

Consultoría para el análisis de los modelos disponibles de evaluación de impacto macroeconómico de políticas ambientales

INFORME FINAL

Diciembre 2018

Sofía Harguindeguy

AGRADECIMIENTOS

La producción del estudio estuvo bajo la supervisión de José Dallo, Jefe de la Oficina Subregional de ONU Medio Ambiente para el Cono Sur. Asimismo, fue coordinada por Pablo Montes (PAGE), Federico Rehermann (OPP) y Gastón Mullin (OPP).

Se agradece la colaboración:

Instituto de las Naciones Unidas para la Formación Profesional y la Investigación (UNITAR): Giuliano Montanari

Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI): Manuel Albaladejo, Mateo Ferriolo, Pía Alonso, Rosanna Rovella

Organización Internacional del Trabajo (OIT): Andrés Marinakis, Ana Belen Sánchez

Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA): Ronal Gainza, Adriana Zacarías, Ms. Lourdes Del Pilar Álvarez, José Pineda.

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD): Magdalena Preve, Flavio Scasso

Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medioambiente, Dirección Nacional de Medioambiente: Juan Labat, Laura Piedrabuena, Paola Visca.

Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca: Verónica Durán

Ministerio de Trabajo y Seguridad Social: Federico Araya, Tair Kasztan Flechner.

Ministerio de Economía y Finanzas: Juan Benítez, Juan Martín Chaves

Ministerio de Turismo: Karina Larruina.

Oficina de Planeamiento y Presupuesto (OPP): Nora Gesto

Secretaría Nacional de Ambiente, Agua y Cambio Climático: Rossana Gaudioso

Centro de Investigaciones Económicas (CINVE): Bibiana Lanzilotta

Departamento de Economía – Facultad de Ciencias Sociales (DECON): Inés Terra

Instituto de Economía – Facultad de Ciencias Económicas y de Administración (IECON): Miguel Carriquiry

Universidad de Montevideo: Marcelo Caffera

Universidad de la Plata: Martín Cicowicz

Proyecto REDD+: Virginia Chiesa

Centro Universitario Regional Este de la Universidad de la República: Lorena Rodríguez Gallego

ÍNDICE

RESUMEN EJECUTIVO	4
1. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES	5
2. MARCO PARA EXAMINAR Y EVALUAR ANTECEDENTES.....	7
2.1. Criterios para examinar y evaluar antecedentes	8
2.2. Metodologías disponibles	8
2.2.1. Indicadores.....	8
2.2.2. Modelo Insumo-producto	9
2.2.3. Matriz de contabilidad social	10
2.2.4. Modelos econométricos	11
2.2.5. Modelos de Optimización	12
2.2.6. Modelos de sistemas dinámicos	13
3. ANTECEDENTES NACIONALES E INTERNACIONALES.....	14
3.1. Antecedentes nacionales con implicancia ambiental amplia	14
3.1.1. Métodos de valoración contingente	14
3.1.2. Modelos de precios hedónicos	15
3.1.3. Análisis de costo beneficio	15
3.1.4. Informes de diagnóstico o los indicadores de seguimiento	16
3.2. Antecedentes de modelos macroeconómicos de evaluaciones de impacto nacionales e internacionales	18
3.2.1. Sectoriales o con foco en una temática determinada.....	18
3.2.2. Nacional y foco transversal de los sectores	22
3.3. Síntesis de antecedentes relevados.....	24
4 EVALUACIÓN DE LOS ANTECEDENTES DISPONIBLES	26
4.1. Análisis comparativo	26
4.1.1. Evaluación de modelos estáticos	27
4.1.2. Evaluación de modelos dinámicos	28
4.2 Complementariedad de los modelos para la evaluación de una economía verde ..	29
4.3 Relevancia por contexto	29
5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	32
6 REFERENCIAS	34
7 ANEXO.....	38

RESUMEN EJECUTIVO

En este documento se relevan y evalúan los antecedentes disponibles de evaluación de impacto macroeconómico de políticas ambientales. Se analizan los modelos de Insumo-Producto (I-P), Matriz de Contabilidad Social (Social Accountability Matrix, SAM), Modelos Econométricos, Modelos de optimización y Sistemas dinámicos, y sus aplicaciones para el contexto uruguayo.

Este documento no apunta a identificar cuál es la mejor metodología, sino revisar sus principales fortalezas y debilidades, cuál es su contribución al proceso de formulación de políticas, así como a su complementariedad y accesibilidad.

Del análisis se evidencia que ningún modelo es capaz de capturar todas las dimensiones de la economía verde. De todas formas, los modelos de equilibrio general computacional (EGC) y los modelos de sistemas dinámicos podrían satisfacer la mayoría de los criterios necesarios para informar a la formulación de políticas. Sin embargo, la selección de la herramienta para realizar la evaluación de impacto dependerá principalmente de la pregunta a responder. Al mismo tiempo, la selección dependerá también de factores como la disponibilidad de datos, la calidad de los mismos o los recursos humanos disponibles.

En particular se observa que el modelo I-P es útil para el análisis sectorial de corto plazo, modelos de optimización de sistemas energéticos para la planificación en los sectores de energía y agua, modelos de EGC para fines presupuestarios y sistemas dinámicos para análisis de largo plazo. Cada modelo resulta útil para responder a una pregunta específica, como consecuencia, en la práctica, lo más frecuente es el uso integrado de las diferentes metodologías. En este sentido, la complementariedad de los modelos es un aspecto fundamental, debido a que fortalece el análisis y responde a las debilidades de cada metodología utilizando insumos de otras.

Persiguiendo el objetivo de encontrar modelos que puedan combinar un análisis microeconómico a nivel sectorial y un análisis macroeconómico a nivel nacional, y a la vez utilizar indicadores económicos y biofísicos, se describe la relevancia de los usos de los modelos para cinco contextos u objetivos de política distintos. En los que se muestran los beneficios del uso integral de modelos. Considerando el contexto uruguayo, el documento concluye con recomendaciones de acción.

1. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

Aumentar la eficacia y la eficiencia de las políticas públicas es un objetivo permanente de los gobiernos. La teoría económica ha evolucionado hacia la inclusión de las metas ambientales dentro de los objetivos macroeconómicos. Así, el concepto de desarrollo sustentable incluye a la calidad ambiental como un criterio adicional a la eficiencia y a la equidad, y que por lo tanto debe ser considerado en la gestión de los recursos naturales (CEPAL, 2006).

En el contexto local, a pesar del notable crecimiento que ha experimentado la economía uruguaya en los últimos 14 años¹, el país continúa enfrentando el desafío de lograr un crecimiento económico sostenible e inclusivo, integrando las políticas sociales y ambientales a su planificación para el desarrollo de mediano y largo plazo. Para responder a este desafío, se reconoce a la evaluación de impacto como una de las herramientas más relevantes.

En este contexto, en 2017 Uruguay se unió como país socio a “Partnership for Action on Green Economy” (PAGE), una iniciativa conjunta en Economía Verde de cinco Agencias del Sistema de las Naciones Unidas: el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA, ONU Medio Ambiente), la Organización Internacional del Trabajo (OIT), el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI) y el Instituto de las Naciones Unidas para la Formación y la Investigación (UNITAR). PAGE en Uruguay establece como principal objetivo de largo plazo *“contribuir con los esfuerzos nacionales de planificación del desarrollo que permitan incorporar el concepto de crecimiento verde en las políticas de desarrollo mediante políticas públicas en sectores clave de la economía que propicien el uso eficiente de los recursos, la calidad y sostenibilidad ambiental y la creación de empleos verdes, así como, los instrumentos correspondientes para su implementación”*.

Persiguiendo el objetivo antes mencionado, el Programa PAGE Uruguay se propone fortalecer las capacidades de los técnicos nacionales para la elaboración y análisis de modelos económicos con componente ambiental, enmarcándose este estudio como primer esfuerzo en esta línea.

En este sentido, este trabajo de investigación tiene como objetivo específico revisar los antecedentes nacionales en materia de elaboración y análisis de modelos económicos que permitan realizar evaluaciones ex-ante del impacto socioeconómico de las políticas ambientales y de cambio climático. Considerando dicho objetivo este documento pretenderá ser una sistematización exhaustiva de los antecedentes locales², intentando contribuir a mejorar los entendimientos de cuan útiles y adecuados pueden ser los modelos disponibles en la formulación y evaluación de las políticas de una economía verde.

Pese a la importancia que tiene esta temática, en Uruguay no existe a la fecha un antecedente que releve y sistematice los modelos utilizados evaluando sus fortalezas y debilidades. Es por ello, que se entiende como fundamental revisar los esfuerzos realizados, y discutir sobre sus aplicaciones en el contexto

¹ Según datos publicados por el Banco Central del Uruguay, Uruguay evidenció un crecimiento promedio anual del PIB de 4,3% desde 2004-2017.

² Si bien el esfuerzo estará en incluir todos los antecedentes pueden existir trabajos que, por su porte, tipo de difusión o año de realización se escapen a esta consultoría.

nacional de forma de colaborar en la transición hacia una economía verde. En tal sentido, el valor de este estudio se encuentra tanto en la recopilación de antecedentes como en su evaluación.

Debido a las anteriores consideraciones, la fuente de información que se utilizará para esta consultoría serán fuentes primarias (entrevistas). Estas entrevistas además de brindar información de las experiencias ofrecen un mayor entendimiento del contexto y de las necesidades locales permitiendo establecer algunas recomendaciones de acción presentadas al final del estudio.

En virtud de ello, se reconoce la posible desconexión existente entre los objetivos y las múltiples herramientas. Es decir, si bien existe un objetivo compartido hacia la transición de una economía verde, que implica el amalgamamiento de los sectores y el desarrollo integrado, la mayoría de las instituciones públicas no utilizan este tipo de herramientas en su análisis. De todas formas, los modelos disponibles para los gobiernos son sectoriales y no pueden utilizarse en conjunto fácilmente unos con otros. Como resultado de esta desconexión (un objetivo común versus múltiples herramientas), no existe un único modelo que responda a todas las evaluaciones de política. Es por ello, que este documento intentará evaluar los modelos que mejor se ajusten para cada necesidad específica.

El documento se estructura de la siguiente manera. En el capítulo dos se presenta el marco para la evaluación de los antecedentes: la relevancia de la evaluación ex-ante, los criterios para su evaluación, así como la descripción de las diferentes metodologías. En el capítulo tres se presentan los antecedentes nacionales de evaluación de impacto macroeconómico. En el capítulo cuatro, se presenta la evaluación de los mismos a través de un análisis comparativo y su relevancia por contexto. Finalmente, se presentan las conclusiones y recomendaciones del estudio.

2. MARCO PARA EXAMINAR Y EVALUAR ANTECEDENTES

Siguiendo el enfoque de PNUMA (ONU, 2012), economía verde es aquella que conduce a mejorar el bienestar humano y la equidad social, a la vez que reduce significativamente los riesgos ambientales y la escasez ecológica. En este sentido, la transición hacia una Economía Verde e Inclusiva requiere de la combinación de intervenciones políticas con impactos transversales.

En este contexto, una única metodología suele resultar insuficiente para lograr el desarrollo sostenible (UNEP, 2014). Dado que no existe una única aproximación, los hacedores de política necesitan apoyo mediante estudios y análisis que los ayuden tanto en el entendimiento y mejor identificación de los desafíos y oportunidades, como en el diseño, elección e implementación de las intervenciones políticas. Para responder a este desafío la herramienta fundamental es el análisis de evaluación de impacto.

En el marco del Programa PAGE, se entiende como modelo a una representación simplificada de las complejas relaciones de la realidad. Un modelo puede ser teórico o empírico, y puede estar fundamentado en diferentes marcos teóricos.

Por su parte, una evaluación de impacto se define como la medición de los cambios en el bienestar de los individuos que pueden ser atribuidos a un programa o a una política específica (CEPAL, 2005). Las razones para realizar evaluaciones de impactos son determinar la efectividad de las políticas, mejorar la planificación de una intervención en términos de impacto y poder priorizar acciones de acuerdo al impacto que generan. En virtud de ello, es un instrumento importante para la optimización de los recursos presupuestarios (CEPAL, 2006).

El análisis de evaluación de políticas puede realizarse previo a la intervención, análisis ex-ante, o posterior a la intervención, ex-post. El fin de las metodologías de evaluación ex-ante es asesorar si llevar o no adelante una intervención, a la vez de brindar información de sus potenciales resultados. Por lo tanto, su relevancia es crucial en la planificación de los hacedores de política. Mientras que las metodologías ex-post permiten analizar si los recursos fueron correctamente dirigidos y tomar acciones como consecuencia, como por ejemplo la realización de intervenciones similares en otras áreas o de escalamiento de un programa. Si bien ambos análisis son relevantes y complementarios, las metodologías presentadas en este documento son más comúnmente utilizadas ex-ante, es decir, anteriores a la implementación de políticas.

La evaluación ex-ante usualmente involucra la comparación de dos escenarios uno sin intervención o “de no acción” y otro con intervención o “de acción”. Este análisis ayuda a identificar los efectos de la intervención en la economía, y en caso de existir más de una intervención a evaluar, reconocer las intervenciones que producirán un mayor impacto esperado.

2.1. Criterios para examinar y evaluar antecedentes

Un modelo de evaluación de impacto será una buena herramienta si los resultados del mismo logran efectivamente proveer de información a los tomadores de decisiones. En este sentido, siguiendo lo establecido por PAGE (UNEP, 2014), el criterio considerado en este documento para la evaluación de los modelos de evaluación de impacto macroeconómico se basará en la capacidad de los mismos en: (i) la correcta definición de una economía verde y (ii) la simplicidad en su uso y creación.

