la estimación probit de primera etapa se utiliza para modelar un parámetro de selección, comúnmente conocido como la razón inver-

sa de Mills (IMR, por sus siglas en inglés). Este parámetro captura información potencialmente no medible y no observable de la muestra. La IMR se calcula dividiendo la función de densidad de probabilidad normal por la distribución acumulada normal. Luego, este parámetro se inserta en la regresión de la segunda etapa y representa la covarianza entre los términos de error de las dos etapas bajo las suposiciones del modelo. El coeficiente de la IMR se denota frecuentemente como Lambda (λ).

La regresión principal de este trabajo, se denomina ecuación de resultado y se define de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} \lnamt_i = & \beta_0 + \beta_1 \times fmd_index_i + \beta_2 \times inv_grade_i \\ & + \beta_3 \times gdp_10y_i + \beta_4 \times transpc_i + \beta_5 \times IMR_i + \epsilon_i \end{aligned} \quad (2)$$

La variable dependiente \lnamt_i es el logaritmo del volumen de la primera emisión temática de bonos verdes, sostenibles o SLB. Las variables independientes fueron el índice de profundidad de los mercados financieros (fmd_index_i), grado inversor (inv_grade_i) y el indicador de nivel de transparencia climática ($transpc_i$). Se excluyen de esta ecuación las restricciones de exclusión mencionadas previamente, $wrindex_i$ y epl_i .

3.3. Resultados

El modelo de selección de Heckman fue estimado utilizando el método de máxima verosimilitud (MLE) con el fin de corregir el posible sesgo de selección en la variable dependiente \lnamt_i . El modelo incluye una ecuación de selección y una ecuación de regresión principal, cuyos resultados se describen a continuación.

En la ecuación de regresión principal, se encontró que tres variables tienen un efecto significativo sobre \lnamt_i . El índice fmd_index_i mostró un coeficiente de 1.785 ($p = 0.018$), lo que indica que un incremento en este índice está asociado con un aumento significativo en \lnamt_i . La variable inv_grade_i también presentó un efecto positivo y significativo, con un coeficiente de 0.934 ($p = 0.039$), sugiriendo que una mejora en la calificación de inversión se relaciona con mayores valores de \lnamt_i . Por su parte, la variable $transpc_i$ tuvo un coeficiente de 3.747 ($p = 0.023$), mostrando un impacto sustancial y significativo en la variable dependiente. Por

el contrario, la variable gdp_10y_i no resultó ser significativa (coeficiente = 0.071, $p = 0.507$), lo que indica que el crecimiento económico a diez años no tiene un efecto claro sobre $lnamt_i$ en este modelo.

En la ecuación de selección, que explica la probabilidad de que una observación esté incluida en la muestra (es decir, que $lnamt_i$ no esté censurado), también se encontraron varios resultados relevantes. El índice fmd_index_i mostró un coeficiente positivo y significativo de 1.871 ($p = 0.019$), sugiriendo que esta variable incrementa la probabilidad de selección. De manera similar, la variable gdp_10y_i fue significativa, con un coeficiente de 0.138 ($p = 0.021$), indicando que el crecimiento económico influye en la selección de la muestra. Las variables $wrindex_i$ (coeficiente = 0.036, $p = 0.024$) y epi_i (coeficiente = 0.070, $p = 0.000$) también fueron significativas, lo que evidencia su papel en la determinación de la inclusión en la muestra. Por otro lado, las variables inv_grade_i y $transpc_i$ no presentaron efectos significativos en la ecuación de selección.

Los parámetros de selección y ajuste confirmaron la presencia de sesgo de selección en el modelo. El coeficiente $athrho$ fue significativo (coeficiente = 0.755, $p = 0.039$), lo que indica una correlación sustancial entre los errores de las ecuaciones de selección y regresión principal. Esto se refuerza con el valor estimado de rho (0.638), que muestra una correlación moderada-alta entre los términos de error. El coeficiente lambda, que representa el término de corrección de Mills, fue de 0.569, con un intervalo de confianza positivo, lo que subraya la necesidad de corregir el sesgo de selección en el modelo.

Finalmente, la prueba de razón de verosimilitud (LR test) para la independencia de las ecuaciones arrojó un estadístico chi-cuadrado de 4.25 ($p = 0.039$), lo que permite rechazar la hipótesis nula de independencia entre las ecuaciones de selección y regresión. Este resultado confirma la presencia de sesgo de selección y justifica la aplicación del modelo de Heckman.

En conclusión, el modelo de Heckman ajustado mediante MLE evidencia la existencia de sesgo de selección en la muestra analizada. Las variables fmd_index_i , inv_grade_i y $transpc_i$ tienen un impacto significativo sobre $lnamt_i$, mientras que gdp_10y_i no resulta relevante en esta ecuación. Por su parte, en la ecuación de selección, fmd_index_i , gdp_10y_i , $wrindex_i$ y epi_i influyen en la probabilidad de inclusión en la muestra, confirmando la importancia de corregir el sesgo de

selección para obtener estimaciones insesgadas y eficientes.

A continuación se presenta el Cuadro 7 que resume los resultados de la estimación del modelo de selección de Heckman por Máxima Verosimilitud.

Cuadro 7: Resultados de la estimación del modelo de selección de Heckman por Máxima Verosimilitud.

<i>lnamnt</i>	Modelo
<i>fmd_index</i>	1.785312 (0.018)*
<i>inv_grade</i>	0.934224 (0.039)*
<i>gdp_10y</i>	0.071041 (0.507)
<i>transpc</i>	3.746951 (0.023)*
<i>const</i>	3.212559 (0.005)*
<i>Select</i>	
<i>fmd_index</i>	1.87139 (0.019)*
<i>inv_grade</i>	0.1827437 (0.643)
<i>gdp_10y</i>	0.1379587 (0.021)*
<i>transpc</i>	0.8315221 (0.70)
<i>wrindex</i>	0.0357286 (0.024)*
<i>epl</i>	0.0695842 (0.000)*
<i>const</i>	-5.378453 (0.000)*
<i>/athrho</i>	0.7549351 (0.039)
<i>/lnsigma</i>	-0.1138913 (0.478)
<i>rho</i>	0.6380839
<i>sigma</i>	0.8923549
<i>lambda</i>	0.5693974
LR test of indep. eqns. (rho = 0): chi2(1) = 4.25 Prob >chi2 = 0.0393	
N	132
Censored obs	105
Uncensored obs	27
Wald chi2 (4)	23.92
Prob >chi2	0.0001

Nota 1: *p-values* para H_0 : el coeficiente es igual a cero están entre paréntesis debajo de los coeficientes estimados.
* significativo al nivel 0.05.

Nota 2: Este cuadro muestra los resultados de la estimación por Máxima Verosimilitud del modelo de selección de Heckman.

