



Universidad de Valladolid

FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y EMPRESARIALES

**DEPARTAMENTO DE FUNDAMENTOS DEL ANÁLISIS ECONÓMICO,
HISTORIA E INSTITUCIONES ECONÓMICAS**

TESIS DOCTORAL:

**POLÍTICAS PÚBLICAS Y DESARROLLO
SOSTENIBLE EN CHILE:
EVALUACIÓN CON MODELOS ECONÓMICOS**

**Presentada por Carlos J. de Miguel Alonso para optar al
grado de doctor por la Universidad de Valladolid**

**Dirigida por:
Dra. Elena Escudero Puebla**

A mi mujer e hijos, por su cariño, generosidad, extremada paciencia y comprensión.

A mi abuela Paula, siempre viva en mi recuerdo.

PREFACIO

En 1995, a mi llegada a Chile, el país se encontraba en un periodo interesante de efervescencia política y de dudas sobre el modelo económico existente y sus consecuencias socioeconómicas y ambientales. Tras el plebiscito de 1989 que acabó con la dictadura, y después de un primer gobierno de transición, el país iniciaba su segundo gobierno democrático en manos de don Eduardo Frei y la Concertación de Partidos por la Democracia, una coalición que integraba principalmente democristianos, socialistas y radicales. Mientras en el plano político el objetivo fundamental era la consolidación de las instituciones democráticas, en el económico se mantenía el modelo instaurado durante la dictadura, caracterizado por el papel central del mercado, la concentración del poder económico en muy pocas manos, una muy mala distribución del ingreso, y un Estado extremadamente subsidiario que delegaba buena parte de sus responsabilidades sociales y ambientales en instituciones privadas. No obstante, fue un momento de buena situación económica, con vigoroso crecimiento e importantes inversiones en infraestructura y en el que Chile se abrió al mundo.

La libertad, la democracia y los nuevos aires del exterior dieron eco a las voces que criticaban el modelo de desarrollo imperante, tanto desde las universidades como desde la sociedad civil y los propios partidos políticos. Cerca quedaba la Cumbre de la Tierra, realizada en Rio de Janeiro en 1992, que marcó un punto de inflexión en la consolidación del concepto del desarrollo sostenible y el vínculo entre medio ambiente y desarrollo. Pero no solo la agenda internacional impulsaba las demandas sociales y ambientales. Chile era un país con aún altos niveles de pobreza e inequidad y la degradación del medio ambiente, relegada por mucho tiempo de las preocupaciones centrales de la política pública, causaba estragos no solo en ecosistemas, sino en la salud de las personas. Los altos niveles de contaminación atmosférica de la capital, Santiago, y de numerosas ciudades intermedias y zonas pobladas aledañas a las fundiciones de cobre, eran conocidos internacionalmente. No obstante, en la temática ambiental, la información era poca, la institucionalidad incipiente y los análisis económicos que la incorporaban muy insuficientes.

En ese contexto, tuve la suerte de conocer personalmente al Prof. Osvaldo Sunkel, economista chileno que sembró en mí el interés por la economía latinoamericana, las teorías del desarrollo y la temática ambiental. Trabajando con él en la Universidad de Chile nos embarcamos en un proyecto internacional que tenía por objetivo contribuir a hacer más sostenible el desarrollo. Bajo el liderazgo del Prof. Mohan Munasingue, maestro en temas de desarrollo y economía ambiental y ganador del Premio Nobel de la Paz en el año 2007 en su calidad de vicepresidente del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), se realizaron diversos estudios empíricos con el objeto de sustentar una aproximación comprehensiva del desarrollo en las políticas públicas de varios países. Usando

la semántica de moda actualmente: fomentar una economía verde pero sin olvidar los aspectos sociales, fundamentales en los países en desarrollo.

Analizar en forma integral los aspectos económicos, sociales y ambientales de las políticas públicas y sus interrelaciones para generar modelos de desarrollo más sostenibles no era tarea simple. La revisión de diversas metodologías utilizadas en la economía me llevó entonces a considerar como un buen instrumental el uso de modelos de equilibrio general computable, combinados con otras herramientas. Sebastián Dessus, entonces economista de la OCDE, me guio por los vericuetos de las entrañas de estos grandes modelos desarrollados con detalle para un país. Thomas Hertel, director entonces del Proyecto para el análisis del comercio mundial (GTAP), me enseñó las bondades y defectos de los modelos globales. Raúl O’Ryan me facilitó el nexo a los temas ambientales de tipo más técnico, como coeficientes de contaminación, procesos industriales y sus implicaciones económicas, acompañándome en numerosos trabajos en los últimos años. Alicia Bárcena, llevándome a la División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos de la CEPAL, transformó el tema del desarrollo sostenible en vocación y profesión.