El primer criterio se basa en la capacidad de los modelos de representar las dimensiones sociales, económicas y ambientales, incorporando también aspectos humanos, capital natural y las amenazas del cambio climático (proyectando sus posibles impactos, analizar su mitigación y adaptación) en un único marco de análisis.

Por otro lado, el segundo criterio considera la facilidad en su implementación y uso. En este caso la evaluación se centra en las restricciones de tiempo, datos, recursos humanos y de financiación que los gobiernos suelen tener. Basándose en la bondad de los modelos en adaptarse al contexto nacional, su transparencia, el tiempo de implementación y mantenimiento y la necesidad de soporte profesional para su uso.

2.2. Metodologías disponibles

Se presentan en esta sección seis diferentes metodologías: (i) indicadores, (ii) matriz insumo producto, (iii) SAM, (iv) modelos econométricos (v) modelos de optimización y (vi) modelos de sistemas dinámicos. Estas metodologías darán lugar en la sección siguiente a la presentación de las aplicaciones locales e internacionales de estas metodologías.

Estos seis métodos se pueden agrupar en dos. Los primeros tres consisten en metodologías “estáticas” que se basan en la creación de marco de datos. Mientras que las últimas tres son metodologías “dinámicas”, en el sentido de que son capaces de generar proyecciones.

Cabe resaltar que, en la práctica, lo más frecuente, es el uso combinado o integrado de los métodos aquí presentados. Es así, que como se presentará en detalle en la sección cuatro, la complementariedad entre los modelos es un aspecto fundamental debido a que fortalece el análisis y responde a las debilidades de cada metodología utilizando insumos de otras.

2.2.1. Indicadores

Los indicadores son un instrumento que se construye a partir de información o datos, sirve para elaborar una medida cuantitativa o una observación cualitativa y son generalmente usados para describir y/o dar un orden de magnitud a cierta condición. Los indicadores brindan información del estado histórico y actual de cierto sistema. Son particularmente útiles para determinar tendencias que permitan la identificación de relaciones causales ente los elementos del sistema. Asimismo, los indicadores podrían agruparse en dos grupos, aquellos que provienen de inventarios, registros o documentaciones y aquellos que provienen de encuestas.

En particular, en el contexto de evaluación de impacto, podrían dar indicios sobre el alcance de las metas de política. De esta forma, los indicadores proveen una simple y efectiva manera de diagnóstico, siendo instrumentos útiles para informar a los hacedores de política.

Cabe destacar, que su utilidad radica en la calidad de los datos, es decir, en la longevidad de las series, el grado de especificad y la consistente actualización de los mismos durante un periodo prolongado.

2.2.2. Modelo Insumo-producto

Un modelo Insumo producto (modelo I-P) es una herramienta empírica que se basa en la construcción de una o más matrices o tablas. La matriz muestra el equilibrio entre la oferta y la utilización de bienes y servicios en una determinada economía en un determinado momento del tiempo, así releva las relaciones entre el total de insumos utilizados en la producción (como el trabajo, materiales, energía, información etc.) y el correspondiente producto de bienes y servicios (Terra, 2009). La principal utilidad de esta herramienta es que permite ver el relacionamiento entre los sectores de una economía, exponiendo como los productos de un sector se pueden convertir en insumos para otro. Es usualmente utilizada para estimar los impactos de las inversiones o políticas sobre la cadena de valor de productos o industrias específicos.

Los insumos y productos pueden medirse en términos económicos (por ejemplo, el valor monetario del comercio) o en términos de volumen físico (por ejemplo, flujo de materiales, flujo de emisiones o empleo).

En general una matriz I-P muestra en sus columnas los insumos que cada sector consume para producir su producto final, mientras que las filas representan el producto de un sector que es consumido o demandado por los demás sectores. La Tabla 1 ilustra una tabla I-P con sectores de agricultura, industria y servicios, la misma economía podría también representarse distinguiendo los componentes verdes de los componentes que usan tecnologías y prácticas convencionales como se ilustra en la

Tabla 2. Finalmente, la demanda final en ambas tablas refiere a los productos producidos para consumo final.

Basándose en supuestos sobre la relación entre la economía y variables ambientales pueden calcularse los multiplicadores directos, indirectos e inducidos. Por ejemplo, un análisis de I-P puede ser usado para medir los efectos sobre el empleo de un aumento en la demanda final de un producto o servicio de una industria determinada, provocado por una intervención política. Por lo tanto, este modelo podría responder preguntas como, “¿Cuántos puestos de empleo pueden resultar de cierto programa de inversión?”, “¿Cuántas emisiones de CO₂ resultarían de aplicar determinada política?” o “¿Para un nivel de inversión, qué sector o sectores tendrían un mayor cambio en el número de puestos de trabajo?”

En este sentido, modelo I-P constituye un instrumento de análisis de estática comparativa simple dado que se basa en un supuesto muy fuerte: no hay modificaciones en el comportamiento de los agentes, y, por lo tanto, supone que los coeficientes técnicos se mantienen constantes. Es decir, no incluye una modelización del comportamiento de los agentes.

Si bien su simpleza puede ser una ventaja, es también una limitante, dado que no tiene una dinámica endógena como pueden tener otros instrumentos de análisis como son los modelos de equilibrio general computables. Asimismo, si bien las tablas de I-P son relativamente fáciles de usar, requieren en general de un uso intensivo de los datos, lo que puede significar un ejercicio arduo en términos de tiempo. Estos modelos se basan en información proveniente de cuentas nacionales, datos de presupuesto, flujo de fondos, fuerza laboral, así como datos ambientales (emisiones de CO₂, agua, uso de la tierra, etc.). Sin embargo, estas tablas pueden ser elaboradas con diferentes niveles de detalle, profundidad y cobertura sectorial, dependiendo en el problema a analizar.

Por otro lado, otra desventaja de los modelos de I-P es que no incluyen datos sobre aspectos de distribución de una economía.

Tabla 1 - Ilustración de Matriz de Insumo Producto (unidades monetarias)

	Sectores compradores					Producto Total (Ingresos)
	Insumos a la Agricultura	Insumos a la Industria	Insumos a los Servicios	Demanda Final		
Agricultura	160	90	90	50	390	
Industria	90	210	100	100	500	
Servicios	50	100	80	70	300	
Valor Agregado	70	120	100	0	290	
Total Input (Costo)	370	520	370	220	1480	

Fuente: elaboración propia en base a PAGE (2017)

Tabla 2– Ilustración de Matriz de Insumo Producto Verde (unidades monetarias)

	Sectores compradores							Producto Total (Ingresos)
	Insumos a la Agricultura Convencional	Insumos a la Agricultura Verde	Insumos a la Industria Convencional	Insumos a la Industria Verde	Insumos a los Servicios Convencional	Insumos a los Servicios Verdes	Demanda Final	
Agricultura Convencional	90	10	500	100	20	10	40	770
Agricultura Verde	20	40	10	20	10	10	10	
Industria Convencional	50	10	130	30	100	50	80	450
Industria Verde	10	20	30	20	30	10	20	
Servicios Convencional	60	20	30	10	20	20	50	210
Servicios Verdes	30	10	10	20	10	10	20	
Valor Agregado	40	20	120	20	100	60	0	360
Total Input (Costo)	300	130	830	220	290	170	220	1790

Fuente: elaboración propia en base a PAGE (2017)

2.2.3. Matriz de contabilidad social

La matriz de contabilidad social (SAM, por sus siglas en inglés) puede ser considerada como una extensión de la matriz I-P. Con la excepción de que, además de incluir datos sobre ingresos y producción de los diferentes sectores como hace modelo I-P, incluye también información sobre los ingresos y gastos de los principales actores de la economía, describiendo con mayor detalle todas las transacciones de una economía.

El objetivo de este tipo de matrices es representar las transferencias entre los actores de la economía y la interacción entre producción, ingresos, consumo y acumulación de capital. La representación de los hogares hace de la SAM una matriz con un enfoque social, lo cual habilita a un análisis que involucra a todos los agentes y sectores de la economía, siendo un insumo fundamental para otros modelos como, por ejemplo, los modelos computacionales de equilibrio general (EGC).

Como se mencionó anteriormente, la SAM se presenta la estructura del todo de la economía, proporcionando información sobre los compradores en las columnas y sobre los productores en las filas, véase en la Tabla 3 una ilustración. Las columnas y filas pueden ser desagregadas por sus factores de producción (tierra, trabajo y capital), hogares, empresas y gobierno. Gran parte de los datos se obtienen directamente de la matriz I-P, mientras que otros datos son aportados de diversas fuentes, como de aduanas, empresas públicas, registros impositivos, encuestas de gastos e ingresos de hogares.

Tabla 3 - Ilustración de Matriz de Contabilidad Social

		Actividad		Factor		Demanda Final	Total	
		Agricultura	Industria	Capital	Trabajo	Hogares		
Actividad	Agricultura	Insumos intermedios						Ingreso de la actividad (producto bruto)
	Industria							
Factor	Capital	Valor agregado por el capital						Factor ingreso
	Trabajo	Valor agregado por el trabajo						
Demanda Final	Hogares			Factor ingreso de los hogares				Ingreso de los hogares
	Total	Costo de la actividad (insumo bruto)		Factor gasto		Gasto de los hogares		

Nota: Las celdas grises se pueden obtener directamente de modelo I-P. Las celdas naranjas se pueden calcular directamente usando la regla de igualdad de suma de filas y suma de columnas para cada agente. Por ejemplo, "Factor de ingresos" es igual a "Factor de gasto", según el cual se puede calcular "Factor de ingresos para los hogares". Mientras que las celdas en blanco se calculan mediante la suma de las entradas de la fila o de las columnas.

Fuente: elaboración propia en base a PAGE (2017)

Sin embargo, esta metodología puede tener algunas debilidades. En primer lugar, y al igual que modelo I-P, es un análisis estático, con coeficientes fijos. Es decir, que, carece de explicaciones sobre el comportamiento de los agentes de la economía. Por otro lado, además de ser intensivo en datos, los mismos refieren a un único periodo, generalmente un año, que suele no ser el año en el que se está realizando el análisis.

2.2.4. Modelos econométricos

Los modelos econométricos relacionan dos o más variables, su objetivo es explicar una variable en función de otras, para ello se distinguen entre las relaciones endógenas y exógenas. Otra utilidad de los modelos econométricos es nutrir las bases, son capaces de producir estimaciones sobre indicadores y cubrir el vacío existente en las bases de datos.

El ejercicio econométrico, en general, requiere de cuatro etapas: (i) especificación, (ii) estimación, (iii) validación y (iv) proyecciones. La especificación es el proceso de convertir la teoría en un modelo, consiste en la elección de las variables a incluir y en seleccionar una forma funcional apropiada para el modelo. Por su parte, la estimación consiste en asignarle valores numéricos a los parámetros de las ecuaciones del modelo definido, mediante, por ejemplo, el uso de series históricas. Luego la validación del modelo consiste en la verificación del modelo estimado. En tanto que las proyecciones se obtienen de simular cambios en los parámetros exógenos, que son utilizados para estimar el valor de la variable de interés bajo estos cambios.

La principal desventaja que tienen los modelos econométricos está relacionada en los supuestos que se utilizan en la teoría económica, que muchas veces no son realistas: los agentes son racionales, hay

disponibilidad de información perfecta, el equilibrio de los mercados. Por otro lado, los modelos se basan en datos empíricos o en supuestos exógenos. En consecuencia, no puede utilizarse con confianza para evaluar intervenciones que nunca hayan sido implementadas, debido a que las correlaciones históricas pueden no mantenerse en el futuro. Sin embargo, este tipo de aproximación puede incorporar supuestos más generales y utilizar variables endógenas, como es el caso de los vectores auto regresivos o el uso de estadísticas bayesianas.

2.2.5. Modelos de Optimización

Los modelos de optimización buscan maximizar una función objetivo considerando las restricciones a las que las variables de dicha función estén sujetas. Estos modelos son normativos, o prescriptivos, y brindan información de qué debería realizarse para llegar al mejor estado dado una situación.

El principal desafío de estos modelos está en la correcta definición de la función objetivo, y los supuestos realizados: el uso de linealidades, la definición de las dinámicas y la elección de variables como exógenas y endógenas. De forma que, otra limitación de estos modelos es que asumen funciones específicas y usan ecuaciones de comportamiento cuyos parámetros son estimados econométricamente, por fuera del modelo de optimización, por lo que algunas de las limitaciones expresadas en la sección anterior son también válidas aquí.

Los hacedores de políticas usualmente utilizan este tipo de modelos para definir sus metas de política, o el “perfecto estado”, para luego formular políticas que les permitan alcanzar esos resultados.

Existen varios tipos de modelos de optimización. Dos tipos de modelos serán los desarrollados en este informe: los modelos de sistemas energéticos y los modelos de equilibrio general (EGC) o parcial computable (EPC). Un ejemplo del primer grupo es el modelo de oferta energética LEAP (Heaps, 2012), que optimiza la oferta y demanda de energía minimizando los costos de producción. Por otro lado, los modelos EGC y EPC son modelos que representan el total de la economía, o en el caso de EPC parte de la misma, incorporando la información de la matriz I-P y la SAM, y simulando el comportamiento de la economía o sector a cambios exógenos. Típicamente combinan datos empíricos de las tablas con ecuaciones económicas diseñadas para captar las complejidades de la economía.