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados confirman que la emisión de bonos temáticos tiene más probabilidades de ocurrir en las EMDE con mejores condiciones macroeconómicas y financieras, una mayor exposición y vulnerabilidad al cambio climático y una puntuación ambiental más alta. Estos resultados están en línea con la evidencia empírica previa. En tanto, mientras el indicador de transparencia climática no resulta significativo para explicar la probabilidad de emitir deuda verde, sostenible o SLB, sí lo es para explicar el volumen de emisión. Esto tiene sentido porque un país con mayor transparencia climática genera confianza en los inversionistas. Los emisores de deuda verde, sostenible o SLB necesitan demostrar de manera clara y verificable que los fondos recaudados serán utilizados para proyectos ambientalmente sostenibles, lo cual se facilita cuando hay un alto nivel de transparencia. La divulgación adecuada de datos sobre emisiones, políticas de cambio climático, y el impacto de proyectos sostenibles permite a los inversionistas evaluar mejor los riesgos y beneficios asociados con las emisiones de deuda temática. Además, los países con mayor transparencia climática están mejor posicionados para cumplir con los requisitos de los inversionistas institucionales, quienes exigen estándares estrictos de divulgación y rendición de cuentas. Al reducir el riesgo percibido y aumentar la confianza en la gestión de los fondos, un país con mayor transparencia climática puede atraer un mayor volumen de inversión en deuda verde, sostenible o SLB, lo que le permite emitir un mayor monto de deuda.

En suma, los resultados del análisis proveen de evidencia para apoyar las siguientes conclusiones:

- Las emisiones de bonos verdes, sostenibles o SLB tienen más probabilidad de ser emitidos en países con mayor profundidad de sus mercados financieros y con una mejor performance macroeconómica reflejada por su tasa promedio de crecimiento económico reciente.
- Las emisiones de bonos verdes, sostenibles o SBL son más probables en países con mayor exposición y vulnerabilidad al cambio climático así como en aquellos con mayores preferencias ambientales.
- Ser un país con grado inversor no incide en la probabilidad de emitir deuda temática verde, sostenible o social pero sí en el volumen de la emisión.

- El nivel de transparencia climática, indicador de especial interés en este trabajo, no es significativo para explicar la probabilidad de emitir deuda temática verde, sostenible o SLB de un país pero si explica significativamente el volumen de la emisión. Emisiones de poco volumen generalmente no requieren de mayores capacidades en transparencia pues se trata, por ejemplo, únicamente de mostrar como los recursos se usaron en pocos proyectos sostenibles, lo cual denota una visión más “artesanal”, mientras que mayores volúmenes requieren de otros tipos de capacidades.

4. Limitaciones e investigación futura

Los resultados de este estudio deben considerarse en el contexto de diversas limitaciones. Debido a que aún existe limitada literatura en el tema de investigación propuesto fue complejo encontrar estudios similares en los que basarse y, por ende, se trata de un análisis pionero, aunque preliminar, para tratar de entender cómo la capacidad de reporte y transparencia inciden en la emisión de bonos soberanos temáticos verdes, sostenibles y SLB de las EMDE y, en particular, sobre su volumen.

El análisis realizado solo considera la emisión de bonos verdes, sostenibles o SBL realizadas por soberanos en el mercado primario, sin considerar información de los mercados secundarios. Además, no se consideran emisiones de subsoberanos, que también tienen una importancia relevante para cerrar la brecha de financiamiento climático. Tampoco se consideran determinadas características de los bonos emitidos, como ser cupón, rendimiento o si fueron certificados o pasaron por una verificación de segunda parte. Adicionalmente, los datos no se trabajan como panel. En la medida que existan más emisiones, tratar los datos como un panel puede mejorar las estimaciones.

Por otro lado, se limitó el análisis a un conjunto de características que se consideran relevantes en términos de la literatura, de entrevistas realizadas y para las cuales se pudo encontrar datos suficientes. Sin embargo, tanto la construcción del indicador de transparencia climática como el modelo econométrico pueden ser ampliados y algunas de las variables pueden ser reemplazadas. No se buscó ser exhaustivos ni absolutos en el análisis, sino proponer un enfoque original para

entender la diferencia en la emisión de bonos soberanos verdes, sostenibles y SLB entre países y, en particular, entender la incidencia del nivel de transparencia climática de los países.

En lo que refiere a la construcción de un indicador de transparencia climática, existen posibilidades de mejora en la selección de variables a considerar. Si bien se entiende que se realizó un amplio relevamiento de variables que contribuyen a explicar el nivel de transparencia climática, la mayor divulgación de información por parte de los países en el marco de mayores esfuerzos de transparencia a nivel global, como el Marco de Transparencia Reforzado (MTF)¹², puede aportar mayor información que sea relevante para la construcción de este indicador. De todas formas, el MTR aún sigue siendo muy reciente y el *compliance* muy bajo, por lo que no existen suficientes datos como para robustecer el índice de transparencia climática.

En cuanto a la selección de variables de la modelización econométrica, también existen posibilidades de analizar diferentes alternativas. Por ejemplo, en cuanto a las restricciones de exclusión, existen alternativas a considerar para la exposición y vulnerabilidad al cambio climático, como ser el ND-GAIN de la Universidad de Notre Dame. También es posible analizar alternativas en las variables macroeconómicas y financieras seleccionadas.

5. Conclusiones

Aunque el mercado de bonos soberanos verdes, sostenibles y SLB ha crecido significativamente en los últimos años, la emisión sigue representando un porcentaje muy menor de las emisiones totales de deuda, en particular a nivel de los países emergentes. Para cerrar la brecha de financiamiento climático necesario para cumplir con las metas de cambio climático se requiere movilizar mayores recursos, fundamentalmente del sector privado, y los mercados de deuda ofrecen una oportunidad para lograrlo. No obstante, acceder a mercados de deuda con emisiones de bonos temáticos verdes, sostenibles y SLB tiene varios desafíos para

¹²El Marco de Transparencia Reforzado (MTR), establecido en 2015 bajo el Acuerdo de París, consiste en un conjunto de directrices que permite a los países monitorear y reportar sus avances en la acción climática, abarcando la mitigación, la adaptación y el apoyo brindado o recibido (CMNUCC 2022).

los países emergentes. Uno de ellos está vinculado con la necesidad de desarrollar capacidades institucionales de reporte climático para informar a los inversores y reducir el riesgo de greenwashing.

En primer lugar, este trabajo construyó un indicador de capacidad de gestión del reporte climático como *proxy* de transparencia climática para las EMDE, debido a que no se encontraron disponibles indicadores de este tipo en la revisión de literatura y de datos realizada. Posteriormente, se integró el indicador *proxy* de transparencia climática en un modelo econométrico estimado siguiendo el procedimiento de Heckman, para controlar posibles problemas de endogeneidad por sesgos de selección.

De análisis realizado se encontró evidencia empírica de que los bonos verdes, sostenibles o SLB tienen más probabilidad de ser emitidos en países con mayor profundidad de sus mercados financieros, con una mejor performance macroeconómica reflejada por su tasa promedio de crecimiento económico reciente, con mayor exposición y vulnerabilidad al cambio climático así como en aquellos con mayores preferencias ambientales. El grado inversor y el nivel de transparencia climática no resultaron significativos para explicar la probabilidad de emisión de bonos soberanos verdes, sostenibles o SLB. En tanto, se encontró evidencia empírica que, además del nivel de profundidad de los mercados financieros, ser grado inversor y tener un mejor nivel de transparencia climática incide positivamente en el volumen de la emisión.

Finalmente, como se reconoció anteriormente, el estudio presenta limitaciones y debe considerarse como un enfoque empírico preliminar para entender qué características impulsan el mercado de bonos soberanos verdes, sostenibles y SLB en países emergentes, así como evaluar la incidencia de la transparencia climática de los países. Si bien existe espacio para una investigación más exhaustiva, gran parte de ella depende de la disponibilidad de nuevos datos, lo que convierte este trabajo en una investigación en curso.

Referencias

Agliardi, E. & Agliardi, R. (2019), ‘Financing environmentally-sustainable projects with green bonds’.