Con todos ellos, y muchos otros coautores y colaboradores, entre los que quisiera destacar a José Durán, Sebastián Miller, Mauricio Pereira y Andrés Schuschny, así como a Bruno Carriquiri, Camilo Lagos y Carlos Ludeña, he venido perfeccionado mis conocimientos de economía. Mis colegas de la CEPAL, institución en la que he trabajado por 15 años, han contribuido a darme una visión regional de los problemas y a abordarlos desde distintos puntos de vista. Pero nada hubiera sido posible sin los fundamentos esenciales adquiridos en la Universidad de Valladolid y el permanente apoyo de la Prof. Elena Escudero, guía de esta memoria.

Contenido

INTRODUCCIÓN	1
II. LOS MODELOS DE EQUILIBRIO GENERAL Y EL DESARROLLO SOSTENIBLE	5
II.1 Modelos de equilibrio general: antecedentes, contexto y características generales.....	6
II.2 Características de los modelos de equilibrio seleccionados.....	12
II.2.a) El modelo ECOGEM-Chile: características principales	15
II.2.b) El modelo ECOGEM-Chile: Información económica y ambiental	21
II.2.c) El modelo MAMS: características principales y comparación con el modelo ECOGEM.....	28
II.2.d) El modelo GTAP: características principales	31
II.2.e) La base de datos del GTAP: Información económica y adecuación arancelaria.....	42
II.2.f) La acumulación del capital en el modelo estándar GTAP	48
II.2.g) Variantes del modelo GTAP: el modelo agrícola y el modelo para energía y cambio climático	49
III. CHILE: CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES Y SU MODELO DE DESARROLLO	54
IV. POLÍTICAS NACIONALES PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE EN CHILE	59
IV.1 El cumplimiento de los objetivos de desarrollo del Milenio en Chile	61
IV.2 Políticas para enfrentar la contaminación atmosférica y efectos sociales cruzados	67
IV.3 La dependencia de los recursos naturales y el desarrollo sostenible en Chile	71
V. LAS RELACIONES EXTERNAS Y EL DESARROLLO SOSTENIBLE EN CHILE	77
V.1 Los acuerdos comerciales de Chile con sus principales socios y los efectos sobre el desarrollo sostenible.....	80
V.2 La evolución de las preferencias arancelarias en América Latina y los efectos sobre el bienestar de los países a inicios del nuevo milenio	82
V.3 La influencia de los acuerdos de libre comercio de los países andinos en la región.....	83
V.4 La carrera por el acceso preferencial a nuevos mercados: orientación de Chile hacia Asia ..	93
V.5 Comercio y cambio climático	98
CONCLUSIONES.....	103
BIBLIOGRAFÍA.....	106
ANEXOS.....	112
Anexo 1A. O’Ryan, R., S. Miller y C. de Miguel (2003), “Un marco de EGC para evaluar opciones de política para reducir las emisiones de contaminación al aire en Chile”. Environment and Development Economics, 8: pp. 285-309. Cambridge University Press.	113

Anexo 1B. O’Ryan, R., S. Miller y C. de Miguel (2003), “A CGE Framework to Evaluate Policy Options for Reducing Air Pollution Emissions in Chile”. Environment and Development Economics, 8: pp. 285-309. Cambridge University Press.....	139
Anexo 2A. O’Ryan, R., C. de Miguel, S. Miller y M. Pereira (2010), " Los efectos socioeconómicos y ambientales de los tratados de libre comercio: Un análisis de EGC dinámico para Chile". Environment and Development Economics, vol. 16(03): pp. 305-327. Cambridge University Press.....	165
Anexo 2B. O’Ryan, R., C. de Miguel, S. Miller y M. Pereira (2010), "The Socioeconomic and environmental effects of free trade agreements: a dynamic CGE analysis for Chile". Environment and Development Economics, vol. 16(03): pp 305-327. Cambridge University Press.	193
Anexo 3A. Durán, J., C. de Miguel y A. Schuschny (2007), “Los acuerdos comerciales de Colombia, Ecuador y Perú con los Estados Unidos: efectos sobre el comercio, la producción y el bienestar”. Revista de la CEPAL 91, Naciones Unidas	217
Anexo 3B. Durán, J., C. de Miguel y A. Schuschny (2007), “Trade agreements by Colombia, Ecuador and Peru with the United States: effects on trade, production and welfare”. CEPAL review 91, United Nations.	245
APÉNDICE.....	272
O’Ryan, R., C. de Miguel, S. Miller y M. Munasinghe (2005), "Computable general equilibrium model analyses of economywide cross effects of social and environmental policies in Chile". Ecological Economics, 54-4, pp. 447-472.	