Debido a que los modelos de optimización son capaces de captar los cambios en múltiples variables, los hacedores de política los utilizan para realizar análisis de mediano plazo a efectos de conocer el impacto de las políticas, así como conocer el efecto de cambios tecnológicos u otros factores externos. El modelo analiza como el impacto de una política se transmite mediante múltiples mercados. Son capaces de captar las relaciones ente sectores, consumidores y el gobierno y modelar las complejas dinámicas de los efectos de las políticas sobre variables macroeconómicas. El grado de detalle dependerá de la pregunta a responder, se reconocen trabajos que realizan supuestos simplificadores o trabajos que realizan menos supuestos. Por ejemplo, para representar la fuerza laboral en un modelo EGC puede asumir que todos los trabajadores son iguales, o puede distinguir entre empleo formal e informal, o incluso puede desagregar aún más el análisis entre trabajo por tipo de hogar y sector.

Dichos modelos utilizan como insumos variables exógenas como son las tasas de crecimiento económico y de población exógena. Asimismo, algunas especificaciones de este tipo de modelo asumen formas funcionales específicas y utilizan ecuaciones de comportamiento cuyos parámetros se estiman econométricamente. En muchos casos, esto replica muchos de los problemas de los modelos econométricos tradicionales antes mencionados (McKittrick, 1998).

2.2.6. Modelos de sistemas dinámicos

Los modelos de Sistemas Dinámicos son metodologías usadas para crear modelos descriptivos. Se centran en la identificación de relaciones causales presentes en la creación y la evolución de los problemas a analizar. Este tipo de modelos brindan información acerca de lo que ocurriría en caso de que una política sea implementada en un punto específico en el tiempo, en un contexto específico.

Los sistemas dinámicos permiten explorar las interconexiones entre varios componentes del sistema socio económico, son capaces de conectar las tres dimensiones del desarrollo sustentable: económica (producción y demanda de sectores), social (población, educación, infraestructura, salud y mortalidad, pobreza, etc.) y ambiental (uso de la tierra, demanda y oferta de agua, generación de energía, emisiones, etc.). Cada componente se conecta a los demás por flujos, stocks, círculos de retroalimentación, rezagos en tiempo (Barlas, 1996).

Los sistemas dinámicos son una metodología flexible que permite la inclusión de variables biofísicas en los modelos monetarios, y viceversa. Haciendo uso de esta fortaleza, modelos sectoriales e integrados pueden utilizar diferentes metodologías (por ejemplo, optimización y econometría) y representar relaciones causales en y entre sectores. Varios modelos han sido creados usando esta metodología, cubriendo energía, agricultura, residuos y uso del agua. En particular, cabe mencionar a los modelos de equilibrio general que pueden también ser dinámicos. Los mismos en la literatura son comúnmente utilizados para explicar fenómenos como el crecimiento económico, los ciclos económicos o los efectos de la política monetaria y política fiscal.

Las potenciales limitaciones de esta metodología incluyen la correcta definición de los límites del sistema y una identificación realista de las relaciones causales que caracterizan al sistema a estudiar. Asimismo, muchas veces carecen del nivel de detalle sectorial, presente, por ejemplo, en modelo I-P.

3. ANTECEDENTES NACIONALES E INTERNACIONALES.

Para realizar una evaluación cuantitativa ex-ante de impacto de políticas se requiere de una metodología o modelo cuantitativo que reproduzca el comportamiento de la economía uruguaya para, sobre esa base, incorporar elementos de crecimiento verde (PAGE, 2015). En este capítulo se identifican y se analizan los modelos macroeconómicos de evaluación de impacto nacional e internacional existentes que pueden ser utilizados para la evaluación ex-ante de las políticas de crecimiento verde. En el siguiente capítulo se realizará una evaluación y análisis comparativo de cada uno de las aproximaciones, así como recomendaciones de uso por contexto.

Considerando que los antecedentes nacionales de modelos de evaluación de impacto macroeconómico de políticas ambientales y cambio climático son escasos se incluyen en este capítulo otro tipo de antecedentes. Con lo cual los antecedentes aquí presentados se dividen en dos grupos: (i) los antecedentes locales relevantes como insumos para los modelos de impacto de evaluación ambiental, y los modelos de evaluación de impacto propiamente dichos. Se dará prioridad a los antecedentes nacionales por su relevancia en replicar la economía uruguaya, y únicamente cuando no exista un antecedente nacional se presentará un antecedente internacional. De esta forma, el análisis presentado aquí será exhaustivo en el estudio de antecedentes de evaluación de impacto de políticas nacionales y se planteará la brecha con la experiencia internacional.

3.1. Antecedentes nacionales con implicancia ambiental amplia

Como se evidenciará en la sección siguiente, los esfuerzos nacionales en materia de evaluación de impacto que consideran el componente ambiental son escasos. Sin embargo, en Uruguay se reconoce un importante esfuerzo por llevar adelante otro tipo de metodologías. Es por este motivo que, sin pretender evaluar dichos trabajos, en esta sección se presentan los antecedentes realizados para el contexto nacional que tienen cierta relevancia para la evaluación de impacto ambiental, sus resultados podrían utilizarse como insumos para dichos modelos. Estos antecedentes son: (i) Métodos de valoración contingente, (ii) Precios hedónicos, (iii) Análisis costo beneficio de políticas concretas y (iv) Informes de diagnóstico.

Cabe señalar que si el interés del lector se encuentra únicamente en los modelos de evaluación de impacto se recomienda dirigirse a la sección 3.2.

3.1.1. Métodos de valoración contingente

En primer lugar, se reconocen los *métodos de valoración contingente*, es una metodología utilizada para estimar el valor de productos o servicios para los que no existe mercado. Su método es muy sencillo, se basa en simular el mercado mediante una encuesta a los potenciales consumidores para obtener información sobre su máxima disposición a pagar por la provisión de un bien, de la que se estima luego el valor medio del mercado. En este sentido, los cuestionarios juegan el papel de un mercado hipotético, donde la oferta es representada por la persona entrevistadora y la demanda por la entrevistada (CEPAL, 1994). La utilidad de esta metodología para los hacedores de política es evaluar sus iniciativas, conocer el valor social del patrimonio natural o para imponer sanciones a quienes causan daño a los bienes

colectivos. La ventaja de esta herramienta es que los bienes que pueden valorarse por este método son ilimitados. Mientras que su limitación se encuentra en la elaboración del cuestionario y los posibles sesgos existentes en sus preguntas relacionados con el incentivo o desincentivo a revelar el "verdadero" precio por los entrevistados.

Dentro de este grupo de trabajos se reconoce como antecedente local el realizado por Marcelo Caffera para la "Evaluación Socio-Económica-Ambiental de la Puesta en Operación y Posibles Escenarios de Incremento de las Operaciones de Carga a Granel de Productos Forestales en el Puerto de La Paloma" para este trabajo se realizó una encuesta para conocer el valor contingente de las playas de La Paloma, insumo que se utilizó después para el análisis de la iniciativa portuaria.

3.1.2. Modelos de precios hedónicos

El segundo antecedente son los *modelos de precios hedónicos*, esta metodología estima el precio de un bien privado de mercado en función de sus características. Estas características tienen un precio implícito cuya agregación ponderada determina el precio observado de mercado. Mientras, que el método de valoración contingente se reconoce como un método directo, dado que su valoración proviene directamente del consumidor, el modelo de precios hedónicos se reconoce como un método indirecto debido a que se estima la valoración de un bien, o servicio, a través de los comportamientos que se observan en los mercados. Este modelo tiene la ventaja que su construcción es muy sencilla y de bajo costo al basarse en datos observables, en contraste con el modelo de valoración contingente que se basa en la realización de una encuesta. Sin embargo, presenta algunas desventajas, debido a que requiere de un gran volumen de datos, con diferentes niveles de desagregación y la calidad de los mismos puede limitar su predicción.

Un antecedente nacional de modelos de precios hedónicos es el de Marcelo Caffera sobre el Plan de Manejo y uso de suelos, el cual pretende estimar el precio implícito de la erosión. Esta estimación, luego podría convertirse en un indicador utilizado como insumo para posteriores evaluaciones.

3.1.3. Análisis de costo beneficio

En tercer término, se reconocen los *análisis de costo beneficios* de políticas concretas. Este tipo de análisis calcula los beneficios totales previstos de un programa en comparación con el total de costos previstos. En general, consiste en comparar el desempeño relativo de dos o más programas o alternativas de programas con un mismo objetivo (Banco Mundial, 2011). Su análisis consiste básicamente en cuatro etapas: (i) identificación de los costos y beneficios relevantes, (ii) medición de los costos y de los beneficios, (iii) comparación de los flujos de costos y beneficios procedentes durante el periodo de vida del proyecto, (iv) y finalmente la elección del proyecto. Por su parte, la desventaja que presentan este tipo de estudios es que las pérdidas económicas se aproximan con costos directos ignorando efectos de equilibrio general (CEPAL, 2011).

Dentro de este grupo se encuentran los trabajos de costo beneficio realizadas por el Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP) para las campañas contra las garrapatas o aftosa. Cuyo fin es fortalecer políticas anteriores, analizar si fueron efectivas o no, y poder reconocer si necesitan hacerse modificaciones a dichas intervenciones para mejorar el impacto o disminuir el costo. En estos casos el análisis de beneficio surge únicamente de indicadores.

3.1.4. Informes de diagnóstico o los indicadores de seguimiento

El cuarto y último antecedente son los *informes de diagnóstico* o los *indicadores de seguimiento*. Por su simplicidad, y por el tipo de prácticas que se llevan en las oficinas gubernamentales uruguayas se reconoce como la metodología más utilizada. A continuación, se mencionan algunos de ellos, seleccionados por ser los que tienen mayor relevancia a los hechos de este estudio.

En primer lugar, se encuentra la Rendición de Cuentas Nacionales (RCN). Todos los años, todos los Incisos de la Administración Central (Ministerios y otros organismos) presentan sus planes estratégicos dando cuenta de sus resultados. Este ejercicio que se realiza sobre la base de pautas metodológicas desarrolladas por la Oficina de Planeamiento y Presupuesto (OPP). Cada área programática³ ofrece indicadores de contexto, identificados como claves que buscan medir condiciones objetivas de la sociedad, se presentan también los objetivos sectoriales que el gobierno se ha propuesto para el actual quinquenio (objetivos de programa presupuestal), se indican cuáles Incisos contribuyen al logro de cada uno de esos objetivos y el volumen de recursos financieros asignados con ese fin (CGN, 2017). Específicamente, los objetivos ambientales planteados dentro de la RCN se encuentran dentro del Área Programática Medio Ambiente y Recursos Naturales, donde se plantean los siguientes Objetivos de Desarrollo Sostenible para 2030: (i) agua limpia y saneamiento, (ii) trabajo decente y crecimiento económico, (iii) ciudades y comunidades sustentables, (iv) producción y consumo sustentable, (v) acción por el clima, (vi) vida submarina, (vii) vida de ecosistemas terrestres, para ver más en detalle lo que cada uno de estos objetivos establece véase Anexo.

En segundo lugar, el documento realizado por el Centro de Estudios Fiscales (CEF) (2017) que analiza la eficiencia de la política tributaria y fiscal vigente en la temática ambiental, para ello releva los instrumentos económicos existentes. Otro antecedente relevante, en la misma línea que el anterior, es el realizado por Marcelo Caffera sobre la Política de Control de la Contaminación Hídrica de Origen Industrial en el Departamento de Montevideo (2002) en el mismo se analiza la legislación uruguaya en materia de calidad de aguas y más específicamente la política de control de vertidos industriales en la ciudad de Montevideo considerando los instrumentos de política vigente.

Luego se encuentran los informes de diagnóstico de empleos verdes realizados por la Organización Internacional del Trabajo (OIT) junto al Ministerio de Trabajo y Seguridad Social (MTSS). Reconociéndose también los estudios específicos para el sector citrícola (ILO, 2017a) y sector de energías renovables (ILO, 2017b)

Asimismo, se encuentran los informes de evaluación de necesidades tecnológicas para la adaptación al cambio climático realizados por el Ministerio de Vivienda y Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente (MVOTMA), que tiene por objetivo priorizar los sectores, subsectores y tecnologías de adaptación que contribuyan a la mitigación, en función de las estrategias de desarrollo nacionales existentes y en función de los lineamientos del Proyecto Evaluación de Necesidades Tecnológicas ante el Cambio Climático (Proyecto ENT) (MVOTMA, 2017).

Cabe señalar también el Plan Ambiental Nacional para el Desarrollo Sostenible elaborado por el MVOTMA. El Plan, según se señala, se propone como un instrumento estratégico y adaptativo, que

³ Se identificaron 18 áreas programáticas, que representan las funciones que desarrolla el Estado y, por su continuidad, trascienden los períodos de gobierno.

identifica los principales desafíos que tiene el país en materia ambiental de manera participativa para orientar las políticas y acciones en un horizonte a 2030 (MVOTMA, 2018).

Finalmente, el país reporta, a través del Informe Nacional Voluntario, su situación actual y sus principales desafíos vinculados a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)⁴ comprometidos ante las Naciones Unidas. El país ha presentado dichos informes para los años 2017 y 2018. La finalidad de dichos informes es identificar, en los ODS reportados, los avances y desafíos en políticas públicas y marcos institucionales para alcanzar el cumplimiento de los mismos, así como también potenciar las oportunidades de alianza y coordinación entre organismos, actores nacionales y la cooperación internacional. La elaboración de cada informe está a cargo de la Oficina de Planeamiento y Presupuesto (OPP).

⁴ *En Anexo II, ANEXO II*

Tabla 9, *se presentan los ODS vinculados al Área Programática Medio Ambiente y Recursos Naturales*

3.2. Antecedentes de modelos macroeconómicos de evaluaciones de impacto nacionales e internacionales

Existen distintas técnicas de análisis económico cuantitativo que permiten dar respuesta al análisis de impacto de políticas que afectan la globalidad de un sector o sectores. Para relevar los antecedentes el foco principal estará en revisar los antecedentes locales, y únicamente cuando no exista ningún antecedente local se hará referencia a la experiencia internacional

Los modelos macroeconómicos de evaluación en este documento, siguiendo con la clasificación realizada en UNEP (2014), se agrupan en dos: los modelos de evaluación sectorial o con foco en una temática determinada y los modelos de evaluación nacional con foco transversal en los sectores.