URL: <https://doi.org/10.1017/S1355770X19000020>

Ando, S., Fu, C., Roch, F. & Wiriadinata, U. (2023), ‘How Large is the Sovereign Greenium?’.

URL: <https://www.imf.org/en/Publications/WP/Issues/2023/04/07/How-Large-is-the-Sovereign-Greenium-530332>

Ando, S., Roch, F., Wiriadinata, U. & Fu, C. (2022), ‘Sovereign Climate Debt Instruments: An Overview of the Green and Catastrophe Bond Markets’.

URL: <https://www.imf.org/en/Publications/staff-climate-notes/Issues/2022/06/29/Sovereign-Climate-Debt-Instruments-An-Overview-of-the-Green-and-Catastrophe-Bond-Markets-518272>

Anh, T. C., Rasoulinezhad, E. & Sarker, T. (2020), ‘Investigating solutions for the development of a green bond market: Evidence from analytic hierarchy process’.

URL: <https://doi.org/10.1016/j.frl.2020.101457>

Banga, J. (2019), ‘The green bond market: a potential source of climate finance for developing countries’, *Journal of Sustainable Finance & Investment* **9**, 17–32.

URL: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/20430795.2018.1498617>

BID (2023), ‘The Green Bond Transparency Platform (GBTP) Fact Sheet’.

URL: <https://www.greenbondtransparency.com/support/resources/gbtp-fact-sheet-august-2023.pdf>

Block, S., Emerson, J., Esty, D., Sherbinin, A., Wendling, Z. & et al. (2024), ‘2024 Environmental Performance Index.’.

Boyd, J. H. & Prescott, E. C. (1986), ‘Financial intermediary-coalitions’.

URL: [https://doi.org/10.1016/0022-0531\(86\)90115-8](https://doi.org/10.1016/0022-0531(86)90115-8)

Buchner, B., Naran, B., Padmanabhi, R., Stout, S., Strinati, C., Wignarajah, D., Miao, G., Connolly, J. & Marini, N. (2023), ‘Global Landscape of Climate Fi-

nance 2023’.

URL: <https://www.climatepolicyinitiative.org/publication/global-landscape-of-climate-finance-2023/>

Cheng, G., Ehlers, T., Packer, F. & Xiao, Y. (2024), ‘Sovereign green bonds: a catalyst for sustainable debt market development?’.

URL: <https://www.bis.org/publ/work1198.htm>

Chenhall, R. H. & Moers, F. (2007), ‘The issue of endogeneity within theory-based, quantitative management accounting research’, *European Accounting Review* **16**, 173–196.

URL: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09638180701265937>

Cheong, C. & Choi, J. (2020), ‘Green bonds: a survey’, *Journal of Derivatives and Quantitative Studies* **28**, 175–189.

Chesini, G. (2024), ‘Can Sovereign Green Bonds Accelerate the Transition to Net-Zero Greenhouse Gas Emissions?’, *International Advances in Economic Research* **30**, 177–197.

URL: https://ideas.repec.org/a/kap/iaecre/v30y2024i2d10.1007_s11294-024-09900-6.html

Claessens, S., Klingebiel, D. & Schmukler, S. (2007), ‘Government Bonds in Domestic and Foreign Currency: the Role of Institutional and Macroeconomic Factors’.

URL: <https://doi.org/10.1111/j.1467-9396.2007.00682.x>

CMNUCC (2014), ‘UNFCCC Standing Committee on Finance: 2014 Biennial Assessment and Overview of Climate Finance Flows Report’.

URL: <https://unfccc.int/topics/climate-finance/workstreams/transparency-of-support-ex-post/biennial-assessment-and-overview-of-climate-finance-flows/the-second-biennial-assessment-and-overview-of-climate-finance-flows-2014>

CMNUCC (2022), ‘Manual de Referencia sobre el Marco de Transparencia Reforzado previsto en el Acuerdo de París: Comprendiendo el marco de transparencia

reforzado y sus vínculos’.

URL: <https://unfccc.int/documents/268136>

CMNUCC (2023), ‘2023 Synthesis report on GST elements’.

URL: <https://www.un.org/en/climatechange/global-stocktake-reports-highlight-urgent-need-for-accelerated-action-to-reach-climate-goals>

CMNUCC (2024), ‘COP29 acuerda triplicar la financiación a los países en desarrollo, protegiendo vidas y medios de subsistencia’.

URL: https://unfccc.int/es/news/cop29acuerdatriplicarlafinanciacionalos-paisesendesarrolloprotegiendovidasymediosdeutm_sourcechatgpt.com

CMNUCC (n.d.), ‘Transparency’.

URL: <https://unfccc.int/Transparency>

Cochu, A., Glenting, C., Hogg, D., Georgiev, I., Skolina, J., Eisinger, F., Jespersen, M., Agster, R., Fawkes, S. & Chowdhury, T. (2016), ‘Study on the potential of green bond finance for resource-efficient investments’.

URL: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/5a95e1b0-dc82-11e6-ad7c-01aa75ed71a1>

Cárdenas, M., Bonilla, J. P. & Brusa, F. (2021), ‘Climate policies in latin america and the caribbean: Success stories and challenges in the fight against climate change’, *Climate Policies in Latin America and the Caribbean: Success Stories and Challenges in the Fight against Climate Change* .

Dan, A. & Tiron-Tudor, A. (2021), ‘The Determinants of Green Bond Issuance in the European Union’.

URL: <https://doi.org/10.3390/jrfm14090446>

Dang, H. A. H., Pullinger, J., Serajuddin, U. & Stacy, B. (2023), ‘Statistical performance indicators and index—a new tool to measure country statistical capacity’, *Scientific Data* 2023 10:1 **10**, 1–14.

URL: <https://www.nature.com/articles/s41597-023-01971-0>

David., Z. O. (2019), ‘The effect of pro-environmental preferences on bond prices:

Evidence from green bonds’.

URL: <https://doi.org/10.1016/j.jbankfin.2018.10.012>

Deschryver, P. & de Mariz, F. (2020), ‘What Future for the Green Bond Market? How Can Policymakers, Companies, and Investors Unlock the Potential of the Green Bond Market?’.

URL: <https://doi.org/10.3390/jrfm13030061>

Eguino, H., Alvarenga, M. & Carrasco, L. G. (2024), ‘Situación de las políticas fiscales para la acción climática: relevamiento de línea de base 2023 para américa latina y el caribe’.

URL: <https://publications.iadb.org/es/situacion-de-las-politicas-fiscales-para-la-accion-climatica-relevamiento-de-linea-de-base-2023>

Eichengreen, B. & Luengnaruemitchai, P. (2004), ‘Why doesn’t Asia have bigger bond markets?’.

URL: <https://ssrn.com/abstract=559226>

Greenwood, J. & Jovanovic, B. (1990), ‘Financial Development, Growth, and the Distribution of Income’.

URL: <https://www.jstor.org/stable/2937625>

Grzegorzcyk, M. & Wolff, G. (2022), ‘Greeniums in sovereign bond markets’.

URL: <https://www.bruegel.org/working-paper/greeniums-sovereign-bond-markets>

ICMA (2021), ‘Green bond principles’.

ICMA (2023), ‘Market integrity and greenwashing risks in sustainable finance’.

URL: <https://www.icmagroup.org/News/news-in-brief/icma-releases-new-paper-on-market-integrity-and-greenwashing-risks-in-sustainable-finance/>

ICMA (2024a), ‘Sustainability-linked bond principles’.

ICMA (2024b), ‘Transition finance in the debt capital market’.