Índice de recuadros

Recuadro 1 : MODELOS DE EQUILIBRIO PARCIAL VERSUS MODELOS DE EQUILIBRIO GENERAL	5
Recuadro 2: LA FUNCIÓN DE UTILIDAD (O PRODUCCIÓN) CES	18

Índice de cuadros

Cuadro 1: MATRIZ DE CONTABILIDAD SOCIAL (ESQUEMA ESTILIZADO)	12
Cuadro 2: CARACTERÍSTICAS DE LAS PRINCIPALES APLICACIONES REALIZADAS.....	14
Cuadro 3: PRINCIPALES ACTIVIDADES CONTAMINANTES	23
Cuadro 4: FACTORES DE EMISIÓN DE CHILE POR CONSUMO DE INSUMOS.....	24
Cuadro 5: FACTORES DE EMISIÓN DE CHILE POR PRODUCCIÓN	24
Cuadro 6: AJUSTE DE EMISIONES EN CHILE	25
Cuadro 7: PARTICIPACIÓN EN LAS EMISIONES TOTALES DE LOS PRINCIPALES SECTORES.....	27
Cuadro 8: REGLAS DE CIERRE ALTERNATIVAS PARA LAS RESTRICCIONES MACROECONÓMICAS	29
Cuadro 9: COMPARACIÓN RESUMEN DE LOS MODELOS ECOGEM Y MAMS	30

Cuadro 10 : COMPARACIÓN ENTRE LA REPRESENTACIÓN ESTÁNDAR Y LA FORMA LINEALIZADA DE LAS ECUACIONES	32
Cuadro 11: ECUACIONES QUE VINCULAN LOS DISTINTOS PRECIOS.....	39
Cuadro 12: DISTRIBUCIÓN DE LAS VENTAS EN LOS MERCADOS REGIONALES.....	39
Cuadro 13: AGREGACIÓN DE PAÍSES UTILIZADA EN LAS SIMULACIONES.....	43
Cuadro 14: AGREGACIÓN DE PRODUCTOS UTILIZADA EN LAS SIMULACIONES	44
Cuadro 15: LISTA DE ACUERDOS PREFERENCIALES (TLC) CONSIDERADOS EN LAS SIMULACIONES ALERTAX, HASTA DICIEMBRE DEL 2001	46
Cuadro 16: LISTA DE ACUERDOS PREFERENCIALES (TLC) CONSIDERADOS EN LAS SIMULACIONES PARA DETERMINAR LA LÍNEA DE BASE GTAP–CEPAL 2004	47
Cuadro 17: COMPARACIÓN RESULTADOS ARANCELES EFECTIVOS CON GTAP 6.1, CEPAL– GTAP 2004, TRAINS, OMC Y FUENTES NACIONALES	48
Cuadro 18 : SITUACIÓN DE LOS OBJETIVOS DE DESARROLLO DEL MILENIO: METAS SECCIONADAS.....	62
Cuadro 19: CUMPLIMIENTO DE LOS ODM.....	66
Cuadro 20: ANÁLISIS DE POBREZA E INDIGENCIA, 2006-2015	66
Cuadro 21: ZONAS SATURADAS DE CONTAMINACIÓN EN CHILE	67
Cuadro 22: IMPACTOS AMBIENTALES DE LOS IMPUESTOS AL PM10.....	69
Cuadro 23: IMPACTOS MACROECONÓMICOS DE LOS IMPUESTOS AMBIENTALES.....	70
Cuadro 24: IMPACTOS SOCIALES COMPARADOS	70
Cuadro 25: VALOR BRUTO DE LA PRODUCCIÓN EN LOS ESCENARIOS SIMULADOS.....	72
Cuadro 26: VARIACIÓN EQUIVALENTE DE DISTINTOS ESCENARIOS DE GASTO DE LAS REGALÍAS	73
Cuadro 27: INGRESO DE LOS HOGARES	76
Cuadro 28: EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE ACUERDOS BILATERALES Y PREFERENCIAS ARANCELARIAS CONCEDIDAS POR CHILE, 1992-2007.....	78
Cuadro 29: RESULTADOS MACROECONÓMICOS DE LOS ESCENARIOS COMERCIALES, 2005	80
Cuadro 30: RESULTADOS MACROECONÓMICOS DE LOS ESCENARIOS ADICIONALES, 2005.....	80
Cuadro 31: VARIACIÓN EQUIVALENTE EN DIVERSOS ESCENARIOS SIMULADOS	83
Cuadro 32: PRODUCTO INTERNO BRUTO (DIVERSOS ESCENARIOS)	87
Cuadro 33: EFECTOS ACUMULADOS SOBRE BIENESTAR DE LOS ESCENARIOS CAN3-EEUU Y NO TLC / NO ATPDEA	88
Cuadro 34: EFECTOS NETOS SOBRE BIENESTAR DE LOS ESCENARIOS CAN3-EEUU Y NO TLC / NO ATPDEA	89
Cuadro 35: COMUNIDAD ANDINA: PRINCIPALES RESULTADOS DE LAS SIMULACIONES	92
Cuadro 36: DETALLE DE SUPUESTOS DE EXCLUSIÓN DE SECTORES SENSIBLES SEGÚN AGRUPACIONES GTAP.....	96
Cuadro 37: TRATADOS DE LIBRE COMERCIO ENTRE CHILE Y JAPÓN Y CHILE Y CHINA: IMPACTO SOBRE EL PATRÓN EXPORTADOR EN FUNCIÓN DE LAS INDUSTRIAS AMBIENTALMENTE SENSIBLES	97
Cuadro 38: ESCENARIOS DE POLÍTICA DE COMERCIO DE EMISIONES.....	99
Cuadro 39: VARIACIÓN EN LAS EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO	101
Cuadro 40: VARIACIÓN EN EL PIB	102

