

LA ECONOMÍA DE LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

INFORME METODOLÓGICO

13 de noviembre, 2008

Miembros del equipo: Sergio Margulis (TTL), Ana Bucher, David Corderi, Urvashi Narain, Hawanty Page, Kiran Pandey and Thi Trang Linh Phu (ENV), Carina Bachofen y Robin Mearns (SDV), Brian Blankespoor, Susmita Dasgupta y Siobhan Murray (DECRG), Elizabeth Cushion (ARD) y Laurent Cretegny, Prodipto Ghosh, Benoit Laplante, Larissa Leony, Robert Schneider, Philip Ward y David Wheeler (Consultores).

I. Antecedentes y objetivos del estudio

Los pronósticos actuales para los costos del posible impacto del cambio climático en los países en desarrollo y de las medidas de adaptación requeridas son escasos, y los que se encuentran disponibles son poco sofisticados y simplistas. Esto se debe básicamente a que las implicaciones económicas del cambio climático es un nuevo renglón de investigación y no ha surgido aún una metodología de aceptación generalizada para evaluar los costos generales del mismo. Al mismo tiempo, la comprensión de la gama completa de opciones de adaptación, incluyendo los cambios institucionales y de política resulta crucial para establecer prioridades entre las estrategias de adaptación más eficaces. A fin de permitir que los países en desarrollo pongan en marcha sus estrategias nacionales de desarrollo, así como para informar el debate relacionado con las posibilidades de obtener asistencia internacional se requiere de las mejores estimaciones de las implicaciones presupuestarias generales relacionadas con la implementación del “desarrollo resistente al clima”. A fin de resolver esta carencia se formó una asociación entre el Banco Mundial y los gobiernos de los Países Bajos, el Reino Unido y Suiza de acuerdo con la que el Banco Mundial recibió el encargo de guiar los aspectos técnicos del estudio financiado por los tres países.

El estudio tiene dos objetivos centrales. El primero es dejar que los tomadores de decisiones en los países en desarrollo comprendan y evalúen mejor los riesgos que presenta el cambio climático y poder así diseñar estrategias para adaptarse mejor a este riesgo. Esta responsabilidad implica el cálculo de costos, el establecimiento de prioridades y secuencias y la integración en planes de desarrollo y presupuestos. También requiere que estas estrategias traten explícitamente con altos niveles de incertidumbre, daños potencialmente altos en el futuro y necesidades en competencia por inversiones en desarrollo económico y social.

El segundo objetivo del estudio reside en informar los esfuerzos de la comunidad internacional, incluyendo a la UNFCCC y el Plan de Acción de Bali para ofrecer acceso a apoyos adecuados, predecibles y sostenibles y proporcionar recursos nuevos y adicionales que contribuyan a que los países en desarrollo cubran los costos de adaptación, especialmente en términos de apoyar a los países más vulnerables.

Resulta importante notar que ambos objetivos en cierta forma se contraponen. Para apoyar los esfuerzos de los países en desarrollo para diseñar estrategias de adaptación se requieren análisis a nivel más local, que incorporen características específicas a los países y a sus condiciones económicas y socioculturales. Por otra parte, la tarea de proporcionar información a nivel macro tanto a países ricos como a pobres para apoyar las negociaciones internacionales e identificar los “costos generales” de la adaptación al cambio climático involucra análisis más agregados, que llevan a tener que optar entre ello y la capacidad de enfocarse en detalles específicos de cada país en particular.

Por ende, existe la necesidad de equilibrar este doble objetivo, pues los enfoques para alcanzarlos son claramente diferentes. El principal enfoque del estudio se centrará en el primero de los objetivos expresados, pues es sólo mediante una comprensión adecuada

del análisis sectorial y local que se puede lograr comprender la perspectiva macro. No obstante, el estudio también vinculará el análisis macroeconómico con los análisis macroeconómicos a nivel nacional mediante la utilización de métodos computables de equilibrio general, estimando los “costos generales” de adaptación mediante el desarrollo de mecanismos orientados a extrapolar los costos de adaptación de un número limitado de estudios de casos en ciertos países hacia todos los países en desarrollo.

En particular, el estudio aprovechará las lecciones que se desprendan de los estudios de seis países en los que se cubre una gama de condiciones ambientales, sociales, culturales y económicas, dejando margen para la generalización y su duplicación hacia la mayoría, si no todos, de los contextos de los países en desarrollo. Los seis países cuyos estudios se tomarán como base son Bangladesh, Bolivia, Ghana, Mozambique y Vietnam. Asimismo, el estudio se estructuró en dos fases paralelas, donde la primera informará a la segunda. Durante la primera fase, se elaboró una metodología de trabajo, que se presenta en este informe, y el alcance del análisis que se utilizará en la Fase 2. En la Fase 2 se realizará la investigación y el análisis a nivel de país, tomando en consideración la investigación existente y la nueva para los seis países cuyos estudios se utilizarán como base.

La metodología que se propone en este informe tiene como objetivo informar los estudios de casos de los países con los enfoques más actualizados en uso o que se estén discutiendo en la literatura para estimar el impacto y los costos potenciales de adaptación al cambio climático. Sin embargo, se espera que los equipos de cada país adapten la metodología propuesta a sus contextos locales respectivos. Sin embargo, a fin de permitir la extrapolación de los costos de adaptación de los siete estudios de casos hacia todos los países en desarrollo será importante mantener un mínimo de terreno común en las metodologías que se utilicen entre casos.

Por último, resulta importante destacar que, en la mayoría de los casos el informe no pretende identificar un enfoque preferido u “óptimo” para analizar un problema, sino identificar los pros y contras de enfoques alternativos y su conveniencia en distintos contextos. También hace un intento por equilibrar el rigor teórico con la necesidad de adaptar el trabajo a los países en desarrollo que a menudo enfrentan limitaciones de datos técnicos e información, así como en su capacidad institucional. En este mismo tenor, el informe hace un esfuerzo por determinar las situaciones en las que se requieren supuestos simplificadores para obtener análisis útiles para los tomadores de decisiones. Así, a la vez que se mantiene la disciplina metodológica mínima necesaria para garantizar resultados comparables y adaptables a diferentes escalas, la metodología propuesta se basa firmemente en el principio expresado en el refrán “lo bueno, enemigo de lo mejor”.

II. Particularidades de las implicaciones económicas de la adaptación al cambio climático

La idea del cambio en el clima global, de que tanto la especie humana y la mayoría de las especies vivientes se verán afectadas directa e indirectamente por esto y de que, por ende, se verán obligadas a adaptarse a nuevas condiciones, es cada vez más aceptada. El

mandato del presente estudio reside en analizar las implicaciones económicas de este proceso de adaptación. A pesar de que el concepto general pueda parecer sencillo, existen particularidades del problema que lo vuelven complejo o, por lo menos, único en términos de su evaluación económica (consúltese el Apéndice 1 para una discusión más amplia sobre estos temas).

Mitigación: Aunque el enfoque del estudio es en las implicaciones económicas de la adaptación al cambio climático, resulta importante reconocer que cualquier respuesta eficaz al cambio climático necesitará combinar tanto las medidas de mitigación como las de adaptación. Aunque es cierto que cuanto mayor sea el esfuerzo global para mitigar las emisiones de gas invernadero, menor será la necesidad de adaptarse al cambio climático, se requerirán medidas tanto de mitigación como de adaptación. Por otra parte, sería prácticamente imposible adaptarse a algunos de los posibles impactos del cambio climático, especialmente en lo relacionado con los impactos catastróficos como la pérdida de la capa de hielo laminar del Antártico occidental y el crecimiento resultante de entre cinco y quince metros en el nivel del mar, al igual que por los daños irreversibles a los ecosistemas naturales. A fin de evitar estos impactos, se requiere aplicar medidas de mitigación. Por otro lado, dado que el mundo está sujeto a cierto nivel de cambio climático, incluso si los países comenzaran a reducir drásticamente sus emisiones de gases invernadero con impacto inmediato, necesitarán adaptarse también al cambio climático.