URL: <https://www.icmagroup.org/News/news-in-brief/icma-publishes-a-new-paper-on-transition-finance-in-the-debt-capital-market/>

- IPCC (2023), ‘Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change’.
URL: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/>
- Ma, J., Kaminker, C., Kidney, S. & Pfaff, N. (2016), ‘Green Bonds: Country Experiences, Barriers and Options’.
URL: <https://www.cbd.int/financial/greenbonds/oecd-greenbondscountries2016.pdf>
- McKenzie, B. & Review, I. F. L. (2019), ‘Critical challenges facing the green bond market’.
- Monnin, P., Feyertag, J., Robins, N. & Wollenweber, A. (2024), ‘Aligning sovereign bond markets with the net zero transition: the role of central banks - Grantham Research Institute on climate change and the environment’.
URL: <https://www.lse.ac.uk/granthaminstitute/publication/aligning-sovereign-bond-markets-with-the-net-zero-transition-the-role-of-central-banks/>
- Naciones Unidas (2015), ‘Acuerdo de París. Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático’.
URL: https://unfccc.int/sites/default/files/spanish_paris_agreement.pdf
- Natixis (2023), ‘The new geography of taxonomies | our center of expertise’.
URL: <https://gsh.cib.natixis.com/our-center-of-expertise/articles/the-new-geography-of-taxonomies>
- OECD (2015), ‘Aligning policies for a low-carbon economy’, *Aligning Policies for a Low-carbon Economy* .
URL: https://www.oecd.org/en/publications/aligning-policies-for-a-low-carbon-economy_9789264233294-en.html
- OECD (2021), ‘Green budget tagging’.
URL: https://www.oecd.org/en/publications/green-budget-tagging_f7bfcc4-en.html

- Patrick, H. T. (1966), 'Financial Development and Economic Growth in Underdeveloped Countries'.
URL: <https://doi.org/10.1086/450153>
- Pelaez, D. T., Cortes, A. M. P., Nava, A. S., Frisari, G. L., Loo-Kung, R., Delgado, R., Ruíz, U., Rosales, R. & Hernández, Y. (2024), 'Guía práctica de instrumentos financieros sostenibles para oficinas de crédito público y tesorería'.
URL: <https://publications.iadb.org/es/guia-practica-de-instrumentos-financieros-sostenibles-para-oficinas-de-credito-publico-y-tesoreria>
- Pillay, K., Sager, M., Hazell, D. & Rabinowitz, L. (2022), 'Enhancing green bond issuances in developing economies'.
URL: <https://cdkn.org/resource/enhancing-green-bond-issuances-developing-economies>
- Porta, R. L., de Silanes, F. L., Shleifer, A. & Vishny, R. W. (2012), 'Legal Determinants of External Finance'.
URL: <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1997.tb02727.x>
- Prasad, A., Loukoianova, E., Feng, A. X. & Oman, W. (2022), 'Mobilizing private climate financing in emerging market and developing economies', *Staff Climate Notes* **2022**.
URL: <https://www.elibrary.imf.org/view/journals/066/2022/007/article-A001-en.xml>
- Presbitero, A. F., Ghura, D., Adedeji, O. S. & Njie, L. (2016), 'Sovereign bonds in developing countries: Drivers of issuance and spreads'.
URL: <https://doi.org/10.1016/j.rdf.2016.05.002>
- Rodrigues, J. M. M., Sá, M. A. C. & Pereira, J. P. (2019), 'Characteristics have an effect on the issuance of green bonds?'.
URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11747-019-00630-4>
- Rutz, O. J. & Watson, G. F. (2019), 'Endogeneity and marketing strategy research: an overview', *Journal of the Academy of Marketing Science* **47**, 479–498.
URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11747-019-00630-4>

- Salakhova, D. (2023), ‘Beyond the greenium: Assessing the additionality of green bonds’.
URL: <https://www.ecgi.global/publications/blog/beyond-the-greenium-assessing-the-additionality-of-green-bonds>
- Sangiorgi, I. & Schopohl, L. (2023), ‘Explaining green bond issuance using survey evidence: Beyond the greenium’, *The British Accounting Review* **55**, 101071.
- SBF (2024), ‘Sbfn toolkit: Sustainable finance taxonomies | sustainable banking and finance network’.
URL: <https://www.sbfnetwork.org/sbfn-toolkit-sustainable-finance-taxonomies/>
- Scatigna, M., Xia, F. D., Zabai, A. & Zulaica, O. (2021), ‘Achievements and challenges in esg markets’, *SSRN Electronic Journal* .
URL: <https://papers.ssrn.com/abstract=3989761>
- Shishlov, I., Morel, R. & Cochran, I. (2016), ‘Beyond transparency: unlocking the full potential of green bonds’.
URL: <https://www.i4ce.org/en/publication/unlocking-the-potential-of-green-bonds/>
- Smaoui, H., Grandes, M. & Akindele, A. (2017), ‘The Determinants of Bond Market Development: Further Evidence from Emerging and Developed Countries’.
URL: <https://doi.org/10.1016/j.ememar.2017.06.003>
- South Pole (2021), ‘Analysis report: implications for ndc accounting and transparency’.
- SP Global (2024), ‘Sustainability Insights Research: Sustainable Bond Issuance To Approach \$ 1 Trillion In 2024’.
URL: https://www.spglobal.com/_assets/documents/ratings/research/101593071.pdf
- Stewart, F., Gardiner, L. & Levine, A. (2024), ‘Taxonomy astronomy: The global search to define sustainable finance’.
URL: <https://blogs.worldbank.org/en/psd/global-search-define-sustainable-finance-taxonomy>

- Sustainalytics (2022), ‘Uruguay’s Sovereign Sustainability-Linked Bond (SSLB) Framework. Second-Party Opinion’.
- Tanzi, V. (1998), ‘Corruption around the world: Causes, consequences, scope, and cures’.
URL: <https://www.imf.org/en/Publications/WP/Issues/2016/12/30/Corruption-Around-the-World-Causes-Consequences-Scope-and-Cures-2583>
- Tolliver, C., Keeley, A. R. & Managi, S. (2020), ‘Drivers of green bond market growth: The importance of Nationally Determined Contributions to the Paris Agreement and implications for sustainability.’.
URL: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118643>
- Townsend, R. M. (1978), ‘Intermediation with Costly Bilateral Exchange’.
URL: <https://doi.org/10.2307/2297244>
- Tsonkova, V. D. (2019), ‘The sovereign green bonds market in the european union: Analysis and good practices’, *Knowledge International Journal* **30**, 165–172.
- UNDP (2022), ‘Undp global climate public finance review | united nations development programme’.
URL: <https://www.undp.org/publications/undp-global-climate-public-finance-review>
- UNEP (2023a), ‘Common framework of sustainable finance taxonomies for latin america and the caribbean | unep - un environment programme’.
URL: <https://www.unep.org/resources/report/common-framework-sustainable-finance-taxonomies-latin-america-and-caribbean>
- UNEP (2023b), ‘Strengthening transparency of non-state actors - How national experiences and new digital technologies can strengthen the Transparency efforts of non-state actors’.
URL: <https://www.unep.org/technical-highlight/new-un-report-identifies-how-non-state-actors-can-strengthen-climate-action>