Índice de gráficos

Gráfico 1: FLUJO CIRCULAR DE LA RENTA AMPLIADO REPRESENTADO EN UN MODELO DE EQUILIBRIO GENERAL COMPUTABLE.....	11
Gráfico 2: DIAGRAMA DE FLUJO DE LA IMPLEMENTACIÓN DE UN MODELO DE EGC.....	13
Gráfico 3: ESTRUCTURA DE LA FUNCIÓN DE PRODUCCIÓN	16
Gráfico 4: REPRESENTACIÓN ESQUEMÁTICA DEL MODELO GTAP	33
Gráfico 5: REPRESENTACIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN REALIZADO POR LAS EMPRESAS.....	36
Gráfico 6: METODOLOGÍA SECUENCIAL PARA LA ACTUALIZACIÓN DEL BANCO DE DATOS GENERACIÓN DEL ESCENARIO DE REFERENCIA GTAP 2004 BASE CEPAL.....	45
Gráfico 7: RESULTADOS CONSOLIDADOS ACTUALIZACIÓN DE ARANCELES DE LA BASE GTAP 6.1: CHILE, MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS.....	47
Gráfico 8: DISTRIBUCIÓN TOTAL DE LOS CAMBIO EN EL VALOR BRUTO DE LA PRODUCCIÓN	51
Gráfico 9: ESTRUCTURA DE PRODUCCIÓN DEL MODELO GTAP-E	52
Gráfico 10: INTEGRACIÓN CAPITAL-ENERGÍA.....	53
Gráfico 11: PIRÁMIDES DE POBLACIÓN DE CHILE, 2002 Y 2015	55
Gráfico 12: EVOLUCIÓN Y TASA DE CRECIMIENTO DEL PIB	56
Gráfico 13: DESCOMPOSICIÓN DEL PRODUCTO POR ACTIVIDAD ECONÓMICA.....	56
Gráfico 14: CONCENTRACIONES DE PM10 Y PM2.5 EN CIUDADES SELECCIONADAS DE AMÉRICA LATINA, 2011	58
Gráfico 15: EVOLUCIÓN DEL DESEMPLEO TERCIARIO ANTE DISTINTOS ESCENARIOS	65
Gráfico 16: IMPACTOS AMBIENTALES DE LOS IMPUESTOS A LAS EMISIONES DE CONTAMINANTES EN EL AIRE	69
Gráfico 17: EXPORTACIONES TOTALES, DE LA MINERÍA Y DEL COBRE, E IMPORTACIONES TOTALES.....	71
Gráfico 18: VARIACIÓN EQUIVALENTE DE GRUPO DE HOGARES EN EL QUINTIL DE INGRESO MÁS POBRE	81
Gráfico 19: INGRESO REAL DISPONIBLE DE LOS HOGARES: COCIENTE ENTRE EL QUINTIL DE INGRESO MÁS RICO RESPECTO DEL MÁS POBRE	81
Gráfico 20: METODOLOGÍA SECUENCIAL PARA LA ACTUALIZACIÓN DE DATOS Y ESCENARIOS DE POLÍTICA COMERCIAL PARA TLC ENTRE TRES PAÍSES ANDINOS Y ESTADOS UNIDOS.....	85
Gráfico 21: CHILE: ESTRUCTURA DE SUS INTERCAMBIOS COMERCIALES, 2006.....	93
Gráfico 22: METODOLOGÍA SECUENCIAL PARA LA ACTUALIZACIÓN DE DATOS Y ESCENARIOS DE POLÍTICA COMERCIAL A 2001 Y 2004	94
Gráfico 23: CHILE: ESTRUCTURA DE SUS INTERCAMBIOS COMERCIALES, 2014.....	98