3.2.1. Sectoriales o con foco en una temática determinada

3.2.1.1. Derrames con el modelo I-P, SAM y EGC

Para un análisis sectorial, en el que el interés esté en conocer los efectos indirectos e inducidos de cierta política se reconocen tres tipos de herramientas: modelo I-P, las SAM, y los modelos EGC.

Quizás la herramienta más sencilla es el modelo I-P a los efectos de estudiar los encadenamientos hacia adelante y hacia atrás de un determinado sector. El modelo I-P pueden complementarse con el uso de las SAM de forma de incorporar a los encadenamientos productivos las relaciones entre los diferentes actores.

El modelo I-P y las SAM pueden eficientemente estimar múltiples impactos sobre la economía, como cambios en la demanda (o producción), cambios en las inversiones, estimar la creación/destrucción de empleo o los cambios en los ingresos. Su análisis es únicamente estático. Esta característica deriva a que su uso sea exclusivo para proyecciones de impacto de políticas de corto plazo. En particular, el uso de coeficientes fijos no permite considerar los efectos de los cambios en los precios relativos sobre las decisiones de optimización de los agentes (Terra, 2009).

Si bien estas herramientas son fundamentales en el contexto uruguayo son de utilidad limitada debido a que no existe una matriz actualizada. La última matriz I-P oficial realizada por el Banco Central del Uruguay fue en el año 1997, luego Terra (2009) presentó una matriz actualizada al 2005. Por su parte CINVE realizó posteriormente algunas modificaciones a esta matriz, pero fueron cambios específicos y desagregaciones relevantes para las preguntas que querían responder (CINVE, 2014). Sin embargo, ninguna de estas matrices representa la realidad de la economía uruguaya.

Existen varios antecedentes locales que realizan este tipo de análisis. El principal quizás sea el trabajo mencionado de Inés Terra, Elena Cuadrado e Ivana Resnichenko (2009) en el que se elaboró una Matriz de Insumo Producto (MIP) y una Matriz de Contabilidad Social (MCS) para el año 2005 con una desagregación adecuada para el análisis de políticas agropecuarias. Luego de actualizadas estas herramientas se procedió a cuantificar la importancia del sector agropecuario en la economía uruguaya, recogiendo los encadenamientos hacia atrás (demanda de insumos) y hacia adelante (procesamiento industrial).

Un trabajo reciente que utilizó este tipo de metodología es el realizado por CPA Ferrere para la Sociedad de Productores Forestales (2017) en el que se estimó el impacto económico de la cadena forestal en la capacidad de creación de valor agregado, generación de empleo, aporte a la recaudación de impuestos

y contribución a las exportaciones. En este documento para reconstruir la dinámica del sector, dado que la MIP 2005 no refleja cabalmente la realidad del sector, se calcularon los efectos directos e indirectos de primera ronda generados por las actividades directamente relacionadas con la forestación y la producción industrial a partir de información provista por las empresas, mientras que para los efectos indirectos de segunda ronda e inducidos si se utilizó la MIP del 2005.

Continuando el análisis de herramientas disponibles para medir los impactos sectoriales, se reconoce como la tercera metodología con esta utilidad a los modelos de equilibrio general computable (EGC) para analizar impactos globales o los modelos de equilibrio parcial computable (EPC) para reconocer impactos sectoriales.

Los modelos de EPC tienen la ventaja frente a los modelos de EGC que permiten utilizar datos más desagregados y especializados que pueden estar solo disponibles para un sector en particular. Sin embargo, estos, a diferencia de los EGC, tienen la desventaja que todos los factores ajenos al sector son tratados como exógenos, por lo que el relacionamiento inter sectorial es limitado.

Ambos modelos utilizan las SAM como punto de partida, por lo tanto, las mismas consideraciones antes realizadas sobre las actualizaciones de la matriz están también presentes aquí limitando su validez. Los modelos de EGC y EPC asumen que las SAMs representan la situación de equilibrio inicial en la que todos los agentes se encuentran en equilibrio maximizando su bienestar o beneficio de acuerdo a las restricciones que les imponen los recursos disponibles, las restricciones tecnológicas o sus preferencias. Este equilibrio inicial es “alterado” por la introducción de un cambio (shock) sobre una variable exógena o sobre algún parámetro. El análisis consiste en comparar el nuevo equilibrio que surge después del shock con el equilibrio inicial (Terra, 2019).

Por lo tanto, la gran ventaja de estos modelos sobre las MIP o las SAM es que se considera el comportamiento de todos los agentes y se admite a que ajusten sus decisiones de asignación de recursos o su demanda a los cambios ocurridos. En este sentido pueden expandir el análisis de las MIP y las SAM hacia un horizonte de mediano o largo plazo, mediante la simulación de la totalidad de la economía a cambios exógenos (UNEP, 2014).

Son muchos los antecedentes nacionales de este tipo de modelos, sin embargo, la experiencia es más escasa si se considera solo la dimensión ambiental. A continuación, se revisa un antecedente de equilibrio parcial y más adelante se revisarán los antecedentes de EGC (sección 4.2.2.1), ya que, si bien estos últimos pueden enfocarse únicamente en el análisis de una temática, como es, por ejemplo, el impacto en el empleo, son de carácter más general.

PNUMA en el año 2017 evaluó el impacto de la potencial aplicación de un canon a la extracción de agua para riego. El objetivo de la política analizada sería promover incentivos económicos para modificar comportamientos hacia un uso eficiente del agua. El trabajo aborda la valoración del agua a través del método de Programación Matemática Positiva que permitan estimar los cambios a partir de desviaciones desde un escenario base. El modelo se calibra a partir de la distribución de cultivos observada en un año de referencia, permitiendo analizar los impactos de esta intervención política (introducción de un canon) sobre los productores agrícolas. Como se señala en el documento, las limitaciones de los resultados, también presentes en todos los modelos de EGC y EPC, provienen de asumir en el análisis modelos económicos y/o relaciones de causalidad. Más específicamente, no se incluyen fricciones debidas a los cambios de actividades, ignorando en particular inversiones necesarias para reconvertirse entre actividades, costos financieros por capacidades, infraestructura y maquinaria ociosas, entre otras. De

todas formas, los resultados obtenidos son valiosos como primera aproximación sobre los posibles efectos de la aplicación del canon.

3.2.1.2. Demanda y oferta de energía con MARKAL/TIMES, WASP y LEAP

Existen varias metodologías para analizar la oferta y la demanda de energía, en general, la más utilizada para estimar tanto la oferta como la demanda son los modelos de optimización, que pueden ser tanto: (i) modelos de sistemas energéticos o (ii) modelos de equilibrio general computable. Los primeros incluyen detalles tecnológicos de la producción, así como las tecnologías de consumo, mientras que los modelos EGC consideran los efectos macroeconómicos. Por otro lado, ambos pueden ser tanto globales como nacionales, los modelos globales son capaces de captar las dinámicas regionales y del comercio internacional, en tanto que los modelos nacionales captan las especificidades propias del país (UNEP, 2014).

Los ejemplos de modelos de sistemas energéticos más comúnmente utilizados a nivel nacional son WASP (IAEA, 2001) y LEAP (Heaps, 2012). Por un lado, el modelo WASP tiene por objetivo la planificación de la generación de electricidad a largo plazo. Mientras que el LEAP, es una herramienta para la planificación energética integrada (incluida la demanda y la oferta) y la evaluación de la mitigación de los gases de efecto invernadero, aplicable a nivel local, nacional y regional. Luego, ejemplos de modelos globales es el modelo MARKAL que es un modelo que optimiza la oferta energética minimizando los costos de producción, o, más específicamente, es un modelo de equilibrio parcial de abajo arriba de optimización del sistema energético que se resuelve usando programación lineal.

En Uruguay el Ministerio de Industria, Energía y Minería (MIEM) utiliza modelos macroeconómicos para proyecciones de demanda energética eléctrica⁵ de corto plazo. Para proyección de la demanda y oferta de energía eléctrica de largo plazo el MIEM utiliza los siguientes modelos.

El modelo LEAP (Long- Range Energy Alternatives Planning System)⁶ a nivel nacional. Este modelo es una herramienta para la planificación integrada de la oferta y demanda de energía de largo plazo, para la que se elaboran proyecciones basadas en la construcción de escenarios. Si bien esta herramienta es flexible y amplia, ya que incluye el análisis de emisiones y la evaluación de mitigación de efectos de cambio climático, estas extensiones no son explotadas dentro del Ministerio se utiliza solo el módulo de demanda⁷ para realizar proyecciones.

El modelo WASP para planificación de expansión. El modelo SimSEEE⁸ como herramienta para el Plan indicativo de la expansión de la generación eléctrica.

Finalmente, en el marco de un proyecto de cooperación con el OIEA (Organismo Internacional de Energía Atómica) el MIEM utiliza el Modelo MAED para proyecciones de demanda y MESSAGE para proyecciones de oferta. Asimismo, se están utilizando el modelo SIMPACT y FINAPLAX para desarrollar estudios complementarios como apoyo para la toma de decisiones, el primero para usos específicos ambientales y el segundo financieros.

⁵ Para el Sistema Interconectado Nacional (S.I.N.)

⁶ Heaps, 2012

⁷ Cabe señalar, que se usó como base para la elaboración del plan de eficiencia, para los compromisos de reducción de emisiones (NDCs – Acuerdo de París).

⁸ El modelo SimSEEE es un desarrollo nacional, por la Universidad de la Republica Facultad de Ingeniería. Es software de libre descarga.

3.2.1.3. Emisiones y flujo de materiales con modelo I-P

Las matrices de insumo producto puede ser más directamente utilizadas con fines ambientales. Sobre todo, cuando la misma esta expresada en términos físicos y expresa los intercambios ente sectores de emisiones de carbono, o polución del aire o agua, el uso de los recursos primarios, los flujos de materiales, flujo de residuos, etc. Este tipo de evaluaciones brindan un apoyo al desarrollo sostenible en la identificación de los sectores más contaminantes. Asimismo, brindan información relevante en la estimación de impacto de políticas sobre los comportamientos en la producción y consumo.

Para este tipo de análisis no existen antecedentes nacionales e implica un nivel de complejidad mayor al de la MIP anteriormente relevada.

3.2.1.4. Evaluación sectorial integrada con sistemas dinámicos

Como se expuso anteriormente, los modelos de sistemas de dinámicos permiten explorar las interconexiones entre varios componentes del sistema socio económico. Estos modelos permiten limitar su análisis a un sector, sin excluir los impactos que una política puede generar en todos los sectores y los vínculos intersectoriales.

De esta forma pueden ser desarrollados especificando los principales sectores impulsores del cambio y sus vínculos intersectoriales, contabilizando explícitamente las retroalimentaciones, retrasos y no linealidades para la representación de los stocks y flujos.

Dado que no existe una aplicación sectorial para el contexto uruguayo, se expondrá en la sección 4.1.2.3 una aplicación del mismo para la economía uruguayo.

3.2.1.5. Capital Natural y servicios eco sistémicos InVEST

Los ecosistemas proporcionan un flujo de servicios que son vitales para la humanidad, incluyendo la producción de bienes (por ejemplo, alimentos), procesos de soporte vital como purificación del agua y condiciones de vida (belleza, oportunidades para recreación) y la conservación de recursos (por ejemplo, diversidad genética para uso futuro). A pesar de su importancia, el capital natural es poco comprendido, apenas monitoreado y, en muchos casos, está experimentando una rápida degradación y agotamiento (Sharp, 2018).

InVEST (Evaluación Integrada de Servicios de Ecosistemas y Compensaciones) es un conjunto de modelos que cuantifican y mapea los bienes y servicios eco sistémicos que sustentan la vida humana. Permite identificar las áreas en las que la inversión en capital natural puede mejorar el desarrollo y la conservación. Los modelos de InVEST son espacialmente explícitos, usando mapas como fuentes de información y produciendo mapas como salidas, y devolviendo resultados tanto en términos biofísicos como en términos económicos. El modelo es flexible dado que su cobertura puede ser tanto regional como nacional, pudiendo únicamente modelar los servicios ecos sistémicos de interés.

No existen antecedentes nacionales que utilicen este tipo de modelos. Un ejemplo de aplicación de este modelo fue realizado para modelar la planificación sobre los usos oceánicos en Belice. El modelo se aplicó en los arrecifes de coral, manglares y lechos de algas marinas para apoyar en el diseño del Plan de Gestión Integrada Costera del país (Arkema, 2014).

3.2.2 Nacional y foco transversal de los sectores

3.2.2.1. Tendencias económicas nacionales y dinámicas regionales con EGCs

Como se expuso anteriormente, los modelos de equilibrio general computable (EGC) son modelos que representan el total de la economía, y simulan el comportamiento de la economía a cambios exógenos. Existen muchos modelos EGC disponibles hoy, por su alto grado de detalle provisto para el análisis económico, este tipo de modelos son utilizados por los ministerios para apoyar el proceso de asignación del presupuesto y realizar proyecciones de mediano plazo. Son una herramienta metodológica adecuada para la evaluación de opciones de políticas, porque tienen en cuenta los efectos directos e indirectos en la economía. Se utilizan especialmente para conocer los efectos sobre la riqueza y distribución de las políticas cuyos efectos pueden ser transmitidos mediante múltiples mercados (Sue Wing, 2004). Asimismo, con el fin de captar el efecto de las políticas simuladas sobre la pobreza y la distribución del ingreso, generalmente se realizan micro simulaciones.