A pesar de ser claramente complementarias, las medidas de mitigación y adaptación al cambio climático difieren en aspectos importantes. A pesar de que se espera que los beneficios de las medidas de mitigación sean globales y diferidos, se espera que los derivados de la inversión en proyectos de adaptación sean locales y, hasta cierto punto, más inmediatos. En consecuencia, mientras que la mitigación requiere de medidas colectivas globales y, por ende, de la resolución de enormes retos políticos, sí es posible tratar el caso de la adaptación por conducto de medidas locales.

Desarrollo: El estudio de las implicaciones económicas de la adaptación se complica con el hecho de que la adaptación se relaciona estrechamente con el desarrollo, dificultando la distinción conceptual y práctica entre el desarrollo y la adaptación.

La literatura sobre el cambio climático ha discutido una serie de vínculos entre la adaptación y el desarrollo. Entre otras instancias, en muchos casos se considera que la mejor posibilidad de adaptarse al cambio climático es a través del desarrollo económico, pues el desarrollo hace posible que una economía se diversifique y se vuelva menos dependiente de sectores como la agricultura, más tendientes a verse afectados por el cambio climático. El desarrollo también genera la disponibilidad de una mayor cantidad de recursos que pueden abocarse al abatimiento del riesgo. Segundo, en muchos casos la adaptación y el desarrollo son una misma cosa. Así, al progresar hacia la erradicación del paludismo no sólo se contribuirá al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo del Milenio, sino que también contribuye a que las sociedades se adapten a las crecientes instancias de paludismo que pueden generarse con el cambio climático. Tercero, la adaptación al cambio climático se considera esencial para el desarrollo, ya que a menos que las sociedades agrícolas se adapten a los cambios en temperatura y precipitación por

ejemplo, mediante cambios en patrones de cosechas, su desarrollo se verá obstaculizada. Por último, en otros casos la adaptación requerirá un nuevo tipo de desarrollo. Por ejemplo, el desarrollo urbano sin atención adecuada al drenaje exacerbará las inundaciones causadas por las lluvias fuertes. De forma similar, dado que el desarrollo está vinculado de cerca con las emisiones de gas invernadero y que a mayores medidas de mitigación menor será la necesidad de adaptación, se requiere un nuevo tipo de desarrollo que desvincule el crecimiento de las emisiones de gas invernadero.

Estos vínculos sugieren que las medidas de adaptación van desde la adaptación discreta (definida como los proyectos para los cuales “la adaptación al cambio climático es el objetivo central (pg. 13: WRI 2007)”) ¹ al desarrollo sin cambios (definido como los proyectos llevados a cabo para lograr objetivos de desarrollo que también mejoran la resistencia del clima) y al desarrollo poco usual (definido como los proyectos que tienen el potencial de exagerar el impacto del cambio climático y que, por ende, no deben realizarse). Las implicaciones de la intervención intencionada varían entre seguir con las mismas acciones (y por “acciones” se entiende las mismas opciones de política e inversión) o más de lo mismo, hasta hacer algo diferente o lo mismo de diferente manera.

Cualquier debate acerca de la relación entre la adaptación y el desarrollo también plantea el tema en torno a si las políticas actuales de desarrollo permiten que las comunidades contiendan con la variabilidad climática existente y no sólo con tratar con la variabilidad que se proyecta para el futuro. Cada año, por ejemplo, millones de personas pobres sufren pérdidas relacionadas con sequías, inundaciones y tormentas. La pregunta que es necesario plantear se centra en si algunas de estas pérdidas se podrían haber reducido mediante medidas específicas de política, es decir, si existe un déficit de adaptación.

Cabe hacer notar que el punto de referencia para evaluar un posible déficit de adaptación no debería ser un régimen utópico en el que todos los participantes están totalmente aislados del impacto dañino de los eventos relacionados con el clima. Un régimen tal no podría existir nunca, simplemente porque sería infinitamente costoso. Lo que es necesario entender, en la medida que exista este déficit, es el tipo de barreras — financieras, políticas, culturales e institucionales— que son responsables de su creación. Por ejemplo, ¿los países subinvierten en infraestructura para irrigación debido a restricciones financieras o como resultado de políticas que dan un precio inferior al agua? De manera similar, ¿los enfoques para el manejo de desastres están basados en el hecho de que los países sólo pueden obtener apoyo de donadores para alivio y reconstrucción después de un desastre y no para políticas e inversiones de reducción de riesgo? La comprensión de la naturaleza de estas limitaciones no sólo contribuirá a reducir el déficit de adaptación, sino a que las economías sean más resistentes al clima ante sus variaciones en el futuro.

Tipos de adaptación: Además del espectro de desarrollo, las medidas de adaptación también pueden clasificarse de acuerdo con el tipo de agente económico que inicia la medida o con la oportunidad de la medida, lo que se suma a un análisis de por sí

¹ WRI. 2007. *Weathering the Storm: Options for Framing Adaptation and Development*. Editado por Heather McGray, Anne Hammill, Rob Bradley, con E. Lisa Schipper y Jo-Ellen Parry. World Resources Institute, Washington D.C.

complejo. La literatura existente distingue entre la adaptación autónoma o espontánea, que se define como la adaptación de las familias y las comunidades actuando independientemente sin intervención de las políticas públicas, pero dentro de un marco existente de política pública y la adaptación planeada definida como la adaptación que resulta de una decisión deliberada de política. De manera similar, la literatura distingue entre la adaptación proactiva o anticipada contra la reactiva o posterior, dependiendo de si se realiza antes o después de resentir el impacto del cambio climático, respectivamente.

Para fines de este estudio, la distinción pierde relevancia, pues incluso la adaptación espontánea se realiza en un contexto de políticas gubernamentales dadas (actuales). Dado que el objetivo del estudio reside en identificar las políticas gubernamentales que ofrezcan los incentivos adecuados para que los agentes privados se adapten al cambio climático, los criterios de eficiencia y eficacia serán los que determinen si es preferible aplicar una política proactiva o reactiva y si será de naturaleza superficial o profunda².

Al centrarse en la adaptación planeada, el estudio no pretende sugerir de ninguna manera que la adaptación autónoma no tenga costos. Sin embargo, dado que el objetivo del estudio reside en contribuir a que los gobiernos planeen sus riesgos, resulta importante contar con una evaluación de los problemas que los mercados privados resolverán de manera independiente, cómo las políticas o las inversiones pueden complementar los mercados y qué medidas se requieren para proteger los activos públicos y las personas vulnerables, es decir, evaluar la adaptación planeada. Si el objetivo del estudio consistiera en medir el valor de los esfuerzos de mitigación, resultaría importante presentar una medida razonable de los costos generales de adaptación, incluyendo tanto la planeada como la autónoma.

Incertidumbre: La incertidumbre es parte integrante del problema del cambio climático y plantea uno de los mayores retos en el estudio. Existe un alto grado de incertidumbre con respecto a la medida y el momento en el que se presente el cambio climático en la economía, cómo afectará a diferentes grupos y cómo responderán estos grupos, cuáles serán los beneficios y los costos de las medidas de adaptación que se planeen y cómo estos factores cambiarán en el tiempo. Lo anterior dificulta el establecimiento a priori de una estrategia “óptima”, pues crea incertidumbre acerca del tipo de medidas que habrá que poner en marcha y cuándo hacerlo. ¿Deben actuar quienes toman las decisiones en este momento, con información limitada o deben esperar hasta conocer más sobre el impacto potencial del cambio climático? Dado el riesgo de enfrentar una tormenta de cien años, ¿deberían trabajar los gobiernos para evitar el error Tipo I —es decir, no construir un dique para que la tormenta los tome por sorpresa— o el error Tipo II que consistiría en construir el muro con anticipación (desviando recursos de programas sociales alternativos con alto rendimiento) y que las tormentas esperadas nunca se presenten?