- UNEP (n.d.), ‘United nations environment – finance initiative – partnership between united nations environment and the global financial sector to promote sustainable finance’.
- Voica, M. C., Panait, M. & Radulescu, I. (2015), ‘Green Investments—Between Necessity, Fiscal Constraints and Profit’.
URL: [https://doi.org/10.1016/S2212-5671\(15\)00228-2](https://doi.org/10.1016/S2212-5671(15)00228-2)
- Wang, Y. & Zhi, Q. (2016), ‘The role of green finance in environmental protection: Two aspects of market mechanism and policies’.
URL: <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2016.12.053>
- WEF (2024), ‘Global risks report 2024’.
URL: <https://www.weforum.org/publications/global-risks-report-2024/>
- Wooldridge, J. M. (2010), ‘Econometric analysis of cross section and panel data’, p. 1064.
- Wooldridge, J. M. (2019), *Introductory Econometrics: A Modern Approach (Mind-Tap Course List)*.
- World Bank (2021), ‘Climate change budget tagging: A review of international experience’.
URL: <https://hdl.handle.net/10986/35174>
- World Bank (2024), ‘Green, Social, Sustainability, and Sustainability-Linked (GSSS) Bonds. Market Update - July 2024’.
URL: <https://thedocs.worldbank.org/en/doc/dacb969cc71f53abde2d2758f1cc13ed-0340012024/original/GSSS-Quarterly-Newsletter-Issue-No-8.pdf>
- Wuester, H. (n.d.), ‘Transparency for strong and impactful climate action’.
URL: <https://climateactiontransparency.org/transparency-for-strong-and-impactful-climate-action/>
- Wulandari, F., Schäfer, D., Stephan, A., Sun, C. & FebiWulandari (2018), ‘The impact of liquidity risk on the yield spread of green bonds’.
URL: <https://doi.org/10.1016/j.frl.2018.02.025>

Yadav, A., Manda, V. K., Shivani, Sangwan, V. & Vambol, S. (2024), 'Sovereign green bonds as an unconventional tool to address climate change'.

URL: <https://doi.org/10.12775/EQ.2024.028>

6. Anexo 1. Entrevistas a expertos en transparencia climática.

Entrevista 1: **Rosa Morales.**

Magíster en Economía por el Centro de Estudios Monetarios y Financieros del Banco de España (CEMFI). Con más de veinte años de experiencia en temas de cambio climático, recursos naturales, financiamiento climático y desarrollo sostenible en instituciones públicas y privadas. Actualmente es Investigadora Principal del Instituto de Estudios Peruanos y Profesora Asociada en el Departamento de Economía de la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP). Fue Directora General de Cambio Climático y Desertificación del Ministerio del Ambiente y Asesora del Despacho Viceministerial de Desarrollo Estratégico de los Recursos Naturales.

La entrevista a Rosa Morales se realizó de forma no estructurada. Se le presentaron los objetivos de la investigación y se profundizó en algunos aspectos clave relacionados con la forma de medir la transparencia de los países. En base a eso, se obtuvieron los siguientes comentarios:

- En la explicación del enfoque parece necesario aclarar que el foco es cambio climático, porque existen otros reportes además de los de cambio climático, como son los reportes a la Convención sobre la Diversidad Biológica (CBD). También es importante precisar los tipos de bonos climáticos seleccionados, para entender cómo se vinculan con el cumplimiento de las metas climáticas internacionales y la presentación de información precisa y actualizada.
- Luce adecuado incorporar la cantidad de reportes y años de rezagos como variables, aunque puede mejorarse la terminología utilizada. Clarificar que con la selección de estas variables se hace referencia a la calidad en la gestión del reporte. La gestión, dentro de los ministerios responsables, tiene que ver con la administración de recursos, la contratación de consultores, etc. Parece más adecuado hablar de calidad de la gestión del reporte cuando se hace referencia a estas variables.

- Sería relevante también considerar factores macroeconómicos y financieros de los países a la hora de evaluar las emisiones de estos tipos de bonos.

Entrevista 2: **Marcio Alvarenga.**

Marcio Alvarenga Junior es doctor en Economía por la Universidad Federal de Río de Janeiro y posee un posgrado en Gestión Ambiental por la Technische Universität Desden. A lo largo de su carrera se ha especializado en las siguientes áreas temáticas: (i) Cambio estructural y descarbonización; (ii) Economía del cambio climático; (iii) Política fiscal verde. Actualmente, es especialista de la División de Cambio Climático del Banco Interamericano de Desarrollo, donde también ha trabajado como consultor en política fiscal verde..

La entrevista a Marcio Alvarenga se realizó de forma no estructurada. Se le presentaron los objetivos de la investigación y se profundizó en algunos aspectos clave relacionados con la forma de medir la transparencia de los países. En base a eso, se obtuvieron los siguientes comentarios:

La investigación propuesta resulta bien interesante para este momento en el que hay un creciente interés por los temas de transparencia y cambio climático.

Uno de los puntos clave de la investigación es la necesidad de medir el nivel de transparencia climática de los países.

Para ello, en primer lugar se recomienda no hacer esta medición de la transparencia climática en base a un sólo indicador, sino más bien construir una canasta de indicadores. Para seleccionar las variables que integren la canasta para un indicador de transparencia, en el marco de emisiones de bonos temáticos, parece razonable preguntarse ¿qué les interesa a los inversores?

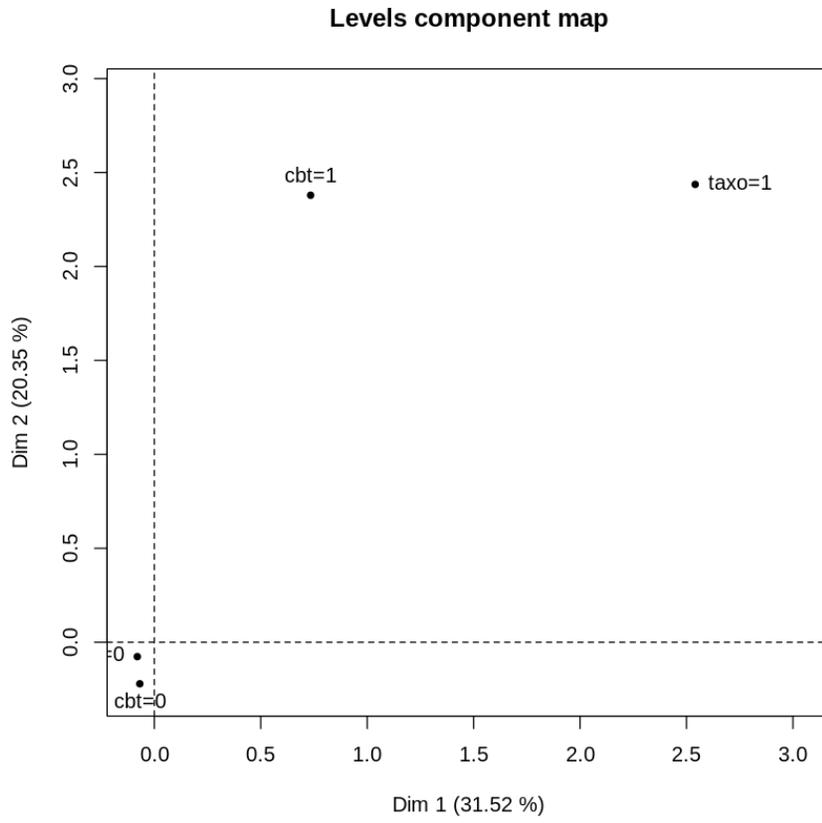
De su experiencia en el trabajo en estos temas en el BID, con mucho contacto con los Ministerios de Hacienda de los países de ALC a través de la Plataforma Regional de Cambio Climático de Ministerios de Hacienda, Economía y Finanzas de América Latina y el Caribe, puedo identificar dos aspectos que promueven una mayor transparencia, son de interés de los inversores y existe información disponible que puede ser integrada a un indicador de transparencia:

1. La existencia de clasificadores o marcadores presupuestarios de cambio climático.
2. La existencia de taxonomías sostenibles o verdes.