Los modelos pueden ser estáticos o dinámicos. La diferencia está en la inclusión de dinámicas (como la dimensión temporal recursiva) para la generación de proyecciones que acumulan cambios sobre el tiempo.

Se reconocen los antecedentes de uso global que prestan bases de datos para varios países y diferentes aplicaciones: el GTAP (Global Trade Analysis Proyecto) y el MAMS (Maquette for MDG Simulations) del Banco Mundial (Lofgren y Diaz-Bonilla, 2010).

En la literatura uruguaya este tipo de modelos son muy utilizados para conocer el impacto de cambios o políticas, pero su uso es, en la mayoría de los casos, desde el ámbito académico. Asimismo, las temáticas de estos trabajos son en su mayoría con fines sociales o comerciales, reconociéndose pocos antecedentes que incluyan el componente ambiental. A continuación, se detallan dos de ellos por considerarse como los que tienen una relación y aplicación más directa para el análisis de impacto de políticas ambientales, para conocer los demás antecedentes que usan esta metodología véase el Anexo I, Tabla 8.

El primer antecedente es el estudio realizado por Banerjee et al. (2017a) en el que evalúan el impacto de una inversión del gobierno uruguayo en Turismo desde dos perspectivas: la perspectiva del prestador multilateral y la perspectiva del gobierno beneficiario. Para su análisis desarrollan una metodología diferente, en la que capitalizaron las fortalezas del modelo de equilibrio general dinámico (DEGC) y las técnicas analíticas de costo-beneficio y desarrollaron un enfoque integrado para evaluar las inversiones públicas en turismo. Para ello incorporaron el reembolso de la inversión pública en el DEGC y luego estimaron el VAN de la inversión.

En segundo lugar, se encuentra el antecedente del Convenio CEF – CINVE (2014) en el que se estimar los impactos macroeconómicos de la explotación minera de gran porte en Uruguay, y de las alternativas de asignación de los ingresos fiscales derivados de dicha actividad mediante un modelo de equilibrio general dinámico.

3.2.2.2. Planificación regional integrada y escenarios

Existen varios ejemplos de modelos de evaluación integrada⁹ cuyo objetivo es representar las interacciones entre varios sistemas representando los vínculos entre sociedad-agua-tierra-energía-clima de forma integrada para representar cambios globales.

En Uruguay a través del proyecto de Cooperación Técnica del BID y la Secretaría Nacional de Ambiente, Agua y Cambio Climático (SNAACC) se está desarrollando un estudio en torno al NEXO Agua-Energía-Alimentos para la planificación integrada de dichos recursos en Uruguay¹⁰. El mismo forma parte de un grupo de estudios impulsados por el BID en varios países mediante la utilización del Modelo de Evaluación de Cambios Globales (GCAM) (SNAACC, 2018).

El GCAM es un modelo de equilibrio parcial, diseñado para examinar cambios a largo plazo y a gran escala del sistema energético global y regional, donde las características del stock de capital existente no son el factor dominante para determinar la dinámica del sistema energético (Brenkert et al., 2003). El modelo incorpora información de varias fuentes, permitiendo su uso para una amplia gama de aplicaciones, que incluyen principalmente la comparación, el análisis y la exploración de políticas en diferentes sectores (por ejemplo, energía, uso del suelo, emisiones) para diferentes escenarios futuros.

3.2.2.3. Planificación de largo plazo con Threshold 21

El modelo Threshold 21 (T21) es un modelo de sistema dinámico diseñado para apoyar procesos de planificación integral de largo plazo, desarrollado por Millennium Institute.

El modelo T21 utiliza una visión integrada que vincula los aspectos económicos, sociales y ambientales en su análisis. Por lo tanto, proporciona información sobre el impacto potencial de las políticas de desarrollo en una amplia gama de sectores y revela cómo interactúan las diferentes estrategias para alcanzar las metas y objetivos deseados. En la mayoría de los casos es un modelo país que representa explícitamente los stocks y los flujos, e integra variables económicas y biofísicas en un solo marco de análisis (UNEP, 2014).

En Uruguay el IECON trabajó como coordinador del modelo T21 Uruguay. Los sectores incluidos en el T21 pertenecen a tres esferas: Sociedad, Economía y Medio Ambiente. Para cuantificar el impacto, el modelo permite la comparación de un conjunto de indicadores de interés en un escenario verde en relación a un escenario base. Para la definición del escenario verde, se seleccionaron los sectores agricultura, ganadería, transporte y turismo como los sectores a enverdecer, sugiriendo para cada uno de ellos ciertas políticas de intervención. Mientras que, para el escenario base se asume que no se verifican cambios. Estos dos escenarios permitieron calcular los impactos de las políticas de economía verde en el largo plazo, 2014-2035, (PNUMA, 2015).

⁹ Otros ejemplos utilizados internacionalmente son OECD ENV-Linkages (OECD, 2012), DICE (Dynamic Integrated Climate-Economy) por Nordhaus and Boyer (2000), MERGE (Manne and Richels, 2004), WITCH (Bosetti et al., 2006), REMIND (Leimbach et al., 2010), GAINS/MESSAGE (Messner and Schrattenholzer, 2000).

¹⁰ El proyecto, se inició en mayo 2018 y finaliza en junio 2019. En el mismo participa el BID, SNAACC y OPP como coordinadores, la Universidad de Maryland (UMD) y el Pacific Northwest National Laboratory como técnicos encargados, y finalmente el equipo de técnicos de CURE - Udelar encargados de la evaluación de la aplicabilidad de esta herramienta en Uruguay.

Si bien existió un gran esfuerzo por la creación de este modelo, en la que participaron cada ministerio en la elaboración del escenario verde de su sector, no existió un esfuerzo por darle un uso y una continuidad al mismo.

El principal beneficio que presenta esta herramienta es su utilidad para apoyar los complejos aspectos de la evaluación de economía verde, como es la cuantificación de objetivos, la colección de datos, el desarrollo del modelo (que involucra una descripción causal de su estructura), la generación de escenarios de mediano y largo plazo, su flexibilidad permite la incorporación de nuevos supuestos y relaciones causales específicas al país, así como nuevos sectores y variables relevantes.

Por otro lado, el modelo T21 tiene algunas limitaciones. En términos del horizonte temporal, no considera las dinámicas de corto plazo. Su nivel de agregación es medio/alto. Luego, un involucramiento de diferentes sectores para definir la estructura del modelo y las dificultades de construir un sistema de datos consistentes a las cuentas nacionales. Finalmente, otra de las críticas que recibió este modelo cuando fue presentado en el contexto uruguayo, fue sobre el análisis la incertidumbre de las variables y resultados. Sin embargo, el modelo incluyó un análisis de la bondad de ajuste del modelo estimado a los datos históricos de las variables clave estimadas, cálculo del coeficiente de determinación (R^2) de variables relevantes, y análisis de sensibilidad de variables clave de algunos de los parámetros.

3.3. Síntesis de antecedentes relevados

En la Tabla 4 se presentan los principales modelos cuantitativos utilizados por los diferentes actores relevantes del país. La primera observación es acerca de la cantidad, son escasos los antecedentes locales que incorporan variables ambientales o de economía verde. La segunda consideración relevante es que los modelos utilizados por los organismos públicos son metodologías más simples, mientras que las herramientas más complejas fueron desarrolladas en el ámbito académico.

Tabla 4 - Antecedentes locales de modelos de evaluación de impacto macroeconómico

Institución	Tipo de Modelo	Uso	Características	Documento
Elena Cuadrado, Ivana Resnichenko e Inés Terra	Modelo I-P, SAM y Modelo de Equilibrio General Computable	Determinar cuál es la importancia real del sector agropecuario en la economía uruguaya	Cuantificar el impacto directo e indirecto sobre la generación de empleo, de ingresos, impuestos y cuáles son sus requisitos en términos de capital e importaciones	<i>Análisis de impacto de un sector utilizando el modelo de insumo producto y la Matriz de Contabilidad Social (2009)</i>
CPA Ferrere - Sociedad de Productores Forestales	Modelo I-P	Cuantificar el impacto económico de la cadena forestal	Para medir esta contribución, el análisis se enfoca en la capacidad de creación de valor agregado, generación de empleo, aporte a la recaudación de impuestos y contribución a las exportaciones	<i>Contribución de la Cadena Forestal a la Economía Uruguaya (2017)</i>
PNUMA - IECON	Modelo de Equilibrio Parcial	Estudiar el impacto de la introducción del canon al agua para uso agrícola en la superficie bajo riego	Proponer una metodología de estimación del impacto ex-ante del canon en el uso del agua y en la producción del sector agrícola	<i>Alcanzando los Objetivos de Desarrollo Sostenible sobre Agua Socialmente Incluyente y sostenible a través de las Reformas Fiscales y de Precios en Uruguay (2017)</i>
Ministerio de Industria Energía y Minería	LEAP	Definición de escenarios para realizar las proyecciones de demanda	Estudio de demanda energética de largo plazo	<i>Planificación Estadística y Balance Dirección Nacional de Energía</i>
Convenio CEF – CINVE	Modelo de Equilibrio General Dinámico	Estimar los impactos macroeconómicos del Proyecto Valentines	El objetivo fue estimar los impactos macroeconómicos de la explotación minera de gran porte en Uruguay, y de las alternativas de asignación de los ingresos fiscales derivados de dicha actividad.	<i>Impactos Macroeconómicos de la Minería de gran porte: una evaluación en base a un Modelo de Equilibrio General Dinámico (2014)</i>
Universidad de la Plata - Banerjee, O., Cicowiez, M., Moreda, A.,	Modelo de Equilibrio General Dinámico	Estimar impacto en inversión en Turismo	El impacto económico y costo social de los préstamos por inversiones pueden ser evaluados desde la perspectiva del prestador multilateral o desde el gobierno beneficiario. Comparan estas dos perspectivas para política de inversión en turismo en Uruguay.	<i>Economic Impact Evaluation and Social Cost Benefit Analysis (2017)</i>
Secretaría Nacional de Ambiente, Agua y Cambio Climático-BID - Universidad de Meryland - Pacific Northwest National Laboratory	GCAM (Modelo de Equilibrio Parcial)	Desarrollar e implementar una metodología para identificar sinergias y eventuales conflictos en el uso del agua, a nivel nacional y subnacional		<i>En proceso</i>
IECON - PNUMA - Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente	Modelo de Sistema Dinámico (Modelo T21)	Estimar el impacto de ciertas iniciativas propuestas para la transición hacia una economía verde	El Modelo T-21 fue seleccionado como el instrumento operacional para el análisis cuantitativo.	<i>Hacia una economía verde en Uruguay: Condiciones favorables y oportunidades (2015)</i>

Nota: Cabe resaltar que la selección de los antecedentes en esta tabla de resumen se basó por considerar a los mismos como los más relevantes para la evaluación de políticas ambientales

Fuente: Elaboración propia en base a las entrevistas realizadas a representantes de las instituciones a efectos de esta consultoría

4 EVALUACIÓN DE LOS ANTECEDENTES DISPONIBLES

Ningún modelo puede capturar todas las complejidades de una economía verde, por lo que esta sección no apunta a identificar cuál es la mejor metodología, sino revisar sus principales fortalezas y debilidades, cómo la forma que contribuyen al proceso de formulación de políticas, así como a su complementariedad y accesibilidad. Para cumplir con dicho objetivo en este capítulo se evaluarán los modelos siguiendo con los criterios presentados en el capítulo dos.

A continuación, se presenta, primero, un análisis comparativo de las diferentes metodologías utilizadas en los antecedentes, luego se analizará la complementariedad de los modelos, y finalmente se revisará la relevancia de los modelos por contexto.

4.1. Análisis comparativo

En la Tabla 5 se presenta una evaluación comparativa de las diferentes metodologías analizadas en este estudio, donde se exponen las principales fortalezas y debilidades, así como su apoyo al proceso de elaboración de políticas de economía verde. Luego en la Tabla 6, se presentan los antecedentes analizados y cómo los mismos incluyen las diferentes dimensiones relevantes para la economía verde.