² Las medidas superficiales son políticas como las regulaciones y las normas, mientras que las profundas incluyen la construcción de infraestructura pública por parte del gobierno, lo que lleva a acciones en el ámbito privado, como, por ejemplo, en el caso de la construcción de vías o de accesos a energía y agua que cambian la economía de los agentes privados de manera indirecta.

La incertidumbre acerca de las diferentes dimensiones de la adaptación al cambio climático pueden tratarse utilizando un marco de manejo de riesgo (UKCIP 2003).³ Este marco requiere, primero que nada, que se describa la incertidumbre utilizando diversos escenarios climáticos y no climáticos. Para cada escenario de IPCC SRES (Informe Especial sobre Escenarios de Emisión del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático), se presenta un conjunto de Modelos de Circulación Global (GCM, por sus siglas en inglés) que ofrece una distribución de probabilidades de las variables climáticas a futuro —como temperaturas medias y precipitación media— así como diversos indicadores de casos de clima extremo, como el número de periodos de precipitación o de sequía durante cinco días consecutivos. El impacto potencial del cambio climático y los costos y beneficios de las diversas medidas de adaptación deberán ser evaluadas en función de un subconjunto de estas proyecciones como, por ejemplo, un rango de probabilidad de ocurrencia alto, medio y bajo, luego de lo cual se podrá seleccionar un conjunto óptimo de políticas por escenario con base en los beneficios netos esperados.⁴ De ahí, y en toda la gama de escenarios introducidos por el IPCC, se considera esencial la búsqueda de estrategias robustas, es decir, de mecanismos que funcionen relativamente bien en comparación con las alternativas disponibles a partir de una serie de escenarios plausibles, así como de estrategias que tengan la posibilidad de evolucionar en el tiempo como respuesta a el surgimiento de nueva información.

Se presenta, no obstante, otro contexto en el que la incertidumbre resulta relevante, como en el caso de los eventos con poca probabilidad de presentarse pero que generan daños catastróficos. Muchos académicos han planteado inquietudes acerca de la adecuación de los análisis de costo beneficio en este tipo de contextos. Por ejemplo, el análisis realizado por Weitzman (2007)⁵ sugiere que el enfoque marginal del análisis costo beneficio podría no ser apropiado para eventos catastróficos. Asimismo, dada la incertidumbre inherente al cambio climático, en especial en el largo plazo, Weitzman afirmó que este tipo de evento debería ser el enfoque central de los diseñadores de políticas, ocupando su interés esencial en “qué nivel de aseguramiento obtener para compensar la reducida probabilidad de una catástrofe ruinosa.”⁶ Sin embargo, el argumento de Weitzman tiene más probabilidad de aplicarse al determinar el nivel óptimo de mitigación de gases invernadero a nivel global, caso en el que es necesario

³ UKCIP. 2003. *Climate Adaptation: Risk, Uncertainty, and Decision-making*. Editado por Robert Willows y Ricenda Connell. UK Climate Impacts Programme Technical Report.

⁴ Nótese que debido a que el enfoque del estudio se centra en la adaptación planeada, resulta apropiado considerar los beneficios netos en contraste con la utilidad neta pues los riesgos de adaptación se repartirán entre toda la población.

⁵ Weitzman, M. 2007. A Review of the Stern Review on the Economics of Climate Change. *Journal of Economic Literature* Vol. XLV pp. 703-724.

⁶ El Fondo Global para Reducción de Desastres y Recuperación (GFDRR, por sus siglas en inglés) del Banco está elaborando en conjunto con la ONU un estudio de gran envergadura titulado “Assessment on the Economics of Disaster Risk Reduction (DRR)” (Evaluación de las implicaciones económicas de la reducción de riesgos de desastre). Uno de los componentes de este estudio analiza precisamente el uso del análisis costo-beneficio en la reducción de riesgos de desastre. El estudio pondera específicamente la posibilidad de aplicación y las desventajas de utilizar el análisis costo beneficio en la DRR desde una perspectiva teórica, técnica y empírica. El estudio se beneficiará considerablemente de las ideas que sujan para el análisis económico de la DRR con la colaboración de los dos equipos.

considerar la probabilidad de ocurrencia de un evento que podría destruir la vida humana como se conoce. Sin embargo, para fines de este estudio, los eventos cuyo daño está reduciéndose por medio de la mayoría de las medidas de adaptación son de tipo local y no catastrófico en el sentido de la palabra utilizado en la frase anterior. En consecuencia, existe poca justificación para abandonar el enfoque de costo-beneficio.

En lo que respecta a la oportunidad de las inversiones, en gran medida dependerá de la oportunidad esperada con relación al impacto del cambio climático sobre la economía. No obstante, también dependerá de (a) el impacto del avance científico y tecnológico sobre la productividad de la inversión para fines de adaptación; (b) el impacto del avance tecnológico en la reducción de la incertidumbre sobre el cambio climático; (c) el carácter irreversible del costo de adaptación; (d) la tasa de descuento social y, por último, (e) consideraciones de flujo de efectivo y financiamiento del paquete de inversión del gobierno. Esperar a construir un dique hasta saber más acerca de la distribución de frecuencia de los eventos extremos puede ser una medida racional. Si el ritmo del avance tecnológico en el diseño de muros marinos también es acelerado, el argumento a favor de la espera es aún mayor. Si, además, la tasa de descuento social (o el financiamiento del déficit gubernamental) es alta, el argumento a favor de esperar se fortalece aún más.

De manera similar, si los beneficios de invertir en proyectos de adaptación son inciertos y existe la posibilidad de aprender acerca de estos beneficios en el futuro, entonces deberán postergarse las inversiones en proyectos de adaptación que representen costos hundidos. Por ejemplo, dado que los beneficios de invertir en proyectos que contribuyen a la adaptación al crecimiento del nivel del mar son inciertos (en gran medida por la incertidumbre en el grado de aumento del nivel del mar) y dado que parte de esta incertidumbre se resolverá en el futuro, deberían aplazarse (aunque no necesariamente eliminarse) las inversiones en diques marinos, que normalmente involucran costos hundidos. En el caso de que el aumento en el nivel del mar no fuera tan alto como se esperaba en un inicio, las inversiones en diques marinos podrían resultar en recursos desperdiciados, ya que una vez que se invierten en este objetivo no pueden utilizarse en otra cosa. Por otro lado, las inversiones en proyectos que contribuyen a la adaptación al impacto del cambio climático y cumplen con las metas de desarrollo actuales no deben aplazarse, a pesar de la incertidumbre que impliquen. Así, por ejemplo, no deberían postergarse las inversiones en pantanos que contribuyen a proteger contra el impacto del aumento en el nivel del mar pero que también ofrecen beneficios para el desarrollo en el momento presente. En caso de que no se necesitaran los manglares para adaptarse al cambio climático, los recursos invertidos en estos aún ofrecerían beneficios para el desarrollo.

Horizonte temporal, descuento y equidad: Con relación al tema de la incertidumbre cabe destacar el renglón del horizonte temporal adecuado para realizar el análisis de adaptación al cambio climático. Considerar un horizonte temporal hasta 2050 (entendido como corto plazo) y no más allá es apropiado por tres razones: (i) pronosticar el cambio climático y su impacto sobre la economía se vuelve cada vez más incierto en un periodo más largo; (ii) la mayoría de los proyectos de adaptación, con excepción de la infraestructura de larga duración, tienen pocas probabilidades de tener una vida que vaya

más allá de 2050; y (iii) la complejidad del análisis, como se comentó arriba, sugeriría el sacrificio de esfuerzos a fin de obtener estimaciones más precisas en el corto plazo para un horizonte temporal amplio.