Como está propuesto en la investigación, parece adecuado utilizar el rezago en los datos de GEI publicados en los reportes de los países a la CMNUCC, así como la propia cantidad de reportes presentados como variables que reflejan la capacidad de reporte climático de los países.

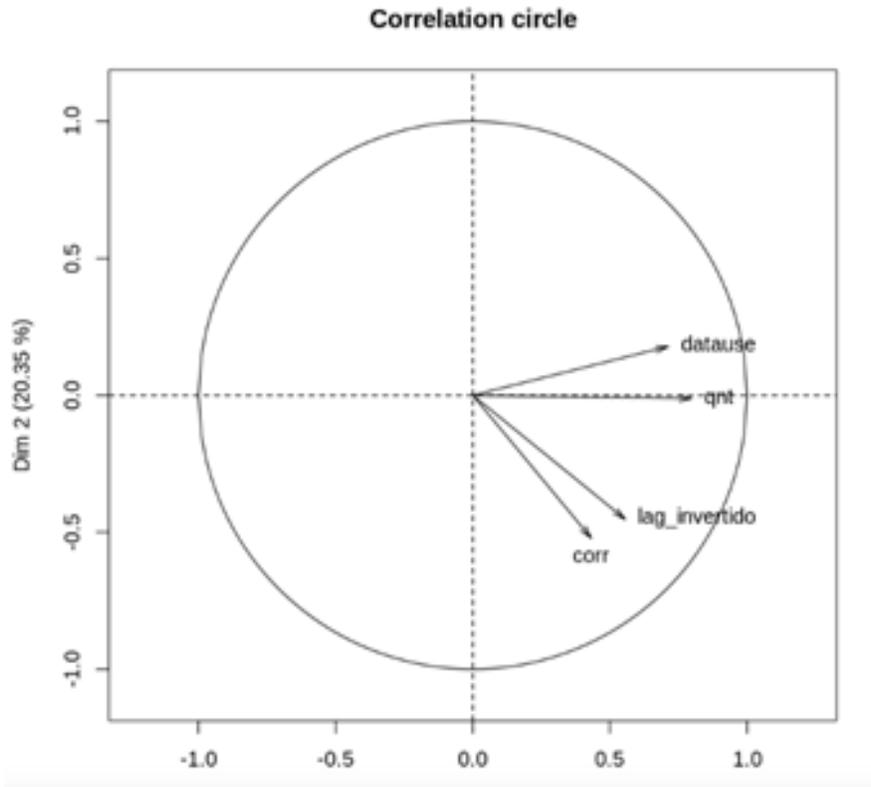
Adicionalmente, sería bueno incorporar algunas variables que reflejen la capacidad de gestión de datos a nivel general del país, en tanto contribuyen a la gestión de los datos climáticos, y también de los niveles de corrupción del país, de forma de incorporar aspectos de transparencia generales de los mismos.

Figura 2: Levels component map



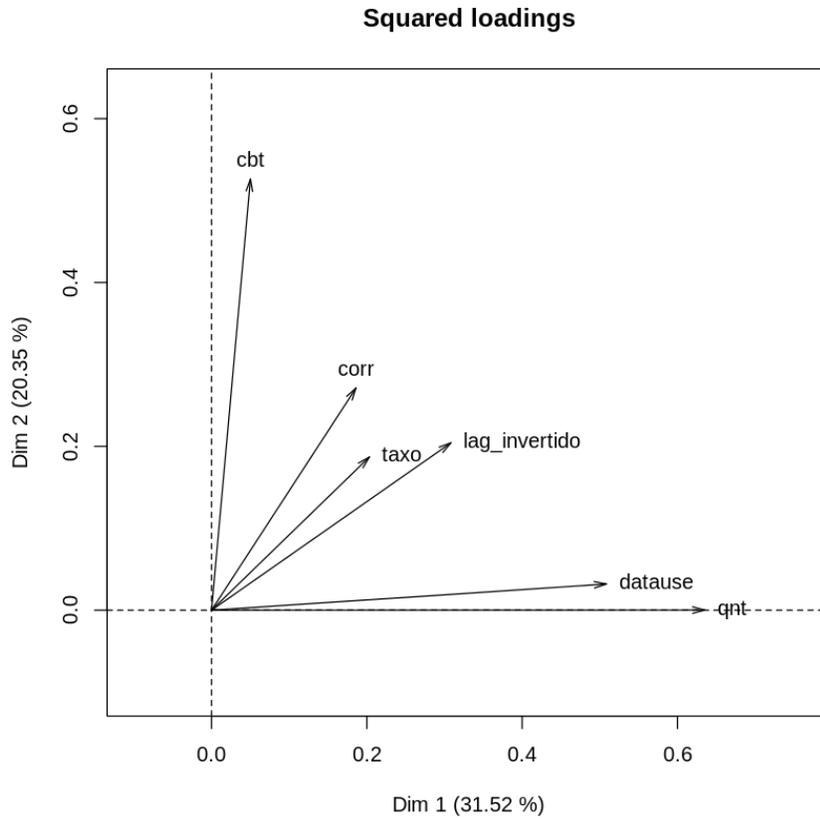
Fuente: Elaboración Propia.

Figura 3: Correlation circle



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 4: Squared loadings



Fuente: Elaboración Propia.

8. Anexo 3. Análisis de Robustez del procedimiento de Heckman.

El modelo de Heckman se ha utilizado para corregir el sesgo de selección en el análisis de la variable dependiente (*lnamt*). Se estima el modelo con 132 observaciones, de las cuales 27 son no censuradas y 105 censuradas. La estimación conjunta del modelo (ecuación de resultados y ecuación de selección) permite corregir el sesgo en la muestra no aleatoria.

A continuación, se presenta un análisis de robustez del modelo de Heckman, que aporta evidencia complementaria sobre la estabilidad y validez de los resultados.

Sensibilidad a la especificación del modelo. Se evalúa la estabilidad de los coeficientes estimados probando variantes del modelo en las cuales se retiran o incorporan variables adicionales. Por un lado, se excluye *gdp_10y* de la ecuación de resultados, dado que no es significativa ($p = 0.507$), y se analiza si esto afecta la magnitud y significancia de las otras variables. Al quitar *gdp_10y* los coeficientes clave (*fmd_index*, *inv_grade* y *transpc*) se mantienen robustos en magnitud y significancia, lo que indica que el efecto sobre *lnamnt* es estable y no depende de la presencia de *gdp_10y*. La eliminación de *gdp_10y* modifica algunos coeficientes (por ejemplo, disminución en *fmd_index*) y reduce el ajuste de la selección, dado que la variable tenía una contribución significativa en esa parte del modelo. Sin embargo, los instrumentos clave (*wrindex* y *eipi*) permanecen significativos, asegurando la identificación del proceso de selección. El LR test de independencia sigue siendo significativo, lo que reafirma la presencia de sesgo de selección y la pertinencia de utilizar el modelo de Heckman. Por otro lado, en línea con la revisión de la literatura, se evalúa la inclusión de una variable que refleja la apertura comercial, representada por la proporción de exportaciones de bienes como porcentaje del PIB (*mtrade*). La incorporación de *mtrade* no afecta la estabilidad ni la significancia de las variables principales (*fmd_index*, *inv_grade*, *transpc*), y su coeficiente no es estadísticamente significativo. Esto sugiere que, al menos en este modelo, las exportaciones sobre PIB no tienen un impacto directo robusto sobre *lnamnt*. *mtrade* tampoco se presenta como un determinante relevante en el

mecanismo de selección, ya que su coeficiente es negativo y no significativo. Por otro lado, los otros predictores y los instrumentos (*wrindex* y *eipi*) se mantienen robustos, lo que es fundamental para la identificación del modelo. La inclusión de *mtrade* permite evaluar la sensibilidad del modelo y confirma la robustez de los coeficientes clave, sin perturbar la estructura general. Esto refuerza la interpretación de que, en este contexto, *mtrade* no es un factor determinante para explicar *lnamnt* ni para influir en la probabilidad de selección.