Tabla 5 – Análisis comparativo de los metodologías de evaluación de impacto macroeconómico disponibles

	Indicadores	Matriz Insumo-Producto	Matriz de Contabilidad Social	Modelos Econometricos	Modelos de Optimización (CGE)	Sistemas dinámicos
Implementación	Implementación rápida; puede personalizarse a la contexto local.	Relativamente rápida construcción; flexible y práctica.	Se basa en la existencia de datos macroeconómicos que en ocasiones no se encuentra actualizado.	Análisis rápido de las tendencias; el proceso mas laborioso está en la creación del modelo.	Se basa en la existencia de datos macroeconómicos que en ocasiones no se encuentra actualizado.	Lenta, principalmente en la elaboración del análisis intersectorial. Falta de habilidades técnicas para su implementación es una preocupación
Principal fortaleza	Proporciona una rápida visión de situación actual y las bases para realizar una evaluación utilizando modelos complejos.	Hace posible la evaluación de impactos inter e intra sectorial.	Reúne datos sobre creación de ingresos y producción (como cuentas nacionales y MIP).	Utiliza datos y existentes relaciones para proyectar tendencias Preciso para evaluaciones a corto plazo y para sistemas no sufren cambios estructurales.	Modela las respuestas de toda la economía a shocks exogenos (o políticas). Proyecta impactos e la economía a través de cambios en las cantidades y precios.	Captura efectos de retroalimentación y da cuenta de los retrasos. Hace posible combinar indicadores sociales, económicos y ambientales explícita y dinamicamente.
Principal debilidad	Metodología estática; diseño efectivo y la calidad de los datos son esenciales.	Analisis estático de corto plazo, intenso en uso de datos.	Analisis estatico, en gran parte limitado a lo económico Indicadores (drivers).	No puede utilizarse con confianza para evaluar intervenciones que nunca hayan sido implementadas. Correlaciones historicas puede no mantenerse en el futuro.	Supuestos simplificadores utilizados en la mayoría de los modelos.	Generalmente no cuenta con el nivel de detalle ofrecido por los MIP u otros modelos macroeconómicos.
Fortaleza para evaluación de economía verde	Apoyar a todo ciclo de política cuantificar tendencias.	Representa la cadena de valor, los derrames entre sectores.	Estima los flujos entre los principales actores de la economía.	Estimación de impactos de varios indicadores de diferentes sectores y dimensiones.	Modela las respuestas de la economía a la implementación de políticas, tiene cierto grado de detalle.	Se focaliza en la estructura que dirige al cambio, simula cambio de política en el tiempo a través de relaciones causales.
Trade-off debido al enfoque de economía verde	Requieren armonización; principalmente limitado a variables cuantitativas/medibles.	Intensivo en el uso de datos, los datos sobre el flujos de materiales generalmente no está disponible.	Cubre unicamente los flujos monetarios.	Modelos tradicionales no son capaces de representar las dinamicas	Provee de los efectos finales, sin dar información de las dinamicas de los mismos.	Su buen uso depende del conocimiento que exista en la temática, lenta implementación.
Apoyo a la planificación de políticas	Generalmente útil para la identificación del problema y formulación de políticas.	Posibilita el analisis de cambio en la actividad económica. Generalmente útil para identificación del problema y la formulación de política.	Útil para la formulación y evaluación de política debido a su cobertura socioeconómica.	Útil para la identificación de políticas, así como como para su seguimiento y evaluación	Útil para la evaluación de políticas, particularmente para el análisis de política fiscal.	Útil para la identificación de políticas, así como como para su seguimiento y evaluación. Macro con la posibilidad de añadir detalles sectoriales

Fuente: Elaboración propia en base a ILO (2017c) y UNEP (2014).

Tabla 6 – Modelos de economía verde, relevancia en su definición y resultados de evaluación

	Representación de los pilares claves para el análisis de desarrollo sustentable									Análisis del cambio climático			Intervención de economía verde		
	Dimensión económica			Dimensión social			Dimensión ambiental								
	Capital económico	Consumo y producción sostenible	Competitividad	Asignación del capital	Capital Humano	Bienestar	Equidad social	Capital Natural	Escasez ecológica	Equidad social	Impactos	Mitigación	Adaptación	Análisis de inversión	Análisis de políticas
Matriz Insumo-Producto	Si	Si	Si											Si	
Modelos energético - LEAP	Si	Si									Si	Si		Si	Si
InVEST					*		Si	Si	Si	Si	Si	Si			Si
Modelos de Optimización (CGE)	Si		Si		*	Si								Si	Si
Sistemas dinámicos	Si	Si	*	Si	Si	*	Si	*	Si	*	*	Si	Si	Si	Si

(*) Indica la posibilidad de incluir variables básicas y abordar los criterios de manera más amplia con información generada por otros modelos.

Fuente: Elaboración propia en base a UNEP (2014).

Al comparar las diferentes herramientas para modelar la economía, si bien ningún modelo puede capturar todas las dimensiones de la economía verde, los modelos de EGC y los modelos de sistemas dinámicos podrían satisfacer la mayoría de los criterios necesarios para informar la formulación de políticas (Bassi, 2016). Sin embargo, la selección de la herramienta para realizar la evaluación de impacto dependerá principalmente de la pregunta a responder. Asimismo, la selección dependerá de factores como la disponibilidad de datos, la calidad de los mismos o los recursos humanos disponibles.

A continuación, se exponen las principales características de los modelos siguiendo con los criterios establecidos en el capítulo dos: (i) la simplicidad en su uso y creación, (ii) la correcta definición de una economía verde.

4.1.1 Evaluación de modelos estáticos

Con respecto a los modelos estáticos (indicadores, matriz I-P y matriz de contabilidad social) y considerando el primer criterio, se reconoce que mientras que el uso de indicadores puede respaldar cada fase del ciclo de elaboración de políticas, los modelos I-P y las SAM pueden apoyar principalmente la formulación y evaluación de políticas mediante la medición del impacto de las políticas.

Mientras que, en cuanto al segundo criterio, los modelos I-P y las SAM pueden proporcionar un alto nivel de desagregación sectorial y generar resultados a partir del análisis de la cadena de valor de productos y tecnologías seleccionadas, rastreando flujos de empleo, materiales o emisiones. Asimismo, ambos modelos tienen aplicaciones globales, es decir que pueden extender su análisis al comercio entre países. Estos modelos pueden capturar capital económico y humano consumo y producción sostenible y competitividad, así como apoyar el análisis de inversión.

4.1.2. Evaluación de modelos dinámicos

En cuanto a las metodologías dinámicas (modelos econométricos, de optimización y de sistemas dinámicos) y su simplicidad en su uso y creación, los modelos econométricos pueden contribuir de manera más efectiva a la identificación de problemas al proyectar tendencias basadas en el comportamiento histórico observado. Mientras, que los modelos de optimización son más adecuados para la formulación y evaluación de políticas especialmente debido a que pueden establecer objetivos y proporcionar información sobre su optimización. Mientras que, con respecto a las flexibilidades de estas aproximaciones, los sistemas dinámicos tienen un grado de flexibilidad que los convierte en herramientas relevantes para todas las etapas de toma de decisiones. En último término, considerando la accesibilidad de los modelos, dada la facilidad de incorporar factores intersectoriales los modelos de sistemas dinámicos se convierten en las herramientas más adecuados para un mayor número de partes interesadas.

Con respecto, al segundo criterio, la correcta definición de una economía verde, se reconoce que los modelos de sistemas energéticos se enfocan específicamente en uno o dos sectores y pueden rastrear el capital manufacturado, las opciones de mitigación del cambio climático y la adaptación al cambio climático. Estos modelos pueden apoyar tanto la inversión en economía verde como el análisis de regulación de políticas.

InVEST se especializa en capital natural y puede capturar la escasez ecológica y los riesgos ambientales. Esta herramienta también puede apoyar el análisis del bienestar humano, con acceso a recursos y vulnerabilidad al cambio climático, la mitigación y las opciones de adaptación. Los modelos EGC pueden ser correctamente aplicados para analizar el desarrollo sostenible, al incluir aspectos como el capital manufacturado, la competitividad y la equidad social.

Los modelos EGC pueden respaldar de manera efectiva tanto el análisis de inversiones como el de políticas (fiscales y monetarias). Sin embargo, cuando son combinados con modelos de sistemas energéticos pueden incorporar de manera más efectiva el capital natural y las escaseces ecológicas. Asimismo, esto permite una más completa evaluación de los impactos ambientales, permitiendo analizar opciones de mitigación y adaptación al cambio climático.

Finalmente, los modelos de sistemas dinámicos, tanto los sectoriales como los integrados, pueden representar endógenamente el capital económico, humano y natural, proporcionando información sobre los fundamentos (impulsores) del crecimiento económico. Esto los convierte en la herramienta más completa. A nivel económico, dado el alto nivel de agregación el consumo y la producción sostenible podrían simularse y analizarse desde una perspectiva macro, logrando al mismo tiempo rastrear el consumo de los insumos más relevantes para la producción. Luego, a nivel social, se permite estimar la equidad social a través de la distribución del ingreso. Finalmente, al igual que los modelos EGC, de combinarse con modelos de sistemas energéticos pueden incorporar las escaseces ecológicas, con los riesgos y las vulnerabilidades ambientales resultantes, así como la evaluación de las opciones de mitigación y adaptación.

De esta forma, los modelos de dinámica de sistemas se pueden utilizar para llevar a cabo tanto la inversión en economía verde como el análisis de políticas. Sin embargo, cabe resaltar que el análisis de este tipo de modelos estará condicionado a la correcta identificación de los fundamentos del sistema, así como a la disponibilidad de datos que refieran en detalle al capital económico, humano y capital.

4.2 Complementariedad de los modelos para la evaluación de una economía verde

Como se ha expuesto anteriormente, en los ejercicios de modelización relacionados con la planificación nacional se han identificado brechas en la inclusión de las dimensiones de desarrollo social y ambiental.

En este sentido, no existe un modelo perfecto, cada contexto requiere un conjunto de modelos altamente personalizados para informar eficazmente a los formuladores de políticas. Bien puede ser que se necesite más que un modelo para resolver un problema dado, o que se necesite enriquecer uno. Es por ello, que en la práctica lo más frecuente es combinar las diferentes metodologías y enfoques. La complementariedad entre los modelos es un aspecto fundamental debido a que fortalece el análisis y responde a las debilidades de cada metodología utilizando insumos de otras.

En virtud de lo anterior, la complementariedad desempeña un papel clave en la determinación de la utilidad de las evaluaciones cuantitativas para la formulación y evaluación de políticas a nivel global. Este aspecto se convierte aún más evidentemente en la creación de modelos de economía verde, en donde los vínculos intersectoriales son importantes y se necesita de un análisis a corto y largo plazo.

La Tabla 7 señala las ventajas de acuerdo a la complementariedad de los modelos en cuestión. En lo que respecta a la complementariedad, los indicadores y las SAM podrían incorporarse de manera relativamente fácil en otros tipos de evaluaciones. Mientras que la especificidad de las tablas I-P las hace particularmente útiles para estudios detallados, pero de más difícil incorporación en otros análisis. Por otro lado, los modelos de sistemas dinámicos permiten la incorporación de otros enfoques en un marco único de análisis.

Tabla 7 – Complementariedad de los modelos para la evaluación de una economía verde

	Indicadores	Matriz Insumo-Producto	Matriz de Contabilidad Social	Modelos Econometricos	Modelos de Optimización (CGE)	Sistemas dinámicos
Complementariedad	SI		SI	SI		SI

En síntesis, las brechas existentes entre modelos hacen que el uso combinado de ellos, en general, sea la forma más adecuada de mejorar la integración de factores económicos, sociales y ambientales y analizar los impactos sobre el desarrollo sustentable. Varios modelos se han construido sobre esta premisa: el Modelo Integrado de Economía Verde (IGEM) (PAGE, 2017) o el Modelo de Economía Verde (GEM) (Bassi, 2016).

4.3 Relevancia por contexto

Cada país enfrenta desafíos únicos por las características distintivas de su economía, su sociedad y su medio ambiente. Así es que, dependiendo de los problemas a resolver ciertas metodologías y modelos pueden ser más útiles y oportunos para informar a los tomadores de decisiones que otras.

Como se expuso en las secciones anteriores, resulta evidente que un el modelo I-P es útil para el análisis sectorial de corto plazo, modelos de ingeniería de sistemas para la planificación en los sectores de energía y agua, InVEST para evaluaciones de capital natural, modelos de EGC para fines presupuestarios y los modelos de sistemas dinámicos, específicamente el modelo T21, para análisis de largo plazo. No obstante, el objetivo es encontrar modelos que puedan combinar un análisis microeconómico a nivel

sectorial y un análisis macroeconómico a nivel nacional, y a la vez utilizar indicadores económicos y biofísicos.

Para ello en esta sección se analizan cuatro contextos en los que se reconocen algunas de las características específicas de los modelos para llevar a cabo la evaluación de impacto. Sin embargo, para abordar cada uno de los temas mencionados a continuación existen otros modelos que pueden ser utilizados.

1. Protección de la productividad del suelo.

Considerando el contexto uruguayo con la relevancia que tiene el sector agrícola podría ser de interés para los hacedores de políticas una evaluación de la productividad de la tierra que incorpore un análisis en relación al cambio climático, disponibilidad del agua y los servicios ecosistémicos, dicha evaluación puede realizarse con el modelo InVEST o modelos de sistemas energéticos. Asimismo, estos modelos proporcionan información valiosa en la identificación de problemas y diseño de intervenciones que generarían mayores impactos.

Por otro lado, para evaluar el impacto de intervenciones en sectores específicos en el corto plazo, como por ejemplo cambios en regulaciones en el uso de las tierras, se pueden medir a través de Modelos de I-P.

En cuanto a la planificación presupuestaria, para incorporar plenamente el medio ambiente en planificación del desarrollo, los modelos EGC deben usarse en combinación con modelos sectoriales biofísicos. Mientras tanto, los sistemas dinámicos complementarían el ejercicio de planificación, para garantizar que las decisiones presupuestarias a corto plazo estén alineadas con una visión de largo plazo.

2. Protección del capital natural (o sectores dependientes del mismo)

Considerando que el interés se encuentra en la protección del capital natural del país, y que por tanto de forma indirecta en la protección de los sectores dependientes de los recursos naturales, como es el turismo; la identificación de indicadores clave para la formulación y evaluación de políticas, junto con el uso de InVEST y modelos de sistemas dinámicos ayudaría al país a identificar y monitorear el capital natural como un activo para la competitividad y la subsistencia.

En tanto, los modelos EGC apoyarían a la planificación nacional del desarrollo social e inclusivo en el mediano plazo.

3. Políticas contra la contaminación tanto a nivel urbano como industrial

Si el objetivo fuese analizar a nivel nacional y sectorial los niveles de contaminación, manteniendo el foco en el crecimiento económico, la competitividad y la creación de empleos sin perder de vista las variables ambientales; los modelos EGC y los modelo I-P pueden utilizarse para respaldar el proceso de presupuestario y monitorear el desarrollo sectorial en lo que respecta al empleo, la contaminación y los flujos de materiales.

Además, debido a la creciente presión del sector industrial sobre los recursos naturales y sobre la provisión de servicios básicos, se deben utilizar enfoques más integrados, como son los modelos de sistemas dinámicos. Permitiendo evaluar el impacto de las políticas sectoriales en el desempeño socioeconómico y ambiental del país.