Con respecto al tema de los horizontes temporales también es importante destacar el asunto del descuento y, en particular, de la selección de una tasa de descuento social aceptable. El descuento es un tema a considerar siempre que la adaptación implique inversiones para las que se incurre en costos en el corto plazo, mientras que se espera obtener los beneficios en el largo plazo, como sucede con la infraestructura de larga duración. En la medida en la que se realizan los costos y beneficios en el corto plazo, resultaría razonable aplicar tasas de descuento de acuerdo con las reveladas por las preferencias de las sociedades en términos de la asignación de su consumo y su inversión. Lo anterior ubicaría la selección de la tasa de descuento firmemente en el terreno “descriptivo” en contraposición del terreno “prescriptivo” (Arrow, 1995).⁷

Por otra parte, si los beneficios del proyecto no sólo afectan a la generación actual, sino también a las futuras, entonces la selección de la tasa de descuento apropiada se convierte en un tema ético. Con base en la famosa Regla de Ramsey (de acuerdo con la que la tasa de descuento social es igual a la suma de la tasa pura de preferencia temporal y el coeficiente relativo de aversión al riesgo, multiplicada por la tasa de crecimiento per cápita del consumo) el tema ético se reduce a optar entre dos parámetros: la tasa pura de preferencia temporal y el coeficiente relativo de aversión al riesgo. Mientras que un valor bajo de la tasa pura de preferencia temporal implica equidad intergeneracional, un valor alto del coeficiente relativo de aversión al riesgo implica equidad en el espacio y el tiempo. Así, en el caso de inversiones de larga duración y en aras de la congruencia de la metodología entre estudios de casos en los diferentes países, tal vez sería mejor recurrir al análisis de sensibilidad que permite una gama de tasas de descuento en lugar de optar por una sola.

Por último, resulta importante notar que las inquietudes intra e intergeneracionales surgen no sólo en el contexto del descuento, sino también en el de (i) agregación de costos y beneficios cuando los grupos de una generación difieren por niveles de ingreso; y (ii) la conveniencia del análisis costo beneficio cuando ambos elementos de un proyecto están distribuidos igualmente dentro de una generación (o entre generaciones).

Si, por ejemplo, la distribución del ingreso en una sociedad se considera injusta, entonces las medidas de costos y beneficios de un proyecto podrían corregirse ponderando las estimaciones individuales por un factor de equidad o asignando ponderaciones de equidad al agregar del aspecto individual para calcular los costos y beneficios a nivel de proyecto. El juicio ético en este proceso de agregación consiste en la selección de la función de bienestar social que se utilice para agregar las estimaciones individuales de costo y beneficio. De nuevo, a fin de mantener la congruencia, si se aplican

⁷ Arrow, K.J. 1995. Inter-generational equity and the rate of discount in long-term social investment. Artículo presentado ante el Congreso Mundial de la AIE (diciembre). Disponible en línea en www.econ.stanford.edu/faculty/workp/swp97005.htm.

ponderaciones de equidad en el análisis, se requiere realizar un estudio de sensibilidad empleando una gama de funciones de bienestar social.

Otro tema en torno a la equidad se relaciona con el principio de compensación de Kaldor-Hicks, que establece que si quienes se benefician de un proyecto pudieran en principio, compensar a los perdedores y aún generar una ganancia neta, entonces se satisface el criterio de costo beneficio. En este punto surge un posible planteamiento ético, pues no es necesario que los ganadores paguen una compensación tangible a los perdedores. A pesar de que el análisis costo beneficio sigue siendo un marco útil para guiar la asignación de recursos públicos escasos, la afirmación apunta firmemente hacia el hecho de que los diseñadores de políticas no deberían guiarse sólo por el resultado de este tipo de análisis. Como mínimo, se aprecia un argumento en torno a prestar atención cuidadosa a la distribución de los costos y beneficios del proyecto entre grupos socioeconómicos, un enfoque adoptado en este informe metodológico.

En resumen, para cumplir el doble objetivo del estudio por una parte y a fin de mantener un nivel manejable, por otra, se está limitando el estudio al análisis de las medidas de adaptación planeadas, aunque a lo largo del espectro de desarrollo, y permitiendo la presencia de la adaptación proactiva y la reactiva. Asimismo, el hecho de que el marco temporal del análisis abarque hasta 2050, limita, aunque no elimina, la incertidumbre inherente al cambio climático. La incertidumbre deberá de tratarse utilizando un marco de manejo de riesgo.

III. Definición operativa de los costos de adaptación

Así como en el caso de la adaptación, el concepto de los costos de adaptación parece ser intuitivo, pues son los costos que se requiere cubrir para adaptarse al cambio climático o, como se define en el IPCC, los costos de planeación, preparación, facilitación e implementación de las medidas de adaptación, incluyendo los costos de transacción.

A pesar de ser intuitivo, el concepto es, sin embargo, difícil de hacer operativo. Para lograrlo, es necesario tratar una serie de asuntos. En primer lugar, se requiere llegar a un acuerdo en el nivel de adaptación, es decir, el grado al cual se debe llevar a cabo la adaptación a fin de restablecer el bienestar social al nivel que habría tenido en ausencia del cambio climático. Una posibilidad reside en intentar una adaptación total de manera que la sociedad esté por lo menos en las mismas condiciones en las que se encontraba antes del cambio climático. De manera alternativa, se podría elegir no hacer nada, es decir, sufrir el daño (o gozar los beneficios) del impacto pleno del cambio climático. Por último, y de gran interés, sería posible adaptarse al cambio climático sólo en la medida en la que la adaptación no desvíe recursos limitado de necesidades de desarrollo más importantes.

Esta discusión ilustra que el nivel al cual se desea la adaptación es un problema económico, que se concentra en cómo asignar el presupuesto con el que se cuenta para abatir el cambio climático mientras que a la vez se satisfacen otras necesidades sociales. Aunque esta idea sigue siendo sencilla e intuitiva, en términos económicos plantea

grandes dificultades de cuantificación y medición. Un trabajador urbano pobre que habita una vivienda frágil en un barrio miserable podría enfrentar gran dificultad para decidir entre gastar dinero en mejorar su vivienda (para adaptarla a las lluvias más intensas) o en comprar libros de texto o equipo de primeros auxilios para la familia. De manera similar, un campesino pobre en una zona rural podría enfrentar la difícil necesidad de optar entre estas necesidades básicas y algún mecanismo sencillo de irrigación que compense el aumento en las temperaturas y su impacto sobre la productividad agrícola. Estos ejemplos sugieren que, con presupuestos limitados, el nivel de adaptación deseable y factible dependen ambos del nivel de ingreso o de la cantidad de recursos disponibles. Por supuesto, ambos niveles dependen del impacto esperado del cambio climático.

Para complicar las cosas aún más desde el punto de vista de la planeación social se plantea la idea de que el nivel de adaptación deseable depende de cuánta adaptación autónoma se esté llevando ya a cabo, pues este nivel evidentemente tiene un impacto sobre cuánta adaptación inducida por el gobierno resulta deseable. El nivel probable de adaptación autónoma, sin embargo, podría no ser una variable que los gobiernos tengan determinada.