A continuación se presenta el Cuadro 8 que resume los resultados de la estimación del modelo de selección de Heckman por Máxima Verosimilitud para las tres especificaciones evaluadas.

Cuadro 8: Resultados de la estimación del modelo de selección de Heckman por Máxima Verosimilitud. Sensibilidad a la especificación del modelo.

<i>lnamnt</i>	Modelo original	Modelo sin <i>gdp_10y</i>	Modelo con <i>mtrade</i>
<i>fmd_index</i>	1.785312 (0.018)*	1.712535 (0.025)*	1.960752 (0.012)*
<i>inv_grade</i>	0.934224 (0.039)*	1.016194 (0.033)*	0.9487955 (0.034)*
<i>gdp_10y</i>	0.071041 (0.507)	-	0.0751826 (0.477)
<i>mtrade</i>	-	-	-0.0050475 (0.274)
<i>transpc</i>	3.746951 (0.023)*	3.707755 (0.024)*	4.058886 (0.014)*
<i>const</i>	3.212559 (0.005)*	3.384148 (0.001)*	3.289999 (0.003)*
<i>Select</i>			
<i>fmd_index</i>	1.87139 (0.019)*	1.384612 (0.061)*	2.096881 (0.011)*
<i>inv_grade</i>	0.1827437 (0.643)	0.4020038 (0.279)	0.2087756 (0.602)
<i>gdp_10y</i>	0.1379587 (0.021)*	-	0.1594085 (0.013)*
<i>mtrade</i>	-	-	-0.0076874 (0.138)
<i>transpc</i>	0.8315221 (0.70)	0.9093309 (0.426)	0.9633301 (0.430)
<i>wrindex</i>	0.0357286 (0.024)*	0.0345319 (0.024)*	0.0318802 (0.055)*
<i>epi</i>	0.0695842 (0.000)*	0.0580924 (0.000)*	0.0742177 (0.000)*
<i>const</i>	-5.378453 (0.000)*	-4.450864 (0.000)*	-5.252283 (0.000)*
<i>/athrho</i>	0.7549351 (0.039)	0.8001409 (0.038)	0.7978694 (0.041)
<i>/lnsigma</i>	-0.1138913 (0.478)	-0.0815166 (0.631)	-0.1216592 (0.462)
<i>rho</i>	0.6380839	0.6641155	0.662844
<i>sigma</i>	0.8923549	0.9217174	0.888545
<i>lambda</i>	0.5693974	0.6121269	0.5869152
	LR test of indep. eqns. (rho = 0): chi2(1) = 4.25 Prob >chi2 = 0.0393	LR test of indep. eqns. (rho = 0): chi2(1) = 4.52 Prob >chi2 = 0.0335	LR test of indep. eqns. (rho = 0): chi2(1) = 4.58 Prob >chi2 = 0.0324
N	132	132	132
Censored obs	105	105	105
Uncensored obs	27	27 70	27
Wald chi2 (4)	23.92	21.97	26.08
Prob >chi2	0.0001	0.0001	0.0001

Nota 1: *p-values* para H_0 : el coeficiente es igual a cero están entre paréntesis debajo de los coeficientes estimados.

* significativo al nivel 0.05.

Prueba de multicolinealidad. Realizar un análisis de los factores de inflación de la varianza (VIF, por sus siglas en inglés) en ambas ecuaciones puede identificar posibles problemas de colinealidad. Una alta correlación entre variables podría distorsionar las estimaciones, por lo que asegurar valores de VIF dentro de rangos aceptables (usualmente menores a 10) refuerza la robustez del modelo. Dado que los VIF no se pueden calcular directamente al modelo de Heckman, se estimó una regresión OLS usando las mismas variables independientes que utiliza en la ecuación de resultados. Los valores de VIF para todas las variables son bajos (entre 1.20 y 1.73, con un VIF medio de 1.45), lo que indica que no existe una alta correlación entre las variables independientes. Valores inferiores a 5 (o incluso 10 en algunos casos) sugieren que la multicolinealidad no es un problema relevante en este modelo. Las correlaciones entre las variables no superan niveles moderados (por ejemplo, la correlación entre *fmd_index* e *inv_grade* es de 0.4622), lo que confirma que no se presenta un problema de colinealidad severa. Tanto el análisis de VIF como la matriz de correlación indican que las variables seleccionadas en el modelo OLS no muestran signos de multicolinealidad que puedan afectar la estimación de los coeficientes. Esto implica que los errores estándar y, en consecuencia, las pruebas de significancia de los coeficientes son confiables y no están inflados por problemas de alta correlación entre predictores. En resumen, el análisis de multicolinealidad respalda la robustez de la especificación del modelo, ya que no se identifican problemas que puedan distorsionar las estimaciones y conclusiones derivadas del mismo.

A continuación se presenta el Cuadro 9 que muestra los factores de inflación de cada variables de interés y el Cuadro 10 que muestra la matriz de correlación.

Cuadro 9: Factores de Inflación de la Varianza.

Variable	VIF	1/VIF
<i>fmd_index</i>	1.48	0.673670
<i>inv_grade</i>	1.73	0.579167
<i>gdp_10y</i>	1.20	0.835541
<i>transpc</i>	1.41	0.710863

Nota: Este cuadro muestra los factores de inflación de la varianza y su inversa para cada variable de interés.

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 10: Matriz de correlación.

	<i>fmd_index</i>	<i>inv_grade</i>	<i>gdp_10y</i>	<i>transpc</i>
<i>fmd_index</i>	1.0000			
<i>inv_grade</i>	0.4622	1.0000		
<i>gdp_10y</i>	-0.0966	0.0884	1.0000	
<i>transpc</i>	0.1972	0.2609	0.1528	1.0000

Nota: Este cuadro muestra la correlación entre las variables de interés.

Fuente: Elaboración propia.