4. Políticas de mejora de eficiencia

Considerando a la eficiencia como objetivo de la política, como puede ser: estimular la innovación, estimular la inversión en la sustitución de capital obsoleto por uno más eficiente energéticamente, mejora de la eficiencia energética de los vehículos, reducción de emisiones, establecer estándares de eficiencia energética para electrodomésticos o consumo de energía en sectores residenciales y comerciales, en estos casos, el uso de modelos de optimización para el sector energético proporcionaría información útil sobre la oferta y la demanda de energía. Como es el modelo LEAP que utiliza el MIEM.

Asimismo, el impacto de las intervenciones destinadas a estimular una tecnología específica podría analizarse con modelos I-P, pudiéndose analizar los cambios en el flujo de materiales, el empleo y la rentabilidad en toda la cadena de valor.

Por su parte para tener un análisis más global de la economía podrían utilizarse los modelos de EGC y de sistemas dinámicos. En el caso específico, de objetivos de política de más largo plazo, los modelos de sistemas dinámicos podrían apoyar el análisis de las sinergias u obstáculos que el sector energético puede crear en toda la sociedad, la economía y el medio ambiente.

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El objetivo de este documento es relevar y evaluar los antecedentes de los modelos disponibles de evaluación de impacto macroeconómico de políticas ambientales, con el fin apoyar el proceso de planificación de políticas que incorporen dimensión ambiental en la planificación nacional. Para cumplir con dicho objetivo, en el documento se presentan y se evalúan diversos modelos, así como sus antecedentes locales e internacionales, dando mayor relevancia a los esfuerzos locales.

Considerando que una transición hacia una economía verde inclusiva requiere una combinación de intervenciones de políticas con impactos transversales. En virtud de lo anterior, un solo modelo no es capaz de cubrir todos los aspectos del desarrollo sostenible. Las brechas existentes entre modelos hacen que el uso combinado de ellos sea, en general, la forma más adecuada de mejorar la integración de factores económicos, sociales y ambientales y analizar los impactos sobre el desarrollo sustentable, dado que brinda una cobertura más completa haciendo uso de las fortalezas de cada uno de los modelos.

Existen diferentes modelos con diferentes enfoques utilizados para responder diferentes preguntas. Como se muestra en el documento, el modelo de I-P o la SAM S son generalmente utilizados para evaluar impactos de corto plazo en sectores específicos, en donde se reconocen los derrames transversales hacia otros sectores o los flujos entre los principales actores, respectivamente. Mientras que el modelo de equilibrio general computable se usa para responder preguntas de mediano plazo, representan el total de la economía simulando el comportamiento de la economía a cambios exógenos. Otro ejemplo son los modelos de sistemas dinámicos, este tipo de modelo logra identificar las dinámicas que atraviesa una economía en cada una de sus dimensiones (social, económica e ambiental) ante la implementación de una política.

Al comparar las diferentes herramientas para modelar la economía, si bien ningún modelo puede capturar todas las dimensiones de la economía verde, los modelos de EGC y los modelos de sistemas dinámicos podrían satisfacer la mayoría de los criterios necesarios para informar la formulación de políticas (Bassi, 2016). No obstante, estos modelos son más complejos y su implementación es más lenta, de forma que dependiendo de la pregunta a responder su uso puede ser sustituido por otras herramientas. Sin pretender identificar los mejores modelos para el análisis de impacto de políticas ambientales, este documento presenta información clave para las autoridades responsables en la planificación de políticas, donde además de presentar las fortalezas y debilidades de los modelos, se presenta su relevancia por concepto.

En este sentido, este documento puede concluir y recomendar:

1. Considerando que la selección del modelo, o combinación de modelos, dependerá de la intervención a analizar, es primordial definir para cada objetivo de largo plazo un enfoque de evaluación específico.
2. El relevamiento de antecedentes realizado en este documento deja en evidencia la escasez de modelos de evaluación económica de políticas con componente ambiental para el contexto uruguayo. Asimismo, los antecedentes que se relevaron son en su mayoría realizados en el ámbito académico y no con fines de planificación de políticas.

3. Por los dos motivos señalados, es que se considera de vital relevancia la sensibilización de los actores involucrados, tanto a nivel público como privado
4. Mientras que específicamente en el ámbito público, siguiendo los ejemplos internacionales o regionales, se recomienda consolidar las prácticas de evaluación como parte del ejercicio de implementación de políticas. Si bien existen algunos esfuerzos nacionales, como son las evaluaciones ex-post que realiza OPyPA dentro del MGAP, o los objetivos que se plantea la Dirección de Gestión y Evaluación del Estado (AGEV) de la Oficina de Planeamiento y Presupuesto (OPP) sobre el fortalecimiento de las funciones de monitoreo y evaluación (M&E) de proyectos, programas y/o políticas públicas dentro del sector público, aún no se reconocen como práctica consolidada la evaluación ex-ante, así como tampoco la ex-post. Este tipo de prácticas daría lugar a una transformación de la planificación del Uruguay, pasando de un enfoque de administración de insumos en el control de los recursos presupuestarios asignados, a un modelo de administración por resultados que prioriza las intervenciones según los efectos que generan.
5. Con respecto a la disponibilidad de datos, la representación de la realidad del modelo será tan detallada y confiable como lo sean los datos de los que se nutra. Es por ello que es de vital relevancia desde las autoridades pertinentes poner esfuerzos en la mejora de la disponibilidad de datos, la actualización y el nivel de desagregación de los mismos.
6. Finalmente, Uruguay debería crear y fortalecer capacidades técnicas para la realización de evaluaciones de impacto, en lugar de adaptar sus prácticas de evaluación a las características de sus instituciones.

6 REFERENCIAS

Andre Bassi. (2016). *Moving Towards Integrated Policy Formulation and Evaluation: The Green Economy Model*. Environmental and Climate Technologies.

Arkema, K. K., Verutes, G., Bernhardt, J. R., Clarke, C., Rosado, S., Maritza Canto, Zegher, J. de. (2014). *Assessing habitat risk from human activities to inform coastal and marine spatial planning: a demonstration in Belize*. Environmental Research Letters.

Banco mundial. Paul J. Gertler, Sebastián Martínez, Patrick Premand, Laura B. Rawlings, Christel M. J. Vermeersch. (2011). *La evaluación de impacto en la práctica*.

Banerjee, O., Cicowiez, M., Cotta, J., (2016). *Economic Assessment of Development Interventions in Data Poor Countries: An Application to Belize's Sustainable Tourism Program*. Universidad Nacional de La Plata.

Banerjee, O., Cicowiez, M., Moreda, A., (2017a). *Economic Impact Evaluation and Social Cost Benefit Analysis*. Universidad Nacional de La Plata.

Banerjee, O. (2017b). *IEEM: Una nueva plataforma de decisión basada en el capital natural*. Economía-ambiental para políticas basadas en la evidencia, vol. 1, no. 1

Barlas, Y. (1996). *Formal aspects of model validity and validation in system dynamics*. System Dynamics Review, Vol. 12.

Bosetti, V., C. Carraro, M. Galeotti, E. Massetti and M. Tavoni. (2006). *WITCH: A World Induced Technical Change Hybrid Model*. The Energy Journal, 27 (Special Issue 2), pp. 13–38.

Caffera, M. (2002). *Análisis Económico de la Política de Control de la Contaminación Hídrica de Origen Industrial en el Departamento de Montevideo*. Programa de Apoyo a la Iniciación de la Investigación Comisión Sectorial de Investigación Científica Universidad de la República.

Caffera, M. (2010). *The use of economic instruments for pollution control in latin america: lessons for future policy design*. Universidad de Montevideo.

Cambridge Econometrics. Pollitt, H. et al (2010). *A Scoping Study on the Macroeconomic View of Sustainability*. Final report for the European Commission, DG Environment

Centro de Estudios Fiscales (CEF). Melo, G. Calleja, A.L. (2017). *Instrumentos económicos orientados a proteger el ambiente: aportes para el diálogo*.

Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). Vázquez Lavín F., et. al. (2009). *Factores determinantes del precio de terrenos rurales de las regiones del Biobío, Araucanía, los ríos y los lagos*.

_____. (2018). *Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Una oportunidad para América Latina y el Caribe*.

_____. Bravo Pérez H.M. (2011). *La economía del cambio climático e impactos sociales: métodos y técnicas de análisis. Análisis de costo beneficio*.

_____. Navarro, H. (2005). *Manual para la evaluación de impacto de proyectos y programas de lucha contra la pobreza*. Santiago de Chile. Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social (ILPES). Área de Proyectos y programación de inversiones.

_____. Navarro, H., King, K., Ortegón, E., Pacheco, J., (2006). *Pauta metodológica de evaluación de impacto ex-ante y ex-post de programas sociales de lucha contra la pobreza Aplicación metodológica*. Santiago de Chile.

_____. Riera, P., (1994). *Manual de valoración contingente*. Instituto de Estudios Fiscales.

Centro de Investigaciones Económicas (CINVE). (2013). *Construcción de escenarios socioeconómicos 2012- 2035 para prospectiva energética*. Ministerio de Industria, Energía y Minería. Dirección Nacional de Energía. Uruguay.

_____. Llambí, C., Laens, S., Perera, M., Ferrando, M., (2009). *Evaluación del impacto de la Reforma Tributaria de 2007 sobre la pobreza y la desigualdad en Uruguay*.

_____. Perera, M., Llambí, C., Rovira, F., Estrades, C., (2014). *Impactos macroeconómicos de la minería de gran porte: una evaluación en base a un modelo de equilibrio general dinámico*.

CINVE - CEEIC. (2016). *Encadenamientos del sector construcción en la economía uruguaya: una aproximación a partir del modelo Insumo-Producto*.

Convenio CEF – CINVE. Perera, M., Llambí, C., Rovira, F., Estrades, C., (2014). *Impactos macroeconómicos de la minería de gran porte: una evaluación en base a un modelo de equilibrio general dinámico*.

CPA Ferrere. (2017). *Contribución de la Cadena Forestal a la Economía Uruguaya Preparado para la Sociedad de Productores Forestales*.

David O'Connor. (1996). *Applying Economic Instruments in Developing Countries: From Theory to Implementation*. Paris. OECD Development Centre.

Departamento de Economía (DECON). Estrades, C., Terra, M., (2008). *Policies against informality in segmented labor markets: a general equilibrium analysis applied to Uruguay*. Universidad de Ciencias Sociales.

_____. Elena Cuadrado, Ivana Resnichenko e Inés Terra. (2009). *Análisis de impacto de un sector utilizando el modelo de insumo producto y la matriz de contabilidad social*.

_____. Katz, G, Pastori, H., Barrenechea, P. (2004). *Construcción de una matriz de contabilidad social para Uruguay para el año 2000*. Universidad de la República. Facultad de Ciencias Sociales.

Failde, A., Lanzilotta, B., Perdomo, C., Pérez Bidegain, M., Rosas, F., (2015). *Instrumentos fiscales para el control y la reducción de la contaminación en cursos de agua estudio aplicado a la cuenca del río Santa Lucía*. Informe Final.

Heaps, C. G. (2012). *Long-range Energy Alternatives. Planning (LEAP) system*. Somerville, MA, USA. Stockholm Environment Institute.

Hosoe, N., Gasawa, K., Hashimoto, H. (2010). *Textbook of Computable General Equilibrium Modelling: Programming and Simulation*. England. Palgrave Macmillan.

International Atomic Energy Agency (IAEA). (2001). *Wien Automatic System Planning (WASP) Package. A Computer Code for Power Generating System Expansion Planning. Version WASP-IV. User's Manual*, Vienna, Austria: IAEA

International Food Policy Research Institute (IFPRI). Lofgren, H., R. L. Harris and S. Robinson. (2002). *A Standard Computable General Equilibrium (EGC) Model in GAMS*.

Laens, S., Llambí, C. (2006). *Valuación de las estrategias de desarrollo para alcanzar los objetivos del milenio en Uruguay*.

Manne, A. S. and R. G. Richels. (2004). *MERGE: An Integrated Assessment Model for Global Climate Change*. Stanford University.

McKittrick, R. (1998). *The econometric critique of computable general equilibrium modeling: the role of functional forms*. Economic Modelling, vol. 15, issue 4, 543-573

Messner, S. and L. Schrattenholzer. (2000). *MESSAGEMACRO: Linking an Energy Supply Model with a Macroeconomic Model and Solving It Interactively*. Energy, Vol. 25, pp. 267–282.

Ministerio de Industria, Energía y Minería (MIEM). Dirección Nacional de Energía. (2014). *Estudio de demanda: escenarios*. Planificación estadística y Balance.

_____. (2018). *Perspectivas de la demanda energética*. Planificación Estadística y Balance.

Ministerio de Vivienda y Ordenamiento Territorial - Secretaría Nacional de Ambiente, Agua y Cambio climático. (Snacc). (2016). *Informe de evaluación de necesidades tecnológicas para la adaptación al cambio climático*.

_____. (2018). *Plan Ambiental Nacional para el Desarrollo Sostenible*

Nordhaus, W. D. and J. Boyer. (2000). *Warming the World: Economic Models of Global Warming*. Cambridge, Mass., USA: MIT Press.

Oficina de Planeamiento y Presupuesto (OPP). (2017). *Informe Nacional Voluntario – Uruguay 2017*.

_____. (2018). *Informe Nacional Voluntario – Uruguay 2018*.

Oficina de Programación y Política Agropecuaria. (OPYPA). (2016). *Análisis sectorial y cadenas productivas Temas de política Estudios*.

Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). (2012). *OECD Environmental Outlook to 2050: The Consequences of Inaction*. Paris, France.

Organización Internacional del Trabajo (ILO). Quiñones, M. (2015). *Empleos verdes para un desarrollo sostenible. El caso uruguayo*.