Definición sencilla: A fin de hacer operativa la definición de los costos de adaptación valdría la pena considerar dos escenarios, uno con y otro sin cambio climático. En el caso sin cambio climático, o a lo que se hará referencia en adelante como el caso básico, supóngase que el país ha definido un conjunto de proyectos de inversión (normalmente en su presupuesto anual, elaborado por el Ministerio de Finanzas o de Planeación) que maximicen el bienestar social. Estos son proyectos factibles dado el presupuesto disponible. Para fines ilustrativos, supóngase que los proyectos seleccionados tienen una razón costo-beneficio de por lo menos cuatro y que se incluyen seis proyectos en el presupuesto del año en curso de los cuales tres se relacionan con el clima (P1, P2 y P3), mientras que tres no tienen relación con este tema (P4, P5 y P6).

Ahora, considérese el escenario con cambio climático. Es probable que el cambio climático afecte la economía de diversas maneras, incluyendo el impacto sobre los precios relativos (por ejemplo, el costo de los alimentos) así como los beneficios de varios proyectos. Un sistema de alerta anticipada que no fuera justificable económicamente en el caso base podría volverse viable de pronto, superando la razón costo-beneficio en el escenario con cambio climático. En consecuencia, la composición del conjunto de proyectos seleccionados bajo el escenario con cambio climático probablemente diferirá de la composición sin cambio climático. En la mayoría de las situaciones resulta razonable suponer que los proyectos P1, P2 y P3 pasarán la prueba de la razón mínima costo beneficio en un escenario de cambio climático, y que, por ende, serán parte del conjunto de proyectos seleccionados en este escenario. En la medida en la que los costos de implementar P1, P2 y P3 sigan siendo los mismos en ambos escenarios, estos proyectos constituirán medidas de adaptación sin arrepentimiento.

Al mismo tiempo, supóngase que P4, P5 y P6 ya no pasan la prueba de la razón costo-beneficio y en su lugar se eligen dos nuevos proyectos, P7 y P8. Ambos proyectos bien

podrían ser el sistema de alerta anticipada que no pasó la prueba de la razón costo beneficio en el caso básico, pero la supera en el caso con cambio climático, pues el cambio climático aumenta la probabilidad de incrementar considerablemente los beneficios que ofrecen estos sistemas de alerta anticipada. Debido a que P4, P5 y P6 ya fueron descartados, sus beneficios también habrán desaparecido.

El planteamiento entonces se centraría en determinar cuáles son los costos de adaptación. En este ejemplo sencillo, los costos de adaptación pueden definirse como los costos de los proyectos seleccionados de acuerdo con el escenario que considera el cambio climático, que no habrían sido elegidos en el caso base, es decir, los costos de poner en marcha P7 y P8. Aunque estos proyectos generan beneficios al evitar daños, representan un costo para la sociedad que, en su defecto, podría estar gozando los beneficios de los proyectos P4, P5 y P6 de no haberse presentado el cambio climático. Esto es equivalente a la situación que se presentaría con un trabajador urbano que tiene que invertir en la protección de su vivienda, o del agricultor que tiene que invertir en irrigación, sacrificando ambos sus inversiones potenciales en libros y medicamentos. Nótese también que los proyectos sin arrepentimiento no resultan en costos de adaptación en la medida en la que los costos de estos proyectos no varíen entre los escenarios con y sin cambio climático. En la medida en la que el cambio climático aumente el costo de poner en marcha proyectos sin arrepentimiento, también deberá incluirse el costo incremental de estos proyectos en los costos de adaptación.

El concepto de impacto residual está relacionado con el de costos de adaptación. Este impacto residual se define como el cambio en el bienestar entre un escenario y otro. Debido a que es probable que el impacto del cambio climático no sea benéfico para la gran mayoría de los países en desarrollo, resulta razonable suponer que el bienestar en el caso base será mayor que en el caso con cambio climático. El impacto residual será el impacto del cambio climático que permite tanto la adaptación autónoma como la planeada. En gran medida, esta pérdida de bienestar es el resultado de abandonar los proyectos P4, P5 y P6.

Nótese que en la medida en la que los países que incurran en costos de adaptación reciban compensación por el total o parte de estos costos, su restricción presupuestaria se relajará, permitiéndoles seleccionar un conjunto de proyectos más amplios y, con ello, reduciendo ligeramente el impacto residual del cambio climático. En este mismo sentido, los países que incurren en costos de adaptación podrían argumentar que su restricción presupuestaria debería relajarse aún más, para reducir adicionalmente el impacto residual a “algún” punto que corresponda a “algún” nivel de adaptación. Podría argumentarse que el costo mínimo de llegar a este nivel de impacto residual es una definición alternativa del costo de adaptación.

Definición formal de los costos de adaptación

En términos más formales, el problema de la selección del proyecto podría formularse y resolverse como un problema de programación de enteros. El objetivo residiría en seleccionar proyectos de modo que se maximice el beneficio neto esperado en cada periodo, sujeto a una restricción presupuestaria. Asimismo, el análisis tendrá que comenzar con el presupuesto actual de inversión del gobierno y a fin de garantizar un trato coherente del balance fiscal general del gobierno en el tiempo, considerar el presupuesto total de inversión del gobierno será un factor importante a considerar.

Sin embargo, para hacer el trabajo más manejable, se pueden agregar por sector las actividades no sensibles al clima, mientras que las regiones y los sectores más sensibles y vulnerables pueden considerarse de manera desagregada.¹ Este procedimiento ancla al modelo en la realidad actual, de manera que los proyectos reflejan la asignación actual del gasto en capital y su restricción presupuestaria.

El problema de programación de enteros requiere entonces que en cada periodo el planeador seleccione un subconjunto de proyectos de un grupo mayor X_{it} para maximizar los beneficios esperados netos. En cada periodo, el proyecto i requiere un flujo de gasto C_{it} . El beneficio neto de invertir en el proyecto i se realiza de manera similar a lo largo de la vida del proyecto y se denota mediante B_{it} . El valor presente de estos beneficios netos futuros se representa mediante $B_i = \sum_t \frac{B_{it}}{(1+r)^t}$ mientras que el valor presente neto de los costos futuros se representa mediante $C_i = \sum_t \frac{C_{it}}{(1+r)^t}$, donde r es la tasa de descuento apropiada. Suponiendo un presupuesto total de C_t para cada periodo a lo largo del horizonte temporal del modelo, el problema en cada periodo podría expresarse de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} \max E \sum_i B_i x_i \\ \text{s.t.} \sum_i C_i x_i \leq C_t \forall t \\ x_i \in \{0,1\} \forall i \end{aligned}$$

donde x_i es una variable binaria que indica si se selecciona el proyecto i en un periodo dado. Nótese que debido a que el problema de programación de enteros se resolverá a nivel de la economía, bien podría suceder que los proyectos seleccionados en cada periodo se tomen de uno o dos sectores y no de todos los sectores afectados por el cambio climático. No obstante, el cálculo reflejará una asignación óptima de los recursos nacionales. Nótese también que los beneficios netos serán función de las condiciones climáticas y que el problema de programación de enteros deberá ser resuelto para el conjunto de escenarios climáticos y no climáticos a fin de determinar el conjunto de proyectos sólidos.

En este caso, sea W el beneficio intertemporal neto maximizado como función de las condiciones del clima y la restricción presupuestaria. En un escenario sin cambio climático, con las condiciones del clima denotadas por T_0 y una restricción presupuestaria C_0 , el planeador selecciona una cartera de proyectos A_0 , que genera los beneficios netos W_0 :

$$W_0 = W_0(T_0, A_0(C_0)).$$

De manera similar, con la misma restricción presupuestaria C_0 , sea A_1 la cartera sólida de proyectos de acuerdo con las condiciones climáticas proyectadas T_1 . Sea W_1 el beneficio neto esperado maximizado correspondiente a estas condiciones, selecciones y restricción:

$$W_1 = W_1(T_1, A_1(C_0))$$

Los costos de adaptación se definen entonces como el costo de implementar los proyectos seleccionados de acuerdo con A_1 que no fueron seleccionados de acuerdo con A_0 más el costo incremental de los proyectos sin arrepentimiento. Por su parte, el impacto residual se define como $W_0 - W_1$.