Prueba de sobreidentificación. Implementar pruebas de sobreidentificación como el test de Sargan o Hansen en la ecuación de selección permite confirmar que las variables *wrindex* y *epi* cumplen su función sin influir en el resultado. Esto respalda la suposición de exogeneidad de los instrumentos. Para realizar el

test de Sargan/Hansen al modelo de Heckman, se implementa una estrategia en dos etapas para evaluar la validez de las restricciones de exclusión. En primer lugar, se estimó el modelo de Heckman y se extrajo el inverso de Mills. Luego se utilizó el inverso de Mills junto con las variables explicativas en una regresión de variables instrumentales, donde los instrumentos son las variables que se excluyen de la ecuación de resultados (las restricciones de exclusión como *wrindex* y *eipi*). En particular, se aplicó una regresión de variables instrumentales (2SLS) donde la variable mills fue instrumentada por *wrindex* y *eipi*, mientras que las demás variables explicativas (*fmd_index*, *inv_grade*, *gdp_10y* y *transpc*) fueron tratadas como exógenas. Los resultados del test de sobreidentificación arrojan un estadístico de Sargan $\chi^2(1) = 1.6942$ con un valor p de 0.1930, y un estadístico de Basman $\chi^2(1) = 1.3390$ con un valor p de 0.2472. Dado que ambos valores p son superiores a 0.05, no se rechaza la hipótesis nula de que los instrumentos son válidos, es decir, que no están correlacionados con el término de error de la ecuación estructural. Estos resultados respaldan la idoneidad de los instrumentos elegidos (*wrindex* y *eipi*) para instrumentar mills, lo que sugiere que cumplen con la restricción de exclusión y no introducen sesgo en las estimaciones del modelo. En consecuencia, el análisis indica que la estrategia de instrumentación es adecuada y que no hay evidencia de problemas de identificación en el modelo.

Cuadro 11: Resultados de la regresión IV (2SLS) con mills instrumentado

<i>lnamt</i>	Coef.	P> z
<i>mills</i>	0.7493689	0.013*
<i>fmd_index</i>	1.744594	0.010*
<i>inv_grade</i>	1.057414	0.016*
<i>gdp_10y</i>	0.0344157	0.745
<i>transpc</i>	3.441662	0.024*
<i>_const</i>	3.2692232	0.001*

Instrumented: *mills*

Instruments: *fmd_index inv_grade gdp_10y transpc wrindex epi*

Nota 1: p-values para H0: el coeficiente es igual a cero están entre paréntesis debajo de los coeficientes estimados.

** significativo al nivel 0.05.*

Nota: Este cuadro muestra los resultados de la regresión IV en dos etapas con mills instrumentado.

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 12: Estadísticos del test de sobreidentificación (Sargan y Basman)

Sargan (score) $\chi^2(1) = 1.69421$ (p = 0.1930)

Basman $\chi^2(1) = 1.33899$ (p = 0.2472)

Nota: Este cuadro muestra los estadísticos del test de sobreidentificación (Sargan y Basman).

Fuente: Elaboración propia.

Cambio en la restricción de exclusión. De acuerdo con las alternativas para las restricciones de exclusión mencionadas en las limitaciones, se evaluó la consideración de la variable *ndgain*, que es un índice que resume la vulnerabilidad de un país al cambio climático y a otros retos globales en combinación con su preparación para mejorar la resiliencia ¹³, como restricción de exclusión en lugar de *wrindex*. El cambio de *wrindex* por *ndgain* como restricción de exclusión no alteró de manera fundamental las conclusiones del modelo. Las estimaciones en la ecuación de resultado permanecen estables en términos de significancia y magnitud, lo que respalda la robustez del análisis.

Indicador de Transparencia Climática. Otro análisis de robustez realizado fue el de considerar los seis componentes principales del PCAmix para construir el indicador de transparencia climática. Luego de hacer ese ajuste, las principales conclusiones de interés del procedimiento de Heckman y del trabajo no se modifican.

¹³<https://gain.nd.edu/our-work/country-index/>

Cuadro 13: Resultados de la estimación del modelo de selección de Heckman por Máxima Verosimilitud. *ndgain* como restricción de exclusión.

<i>lnamnt</i>	Modelo con <i>wrindex</i> como RE	Modelo con <i>ndgain</i> como RE
<i>fmd_index</i>	1.785312 (0.018)*	1.97297 (0.014)*
<i>inv_grade</i>	0.934224 (0.039)*	0.9751446 (0.033)*
<i>gdp_10y</i>	0.071041 (0.507)	0.0480427 (0.653)
<i>transpc</i>	3.746951 (0.023)*	4.467145 (0.009)*
<i>const</i>	3.212559 (0.005)*	2.634629 (0.027)*
<i>Select</i>		
<i>fmd_index</i>	1.87139 (0.019)*	2.898064 (0.001)*
<i>inv_grade</i>	0.1827437 (0.643)	0.836549 (0.207)
<i>gdp_10y</i>	0.1379587 (0.021)*	0.1333281 (0.025)*
<i>transpc</i>	0.8315221 (0.70)	2.086391 (0.131)
<i>wrindex</i>	0.0357286 (0.024)*	- -
<i>ndgain</i>	-	-0.054177 (0.033)*
<i>epi</i>	0.0695842 (0.000)*	0.0713709 (0.000)*
<i>const</i>	-5.378453 (0.000)*	-3.39077 (0.002)*
<i>/athrho</i>	0.7549351 (0.039)	1.09235 (0.007)
<i>/lnsigma</i>	-0.1138913 (0.478)	-0.0254731 (0.887)
<i>rho</i>	0.6380839	0.7977342
<i>sigma</i>	0.8923549	0.9748486
<i>lambda</i>	0.5693974	0.7776701
	LR test of indep. eqns. (rho = 0): chi2(1) = 4.25 Prob >chi2 = 0.0393	LR test of indep. eqns. (rho = 0): chi2(1) = 7.08 Prob >chi2 = 0.0078
N	132	132
Censored obs	105	105
Uncensored obs	27	27
Wald chi2 (4)	23.92	26.01
Prob >chi2	0.0001	0.0000

Nota 1: *p-values* para H_0 : el coeficiente es igual a cero están entre paréntesis debajo de los coeficientes estimados.
* significativo al nivel 0.05.

Nota 2: Este cuadro muestra los resultados de la estimación por Máxima Verosimilitud del modelo de selección de Heckman utilizando como restricciones de exclusión a *wrindex* y *ndgain*

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 14: Resultados de la estimación del modelo de selección de Heckman por Máxima Verosimilitud. *transpc2* como indicador de transparencia climática que incluye los seis componentes principales del PCAmix.

<i>lnamnt</i>	Modelo
<i>fmd_index</i>	1.708859 (0.023)*
<i>inv_grade</i>	0.8496533 (0.079)**
<i>gdp_10y</i>	0.0044652 (0.966)
<i>transpc2</i>	3.95169 (0.047)*
<i>const</i>	3.524489 (0.001)*
<i>Select</i>	
<i>fmd_index</i>	1.875989 (0.019)*
<i>inv_grade</i>	0.2112857 (0.590)
<i>gdp_10y</i>	0.1396044 (0.018)*
<i>transpc2</i>	0.1896121 (0.878)
<i>wrindex</i>	0.0363438 (0.023)*
<i>epi</i>	0.0717369 (0.000)*
<i>const</i>	-5.174437 (0.000)*
<i>/athrho</i>	0.7072287 (0.044)*
<i>/lnsigma</i>	-0.1145503 (0.472)
<i>rho</i>	0.6089361
<i>sigma</i>	0.8917671
<i>lambda</i>	0.5430292
	LR test of indep. eqns. (rho = 0): chi2(1) = 4.02 Prob >chi2 = 0.0449
N	132
Censored obs	105
Uncensored obs	27
Wald chi2 (4)	23.61
Prob >chi2	0.0001

Nota 1: *p*-values para H_0 : el coeficiente es igual a cero están entre paréntesis debajo de los coeficientes estimados.
* significativo al nivel 0.05. ** significativo al nivel 0.10.

Nota 2: Este cuadro muestra los resultados de la estimación por Máxima Verosimilitud del modelo de selección de Heckman utilizando como indicador de transparencia *transpc2*

Fuente: Elaboración propia.