_____. Quiñones, M. (2017a). *Uruguay: Identificación de oportunidades para promover la creación de empleos verdes en la citricultura*. Santiago. Organización Internacional del Trabajo.

_____. Parrilla, S. (2017b). *Uruguay: Empleos verdes en el sector de las energías renovables*. Santiago. Organización Internacional del Trabajo.

_____. (2017c). *How to measure and model social and employment outcomes of climate and sustainable development policies*. Green Jobs Assessment Institutions Network.

Organización de las Naciones Unidas (ONU). (2012). *A guidebook to the green economy*. Issue 1: green economy, green growth, and low-carbon development. Nueva York, División para el Desarrollo Sostenible, UNDESA

Partnership for Action on Green Economy (PAGE). (2015). *Perú crecimiento verde: análisis de la economía peruana. Condiciones favorables y oportunidades*.

_____. (2017). *The Integrated Green Economy Modelling Framework: An Overview*.

Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) (2015). *Hacia una economía verde en Uruguay: Condiciones favorables y oportunidades*.

_____. (2017). *Alcanzando los Objetivos de Desarrollo Sostenible sobre Agua Socialmente Incluyente y sostenible a través de las Reformas Fiscales y de Precios en Uruguay*.

_____. (2014). *Using Models for Green Economy Policymaking*.

Secretaría de Turismo. Torres, R., Cárdenas, C., Solís Trejo, M., (2007). *Elementos para Evaluar el Impacto Económico, Social y Ambiental del Turismo de Naturaleza en México*.

Secretaría Nacional de Ambiente, Agua y Cambio Climático (SNAACC). (2018). *Informe para el SNA Asistencia Técnica del BID: Estudio de Caso del NEXO Agua-Energía-Alimentos en Uruguay*.

Sharp, R, et al. (2018). *INVEST User's Guide. The Natural Capital Project*. Stanford University, University of Minnesota, The Nature Conservancy, and World Wildlife Fund.

Sue Wing, I. (2004). *Computable General Equilibrium Models and Their Use in Economy-Wide Policy Analysis: Everything You Ever Wanted to Know (But Were Afraid to Ask)*. Center for Energy & Environmental Studies and Department of Geography & Environment Boston University and Joint Program on the Science and Policy of Global Change. Cambridge, Mass., USA: Massachusetts Institute of Technology.

Terra, M. (2009). *¿Cuál es la importancia real del sector agropecuario sobre la economía uruguaya?* RED Mercosur-FAO

Terra, M.I., Bucheli, M., Laens, S., Estrades, C., (2006). *The Effects of Increasing Openness and Integration to the MERCOSUR on Uruguayan Labor Market: a EGC Modelling Analysis*. Working Paper. PEP.

United Nations Conference on Environment and Development (UNCED). (1992). Agenda 21. Outcome document adopted by the Plenary in Rio de Janeiro.

7 ANEXO

ANEXO I

Tabla 8 - Antecedentes de modelos de equilibrio general computable sin fines ambiental

Institución	Documento	Características
Modelo de Equilibrio General Computable Estático		
DECON (Carmen Estrades y María Inés Terra)	<i>Commodity prices, trade and poverty in Uruguay (2012)</i>	Estudian el impacto de los cambios en los precios de los commodities ocurridos entre 2006-2008 sobre la pobreza en el Uruguay
DECON (Carmen Estrades y María Inés Terra)	<i>Fighting informality in segmented labor markets a General Equilibrium analysis applied to Uruguay (2011)</i>	Analizan el impacto de dos políticas contra la informalidad en Uruguay, aplicando un modelo de equilibrio general con una especificación segmentada del mercado laboral. Simulamos dos conjuntos de políticas: recortes de impuestos de nómina y aumento en las exigencias del cumplimiento de las políticas
CINVE (Carmen Estrades y Cecilia Llambi)	<i>Lessons from the 2008 Financial Crisis: Policy Responses to External Shocks in Uruguay (2013)</i>	Aplican el modelo junto con microsimulación para analizar qué tan efectivo fueron las respuestas de política (política contracíclica, aumentar el consumo público y la inversión y la expansión de las prestaciones sociales a los trabajadores desempleados) para evitar o suavizar el impacto de la crisis mundial del 2008 en la economía uruguaya.
DECON (Marisa Buchelli, Carmen Estrades, Silvia Laens y María Inés Terra)	<i>The Effects of Increasing Openness and Integration to the MERCOSUR on the Uruguayan Labour Market: A CGE Modeling Analysis (2005)</i>	Evaluar el impacto de la integración regional en el mercado laboral y la pobreza del país. Se construyó un modelo EGC agregando especificaciones sobre mano de obra no calificada. Esta consideración es importante dado que los shocks conducen a una reasignación de recursos hacia sectores intensivos en mano de obra no calificada, agregando a sí mismo microsimulaciones para medir los efectos sobre la pobreza y distribución del ingreso.
María Inés Terra, Alvaro Forteza, Gabriel Katz y Andrés Pereyra	<i>Macroeconomic impacts of the reform of public services in Uruguay - A CGE analysis (2006)</i>	Este documento investiga los impactos macroeconómicos de la reforma de los servicios públicos en Uruguay, en el modelo se simulan diferentes escenarios de políticas, se analizan las reformas del marco regulatorio de los servicios públicos, los cambios en las políticas de inversión, las modificaciones en el entorno competitivo y las reformas en la estructura tributaria.
CINVE (Mery Ferrando, Silvia Laens, Cecilia Llambi y Marcelo Perera)	<i>Evaluación del impacto de la Reforma Tributaria de 2007 sobre la pobreza y la desigualdad en Uruguay (2009)</i>	Evalúan el impacto de la Reforma Tributaria de 2007 sobre los equilibrios macroeconómicos, sobre el mercado de trabajo y sobre la pobreza y la desigualdad mediante un modelo estático de EGC y un enfoque “de arriba hacia abajo” con microsimulaciones.
Modelo de Equilibrio General Computable Dinámico Recursivo – MAMS*		
Convenio CEF – CINVE (Carmen Estrades, Cecilia Llambi, Marcelo Perera y Flavia Rovira)	<i>IMPACTOS MACROECONÓMICOS DE LA MINERÍA DE GRAN PORTE: una evaluación en base a un Modelo de Equilibrio General Dinámico (2014)</i>	El objetivo fue estimar los impactos macroeconómicos de la explotación minera de gran porte en Uruguay, y de las alternativas de asignación de los ingresos fiscales derivados de dicha actividad.
CINVE (Silvia Laens y Cecilia Llambi)	<i>Valuación de las estrategias de desarrollo para alcanzar los objetivos del milenio en Uruguay (2006)</i>	El análisis del modelo incorpora un módulo especial para el análisis de los objetivos sobre la reducción de la pobreza y mejorar la calidad de vida, combinado con la metodología de microsimulaciones para el análisis del impacto de las políticas sobre la pobreza y desigualdad. El módulo dinámico permite analizar el impacto de distintas políticas a través del tiempo.
Modelo de Equilibrio General Computable Dinámico Recursiva Sub-Nacional		
Universidad de la Plata (Onil Banerjee, Martin Cicowiez y Adela Moreda)	<i>Reconciliation Once and for All: Economic Impact Evaluation and Social Cost Benefit Analysis (2017)</i>	El impacto económico y costo social de los préstamos por inversiones pueden ser evaluados desde la perspectiva del prestador multilateral o desde el gobierno beneficiario. Comparan estas dos perspectivas para política de inversión en turismo en Uruguay.

(* MAMS (Maquette for MDG Simulations) modelo diseñado por el Banco Mundial para analizar estrategias para alcanzar los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM) y, en términos más generales, las políticas de medio y largo plazo para el crecimiento y la reducción de la pobreza en los países en desarrollo.

Fuente: Elaboración propia en base a las entrevistas realizadas a representantes de las instituciones a efectos de esta consultoría

ANEXO II

Tabla 9 – Rendición de Cuentas Nacionales - Vinculo del Área Programática Medio Ambiente y Recursos Naturales con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)

Vinculo del Área Programática con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)	
ODS	Metas vinculadas
	<p>Para 2030, mejorar la calidad del agua mediante la reducción de la contaminación, la eliminación del vertimiento y la reducción al mínimo de la descarga de materiales y productos químicos peligrosos, la reducción a la mitad del porcentaje de aguas residuales sin tratar y un aumento sustancial del reciclado y la reutilización en condiciones de seguridad a nivel mundial.</p>
	<p>Mejorar progresivamente, para 2030, la producción y el consumo eficientes de los recursos mundiales y procurar desvincular el crecimiento económico de la degradación del medio ambiente, de conformidad con el marco decenal de programas sobre modalidades sostenibles de consumo y producción, empezando por los países desarrollados.</p> <p>Para 2030, aumentar sustancialmente la utilización eficiente de los recursos hídricos en todos los sectores y asegurar la sostenibilidad de la extracción y el abastecimiento de agua dulce para hacer frente a la escasez de agua y reducir sustancialmente el número de personas que sufren de escasez de agua.</p> <p>Para 2030, poner en práctica la gestión integrada de los recursos hídricos a todos los niveles, incluso mediante la cooperación transfronteriza, según proceda.</p> <p>Para 2020, proteger y restablecer los ecosistemas relacionados con el agua, incluidos los bosques, las montañas, los humedales, los ríos, los acuíferos y los lagos.</p>
	<p>Para 2030, reducir el impacto ambiental negativo per cápita de las ciudades, incluso prestando especial atención a la calidad del aire y la gestión de los desechos municipales y de otro tipo.</p> <p>Para 2020, aumentar sustancialmente el número de ciudades y asentamientos humanos que adoptan y ponen en marcha políticas y planes integrados para promover la inclusión, el uso eficiente de los recursos, la mitigación del cambio climático y la adaptación a él y la resiliencia ante los desastres, y desarrollar y poner en práctica, en consonancia con el Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030, la gestión integral de los riesgos de desastre a todos los niveles.</p>
	<p>Para 2020, lograr la gestión ecológicamente racional de los productos químicos y de todos los desechos a lo largo de su ciclo de vida, de conformidad con los marcos internacionales convenidos, y reducir de manera significativa su liberación a la atmósfera, el agua y el suelo a fin de reducir al mínimo sus efectos adversos en la salud humana y el medio ambiente.</p>
	<p>Fortalecer la resiliencia y la capacidad de adaptación a los riesgos relacionados con el clima y los desastres naturales en todos los países.</p> <p>Incorporar medidas relativas al cambio climático en las políticas, estrategias y planes nacionales.</p>

ODS	Metas vinculadas
	<p>Mejorar la educación, la sensibilización y la capacidad humana e institucional en relación con la mitigación del cambio climático, la adaptación a él, la reducción de sus efectos y la alerta temprana.</p> <p>Cumplir el compromiso de los países desarrollados que son partes en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático de lograr para el año 2020 el objetivo de movilizar conjuntamente 100.000 millones de dólares anuales procedentes de todas las fuentes a fin de atender las necesidades de los países en desarrollo respecto de la adopción de medidas concretas de mitigación y la transparencia de su aplicación, y poner en pleno funcionamiento el Fondo Verde para el Clima capitalizándolo lo antes posible</p> <p>Promover mecanismos para aumentar la capacidad para la planificación y gestión eficaces en relación con el cambio climático en los países menos adelantados y los pequeños Estados insulares en desarrollo, haciendo particular hincapié en las mujeres, los jóvenes y las comunidades locales y marginadas</p>
	<p>Facilitar el acceso de los pescadores artesanales en pequeña escala a los recursos marinos y los mercados.</p> <p>Mejorar la conservación y el uso sostenible de los océanos y sus recursos aplicando el derecho internacional reflejado en la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar, que proporciona el marco jurídico para la conservación y la utilización sostenible de los océanos y sus recursos, como se recuerda en el párrafo 158 del documento «El futuro que queremos».</p> <p>Para 2020, reglamentar eficazmente la explotación pesquera y poner fin a la pesca excesiva, la pesca ilegal, la pesca no declarada y no reglamentada y las prácticas de pesca destructivas, y aplicar planes de gestión con fundamento científico a fin de restablecer las poblaciones de peces en el plazo más breve posible, por lo menos a niveles que puedan producir el máximo rendimiento sostenible de acuerdo con sus características biológicas.</p>
	<p>Adoptar medidas urgentes para poner fin a la caza furtiva y el tráfico de especies protegidas de flora y fauna y abordar la demanda y la oferta ilegales de productos silvestres.</p> <p>Aumentar el apoyo mundial a la lucha contra la caza furtiva y el tráfico de especies protegidas, en particular aumentando la capacidad de las comunidades locales para promover oportunidades de subsistencia sostenibles.</p> <p>Para 2020, promover la gestión sostenible de todos los tipos de bosques, poner fin a la deforestación, recuperar los bosques degradados e incrementar la forestación y la reforestación a nivel mundial.</p> <p>Adoptar medidas urgentes y significativas para reducir la degradación de los hábitats naturales, detener la pérdida de la diversidad biológica y, para 2020, proteger las especies amenazadas y evitar su extinción.</p>

Fuente: Rendición de Cuentas Nacionales, Ejercicio 2017, Tomo II, Parte I - Contexto y resultados en áreas programáticas Planificación y evaluación

ANEXO III

Instituciones donde se encuentran bases de datos o series relevantes para los modelos de evaluaciones de impacto macroeconómico de políticas ambientales y cambio climático

- Banco Central del Uruguay (BCU)
- Instituto Nacional de Estadística (INE)
- Ministerio de Economía y Finanzas (MEF)
- Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP)
- Ministerio de Industria, Energía y Minería (MIEM)
- Ministerio de Trabajo y Seguridad Social (MTSS)