Nótese que en la medida en la que los países que incurren en costos de adaptación se vean compensados por el total o parte de estos costos, sus restricciones presupuestarias se relajarán para permitirles establecer un conjunto mayor de proyectos y, con ello, reducir en cierta medida el impacto residual del cambio climático. En este mismo sentido, los países que incurran en costos de adaptación podrían argumentar que su restricción presupuestaria debería relajarse aún más para reducir adicionalmente el impacto residual a un “cierto” punto correspondiente a “cierto” nivel de adaptación, como por ejemplo, 0, el nivel de beneficios antes del cambio climático. Podría argumentarse que el costo mínimo de llegar a este nivel de impacto residual es una definición alternativa de los costos de adaptación.

IV. Metodología de cinco pasos

A fin de estimar los costos de adaptación se creó una metodología de cinco pasos:

- Proyecciones climáticas y evaluación de riesgo, sensibilidad climática e impactos potenciales;
- Lecciones del pasado: Evaluación de capacidad de adaptación y déficit de adaptación;
- Estimación de costos de adaptación;
- Evaluación a nivel macro de la adaptación al cambio climático;
- Generalización a todos los países en desarrollo.

Proyecciones climáticas y evaluación de riesgo, sensibilidad climática e impactos potenciales: A fin de evaluar qué tipo de medidas de adaptación se necesitan en un país para moderar el daño o explotar los beneficios potenciales debidos al cambio climático y lo que podrían costar esas medidas, se requiere en primer lugar comprender y cuantificar el nivel de exposición al riesgo climático, la sensibilidad de la economía a la variabilidad del clima y los impactos potenciales, positivos y negativos, que la variabilidad del clima impone a la economía. Para fines de este informe, exposición se define como la medida en la que las poblaciones humanas y los activos naturales y físicos están expuestos a diversos riesgos climáticos, la sensibilidad con respecto a las características de estas poblaciones y de los activos naturales y físicos que determinan el grado al cual se ven afectados estos sistemas y el impacto potencial de los efectos adversos o benéficos tienen en un sistema que permite la adaptación autónoma. Sin comprenderlo, no sería posible saber quién necesita adaptarse a qué.

El primer paso de la metodología residiría entonces en intentar cuantificar las relaciones clave entre los cambios en los parámetros del clima —como temperatura promedio, precipitación promedio, extremos de temperatura y precipitación, aumento en el nivel del mar y marejadas— y su impacto sobre actividades económicas y modos de obtención de ingresos, medidas a su vez mediante cambios en la productividad agrícola, cambios en la productividad de los bosques y la actividad pesquera y los impactos sobre las funciones de los ecosistemas, la salud humana y las zonas costeras. El análisis comenzaría por entender qué variables del clima e hidrológicas tienen probabilidades de afectar un sector

económico dado. De ahí en adelante, las tendencias proyectadas para las variables climáticas relevantes obtenidas por medio de la reducción estadística a escala de los resultados de los Modelos de Circulación Global (GCM, por sus siglas en inglés) (véase el Apéndice 2 para conocer detalles sobre las proyecciones climáticas) se combinarían con modelos de evaluación de impacto a nivel sectorial para cuantificar el posible efecto (véase el Apéndice 3 para detalles sectoriales sobre evaluación de impacto).

Sin embargo, el enfoque sectorial de la evaluación de impactos genera una distracción del hecho de que ciertos grupos en una sociedad podrían tener que cargar con el grueso de una combinación de impactos a nivel sectorial. El empleo de la perspectiva de obtención del sustento, por otra parte, permite evaluar algunos de estos efectos sectoriales y caracterizar mejor las actividades económicas que desempeñan las poblaciones vulnerables, así como el impacto distributivo del cambio climático. Las evaluaciones a nivel sectorial se complementarán entonces con la perspectiva de la obtención del sustento, que requiere la generación de un conjunto de alrededor de entre seis y diez perfiles estilizados de obtención de sustento de los grupos más vulnerables representando una gama de tipos de vulnerabilidad al cambio y la variabilidad del clima. Las vulnerabilidades locales al cambio climático se establecerán a su vez mediante la combinación de datos sobre el clima y el uso del suelo con mapas y evaluaciones de pobreza, incluyendo datos sobre activos privados, públicos y naturales.

Lecciones del pasado: Evaluación de la capacidad y el déficit de adaptación; Una vez que se ha evaluado el elemento relacionado con “quién necesita adaptarse y a qué”, el siguiente paso reside en aprender de las experiencias existentes en el país con relación al trato con la variabilidad climática pasada y actual, incluyendo casos de clima extremo. Esto traerá consigo lecciones derivadas de las políticas y los proyectos que han funcionado y de los que no, aprendizajes provenientes de las estrategias utilizadas por las familias y las comunidades que actúan independientemente y sin intervenciones de las políticas públicas (aunque dentro de un marco existente de política pública) y lecciones derivadas de las medidas de política a nivel estatal y federal dirigidas a aumentar la resistencia al clima de las inversiones públicas, hacer posible la adaptación autónoma y ofrecer redes de seguridad para permitir que los segmentos más vulnerables enfrenten las variaciones del clima. La combinación de estos análisis permite la evaluación de la capacidad de adaptación en un país, definida por el IPCC como la “capacidad de un sistema para ajustarse al cambio climático (incluyendo la variabilidad y los extremos del mismo) y moderar los daños potenciales, aprovechar las oportunidades o enfrentar las consecuencias”. Dada la importancia que reviste comprender no sólo lo que ha funcionado, sino también lo que no ha funcionado (como por qué, a pesar de las medidas de adaptación autónomas y planeadas existentes algunos grupos aún no logran enfrentar la variabilidad actual del clima), este paso de la metodología también evaluaría el déficit de adaptación.

La evaluación de la capacidad y el déficit de adaptación de un país se utiliza entonces para desarrollar una matriz de políticas y proyectos de adaptación por sector, cuyos beneficios podrán contemplarse ya sea por medio de ejercicios de evaluación de proyectos o de técnicas de transferencia de beneficios y costos mediante compilaciones

de presupuestos a nivel sectorial o de proyectos. En términos generales, las medidas de adaptación pueden clasificarse de la siguiente manera:

Suministro de bienes públicos: Las medidas de adaptación que constituyen el suministro de bienes públicos incluyen las inversiones en una variedad de sistemas de alerta anticipada (como el suministro de mejores pronósticos del clima para los agricultores, mejores programas de seguimiento y monitoreo para las enfermedades propagadas por el agua, más apoyo específico para la vigilancia de incendios, plagas y enfermedades en bosques, etcétera), hasta inversiones en infraestructura pública como en mecanismos de almacenaje de agua, inversiones para la recolección de agua pluvial, muros marinos, y otras, así como las inversiones que se realizan para ayudar a la reubicación de poblaciones en situaciones en las que el cambio climático reduce la capacidad de los ecosistemas para apoyar a estos habitantes.

Inversiones públicas para la protección contra el clima: Las medidas de adaptación en esta categoría requieren en general de cambios en las especificaciones de las inversiones en infraestructura para hacerlas más resistentes al clima. Por ejemplo, en relación con la disponibilidad de agua, las inversiones en protección climática incluyen las siguientes:

- cambiar la ubicación o la altura de las tomas de agua;
- instalar revestimientos en canales;
- utilizar conductos cerrados en lugar de canales abiertos;
- integrar embalses separados en un solo sistema;
- utilizar recargas artificiales para reducir la evaporación;
- aumentar la altura de las presas;
- añadir más turbinas;
- aumentar el tamaño de los canales; y
- eliminar el sedimento de los embalses para aumentar la capacidad de almacenamiento.

Hacer posible la adaptación privada: Como se comentó anteriormente, los agentes privados en funciones en el contexto de un marco general de política tomarán una serie de medidas de adaptación. Así, en la medida en la que se desarrollen políticas para posibilitar este tipo de adaptación autónoma, también constituirán medidas de adaptación. De esta manera, por ejemplo, las iniciativas de política para desarrollar mercados de seguros pueden dar a los agricultores acceso a pólizas de seguro sujetas al clima, lo que les dará la posibilidad de enfrentar choques de productividad relacionados con lo que suceda con el clima. De manera similar, el establecimiento de precios del agua de forma que reflejen su escasez (o abundancia) llevará a los agricultores a adoptar patrones de cosecha que reflejen la disponibilidad hidráulica local, mientras que a la vez la prestación de mayores servicios de extensión aumentará la capacidad de los agricultores para enfrentar las variaciones del clima.

Suministro de una red de seguridad: Por último, las medidas de adaptación puestas en marcha tanto por el Estado como por los agentes privados podrían no bastar para permitir que las familias enfrenten el impacto de grandes sucesos climáticos. Por ello, es importante que los gobiernos establezcan instituciones para contribuir al alivio en

situaciones de desastre y poner en marcha programas que suministren ingresos adicionales en esos momentos. Un ejemplo de estas medidas de adaptación basadas en redes sociales de seguridad son los esquemas de creación de empleos que garantizan un número específico de días de trabajo, normalmente con pago del salario mínimo, y la construcción de albergues de emergencia en regiones con tendencia a enfrentar ciclones.

Cabe destacar que la evaluación del costo y beneficio de las diversas medidas de adaptación será probablemente una tarea ambiciosa, pues hasta la fecha sólo se cuenta con niveles limitados de estimaciones en el contexto sectorial. Como se hizo notar en OCDE (2008)⁸, aunque existe un gran número de estimaciones para los costos y beneficios de las medidas de adaptación en las zonas costeras, la mayoría de los estudios en el sector agrícola se han centrado en la evaluación de los beneficios de la adaptación, y pocos han intentado valorar los costos correspondientes, existiendo únicamente unas cuantas proyecciones aisladas del costo y beneficio de la adaptación para todos los demás sectores. Dado lo anterior, sería importante dar prioridad a las medidas de adaptación en cada sector a partir del menú de medidas identificadas en párrafos anteriores y evaluar los costos y beneficios para este conjunto más reducido.

Estimación de los costos de adaptación: Como se destacó arriba, la estimación de los costos de adaptación recurre a la selección del conjunto óptimo de proyectos con y sin cambio climático. Sin embargo, podría suceder que el menú de las medidas de adaptación existentes (reunidas a partir de las lecciones del pasado) no sea suficiente para permitir que los diseñadores de políticas seleccionen proyectos para maximizar los beneficios netos con el cambio climático, pues los patrones climáticos futuros podrían diferir mucho de los patrones actuales. Resulta importante entonces complementar la comprensión de las medidas actuales de adaptación con la identificación de medidas adicionales que podrían requerirse para tratar con la variación proyectada en el clima. Un enfoque es el desarrollo de un escenario de participación. En particular, se podrían utilizar talleres realizados en los países centrados en el desarrollo de escenarios de participación para crear una comprensión sólida de las medidas de adaptación y los caminos factibles, así como de su relevancia para grupos particularmente vulnerables (véase el Apéndice 4 para más información sobre el desarrollo de escenarios participativos).

Posteriormente, se estimarían los costos de adaptación en un primer paso mediante la identificación del conjunto de proyectos que se pondrían en marcha en ausencia de cambio climático y del conjunto que tendría que implementarse para enfrentar la variabilidad del clima introducida por el cambio climático, dejando la restricción presupuestaria constante (con la identificación de ambos conjuntos mediante programación de enteros). Los costos de adaptación, que también se definen arriba, involucran precisamente el costo de implementar los proyectos elegidos en el escenario que considera el cambio climático y que no fueron seleccionados en el escenario sin cambio climático, más el costo incremental de los proyectos sin arrepentimiento.

⁸ OCDE. 2008. Economic Aspects of Adaptation to Climate Change: Costs, Benefits, and Policy Instruments. Editado por Shardul Agrawala y Samuel Franhauser.

Evaluación a nivel macro de la adaptación al cambio climático: Los modelos y los pasos descritos hasta este punto presentan una representación detallada de la sensibilidad climática, los impactos potenciales y las estrategias de adaptación a nivel sectorial y de sustento, manteniendo todos los precios constantes, tanto de los insumos como de los productos. La implementación del conjunto de medidas de adaptación identificadas arriba bien podría llevar a cambios en la demanda por diversos insumos, como la mano de obra, la tierra, el capital y, con ello, a cambios en los precios de los insumos y otros bienes en la economía. Estos cambios de precios podrían afectar a su vez las estimaciones de los costos de adaptación. En consecuencia, estos efectos indirectos y entre sectores también necesitan explicarse a fin de desarrollar estimaciones congruentes de costos de adaptación a nivel nacional.

El primer paso crucial en esta evaluación a nivel nacional requiere de vincular el enfoque “de abajo hacia arriba” descrito en las subsecciones anteriores y utilizado para seleccionar medidas de adaptación con modelos “de arriba hacia abajo” utilizados para realizar evaluaciones a nivel de la economía, como los modelos computables de equilibrio general (CGE, por sus siglas en inglés). Esto, a su vez, involucra la incorporación de las conductas de los agentes y de la información a nivel sectorial obtenida a nivel microeconómico en un modelo de CGE. Posteriormente, se utiliza el modelo de CGE para simular tres conjuntos de escenarios: el primero, que corresponde a una situación sin cambio climático, proyecta la ruta de desarrollo económico caracterizada por un conjunto de precios de insumos y productos y de estimaciones de bienestar del consumidor; el segundo escenario permite impactos de cambio climático sin adaptación planeada, mientras que el tercer considera tanto el impacto como las medidas de adaptación. Los dos últimos escenarios permitirán a su vez evaluar la magnitud de los efectos indirectos. Asimismo, si se demuestra que el impacto indirecto es considerable y suma costos adicionales sustanciales a las proyecciones de costos de adaptación, la conclusión sugeriría que no hay necesidad de reelegir el conjunto de medidas de adaptación elegidas en el paso previo para reducir estos costos indirectos (véase el Apéndice 5 para más detalles sobre la evaluación nacional de la adaptación).

Generalización a todos los países en desarrollo: El quinto y último paso de la metodología consiste en generalizar las lecciones aprendidas a partir de los siete estudios de casos a todos los países en desarrollo. Este proceso comienza con el establecimiento de un marco común y congruente en cada país, que es uno de los objetivos clave de esta metodología propuesta. Más aún, el marco involucra el establecimiento de zonas vulnerables clasificadas por nivel de vulnerabilidad climática con base en indicadores de (a) la naturaleza del evento climático (como, por ejemplo, sequía o inundación); (b) la vulnerabilidad de la población afectada (por ejemplo, los ingresos, las medidas de capacidad para la acción colectiva); y (c) indicadores basados en esquemas de inversión verde (GIS, por sus siglas en inglés) con respecto a las características físicas del suelo (como urbano, rural, con pendiente o el tipo de tierra). Los costos unitarios de adaptación basados en estudios de casos de países pueden extrapolarse entonces a otros países en desarrollo con zonas o poblaciones con características de vulnerabilidad similares.

En el caso del sector agrícola, las opciones de adaptación se analizarán a nivel de los Sistemas Agrícolas, de acuerdo a lo identificado en la publicación *Farming systems and Poverty* publicado conjuntamente por la FAO y el Banco Mundial (Dixon *et al*, 2001).⁹ La estimación de los costos de adaptación por unidad de sistema agrícola facilita la extrapolación de los costos de adaptación en el sector agrícola hacia todos los países en desarrollo. El proceso es similar para otras amenazas (marejadas, inundaciones urbanas y salud) mediante el cual se podrán identificar unidades homogéneas con base en GIS para extrapolar, además de analizar las opciones de adaptación y derivar los costos unitarios promedio de adaptación (véase el Apéndice 6 para más información).

V. Fortalezas y limitaciones del estudio

La fortaleza principal de la metodología propuesta reside en su utilización de un enfoque congruente para extrapolar las estimaciones de costos de adaptación del nivel sectorial al nacional y de ahí al global. Con ello, el estudio espera cerrar dos brechas en la literatura económica de la adaptación al cambio climático: (i) la falta de estimaciones creíbles sobre los costos globales de adaptación; y (ii) la falta de orientación sobre las estrategias óptimas de adaptación a nivel sectorial y nacional. La posibilidad de aumentar la escala del enfoque propuesto se vuelve viable con (a) el alcance de la cobertura que incluye a todos los sectores clave en los siete países; (b) el fundamento multidisciplinario; y (c) la congruencia en los supuestos en todo el estudio.

La metodología aprovecha la información y las evaluaciones de adaptación al cambio climático disponible a nivel sectorial y de proyecto incluyendo el renglón costero, agrícola y de salud. El estudio propone recalcular estimaciones previas en estos renglones mediante la utilización de un conjunto congruente de supuestos y metodologías, de manera que los resultados puedan agregarse a nivel global y de país. Asimismo, se realizarán nuevos estudios para sectores y países sin estimaciones previas con el fin de ampliar el espectro de cobertura entre los países en desarrollo, reduciendo así la incertidumbre inherente en la extrapolación.

Otra fortaleza clave del estudio se deriva de su enfoque multidisciplinario. La metodología propuesta intenta vincular no sólo la ciencia del clima con modelos económicos, tanto micro como macroeconómicos, sino también vincular cada uno de ellos con métodos analíticos sociales. El fundamento del estudio reside en su consistente reducción de la escala del cambio climático proyectado de entre la amplia gama de Modelos Climáticos Globales hasta llegar al nivel local. De ahí, se utilizan subconjuntos del grupo de factores climáticos cuya escala ha sido reducida para estimar el vector de impactos sobre los sectores clave de cada país, utilizando modelos de evaluación de impacto para sectores específicos. Con base en esta información, se especifican proyectos alternativos de adaptación y se elige con base en criterios de optimización sujetos a la restricción presupuestaria del gobierno. De ahí, se ingresan los impactos directos del cambio climático en un marco macroeconómico para analizar el impacto indirecto intersectorial del cambio climático, así como las estrategias de adaptación. Por último, en

⁹ Dixon et al. 2001. *Farming Systems and Poverty: Improving Farmers' Livelihoods in a Changing World*. Food and Agricultural Organization, Roma.

cada paso el análisis se complementa con perspectivas e ideas de las personas cuyo sustento está siendo o se verá afectado por los cambios en el clima. El impacto del cambio climático y los beneficios de las medidas específicas de adaptación se analizan en el contexto de los subgrupos de población definidos de acuerdo con sus perfiles de obtención de sustento. Asimismo, se realiza un análisis a nivel local de las medidas de adaptación autónoma pasadas y presentes para una serie de grupos estratificada por conjuntos de perfiles de obtención de sustento, utilizando trabajo de campo primario basado en la evaluación rural participativa, además de la realización de talleres y consultas.

Por último, la metodología propone la utilización de un conjunto sólido de supuestos aplicados entre sectores y países, incluyendo los relacionados con tasas de descuento, horizonte temporal, tratamiento de predicciones del clima, tratamiento de la desigualdad y los niveles objetivo de adaptación explorados.

Al mismo tiempo, el ambicioso objetivo del estudio es el que plantea los retos más grandes. A fin de ofrecer una base mínima de generalización, se seleccionaron siete países para ser objeto de estudio. Aunque la realización de estos estudios de casos en sí misma una tarea enorme, el estudio sigue sujeto a críticas por no establecer una muestra lo suficientemente amplia de países para permitir generalizar las experiencias de adaptación a todos los países en desarrollo. Asimismo, se presentan retos que parten de la complejidad del estudio y su naturaleza intensiva en datos, los altos requisitos computacionales, la incertidumbre acerca de parámetros clave como las predicciones del clima, el reto implícito en vincular modelos micro y macro y la necesidad de congruencia en todos estos aspectos. Estos requisitos plantean un reto particular, ya que la cantidad y la calidad de los datos variará considerablemente entre un país y otro.

Incetidumbre: El impulso central para todos los resultados en cualquier estudio de cambio climático, incluyendo el presente, son los pronósticos de cambio climático que se originan en los modelos de circulación global (GCM, por sus siglas en inglés). Los resultados de estos modelos traen consigo un nivel inherente de incetidumbre, tanto a partir del horizonte temporal con respecto al cual se realizan como por los enfoques a la creación de modelos que se utilizan en las diferentes opciones de GCM y de optimización. A escala local, los modelos de circulación global no sólo divergen en la magnitud del cambio que se espera, sino también en la dirección, incluso para los mismos escenarios de cambio climático. Aunque parte de esta incetidumbre se maneja de manera apropiada como parte del análisis que lleva a las estrategias óptimas de adaptación bajo escenarios específicos, la incetidumbre persiste.

Sesgos de selección en las iniciativas de adaptación: El enfoque propuesto estima los costos de adaptación a nivel sectorial en buena medida mediante el análisis del costos de iniciativas de adaptación específicas tomadas como respuesta a la variabilidad climática previa y de los proyectos propuestos dirigidos a enfrentar cambios futuros. El conjunto de estas iniciativas puede ser limitado, como en el caso de las iniciativas de política más superficiales, cuyo costo es difícil de calcular en comparación con las iniciativas profundas. Incluso en casos en los que existe una muestra amplia de iniciativas, la

limitación del contexto y las circunstancias locales podría quitar su representatividad o convertirlas en subóptimas para extrapolar al resto del sector. Esto es particularmente probable en el análisis social realizado con base en consultas locales, pero podría afectar también otros sectores más heterogéneos.

Tratamiento de externalidades: Las medidas de adaptación tienen el potencial de generar externalidades no pecuniarias significativas. En la medida en la que estas externalidades puedan internalizarse con base en métodos de aprobación generalizada, el estudio lo hará. En los casos en los que las externalidades sean inciertas o la valuación difícil o controvertida, el estudio discutirá la existencia de la externalidad desde un punto de vista cualitativo, sin incorporar la externalidad en el análisis cuantitativo. La justificación de esto reside en minimizar el potencial de percepciones de subjetividad que desacrediten los resultados cuantitativos.

Dificultades en la realización del análisis en términos de valores financieros y económicos: Desde un punto de vista ideal, el análisis de la calidad óptima de los paquetes de adaptación se realizaría en términos de valores económicos más que financieros. Sin embargo, el cálculo del costo de financiar la adaptación debe llevarse a cabo en las unidades que el gobierno y los donadores efectivamente utilizan en el mercado, es decir, el costo financiero. Dada la escala y el tiempo del que se dispone para realizar el estudio, es probable que no resulte factible analizar ambos valores, es decir, optimizar en valores económicos mientras que a la vez se calculan los costos en términos financieros. No obstante lo anterior, se explorará la posibilidad de hacerlo, posibilidad que dependerá principalmente de la disponibilidad de analistas de proyecto experimentados en los países. En este sentido, cabe aclarar que la postura por defecto será la de realizar todo el análisis en valores financieros.