INTRODUCCIÓN

La Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano (Estocolmo, 1972) elevó la problemática ambiental a nivel internacional, reconociendo la necesidad de considerar los efectos que tienen las actividades humanas sobre el medio ambiente y la obligación de preservar el medio ambiente humano. No obstante, la relación entre medio ambiente y desarrollo centró las discusiones, en las que aún subyacía la impresión de que su preservación impondría sacrificios en términos de desarrollo. Frente a los países industrializados, que buscaban privilegiar los aspectos ambientales sin trazar un vínculo claro con los temas de desarrollo y pobreza, en general, los países en desarrollo manifestaban su preocupación por la posible creación de barreras a su modelo de crecimiento económico, por los daños ambientales que resultan de la pobreza y por la ausencia de asistencia internacional para evitar sendas insostenibles en su desarrollo.

En 1983, la Asamblea General constituyó la Comisión Brundtland con la misión, entre otras, de proponer estrategias ambientales de largo plazo para lograr un desarrollo duradero; y “recomendar medios que permitan traducir el interés por el medio ambiente en una mayor cooperación entre los países en desarrollo y entre países que se encuentren en distintas etapas de desarrollo económico y social, y alcanzar objetivos comunes y mutuamente complementarios que (tengan) en cuenta las interrelaciones entre la población, los recursos, el medio ambiente y el desarrollo”.

Cuando el Informe Brundtland (Naciones Unidas, 1987), titulado “Nuestro Futuro Común”, acuñó el término desarrollo sostenible como aquel “*desarrollo que permite satisfacer las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las posibilidades de las del futuro de satisfacer sus propias necesidades*”, se cuestionó implícitamente aquellos modelos de desarrollo basados exclusivamente en el crecimiento económico y se llamó a reformularlos para que las condiciones socioeconómicas y ecológicas puedan al menos mantenerse en el tiempo. El Informe, centrado en la preservación del medio ambiente aunque asegurando el desarrollo de países pobres, demanda una visión integral e intertemporalmente sostenible de los tres pilares del desarrollo: económico, social y ambiental, popularizados en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo (Río, 1992). Sin duda, Río 92, con el nacimiento de la Agenda 21 y la posterior aprobación de las grandes convenciones ambientales (Cambio Climático, Diversidad Biológica, Bosques, y posteriormente, Desertificación), incorporó en el imaginario colectivo la necesidad de conciliar progreso económico, justicia social y preservación ambiental.

La Conferencia Mundial sobre Desarrollo Sostenible (Johannesburgo, 2002) y el continuo de las llamadas cumbres sociales a partir de Río 92, hasta llegar a la reciente Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible o Río+20 (Río, 2012), han puesto el foco de las políticas públicas en el desarrollo sostenible. En esta última conferencia, los

dos temas principales: cómo construir una economía ecológica para lograr el desarrollo sostenible y erradicar la pobreza, y cómo mejorar el marco institucional para el desarrollo sostenible, ponen de manifiesto la necesidad de incorporar temas ambientales y sociales en la economía y el papel clave de las políticas públicas para alcanzar el desarrollo sostenible. En “El Futuro que queremos” (Naciones Unidas, 2012), los Jefes de Estado y de Gobierno reconocieron que “es necesario incorporar aún más el desarrollo sostenible en todos los niveles, integrando sus aspectos económicos, sociales y ambientales y reconociendo los vínculos que existen entre ellos, con el fin de lograr el desarrollo sostenible en todas sus dimensiones.”, además de instar a la definición de los Objetivos de Desarrollo Sostenible construyendo sobre los Objetivos de Desarrollo del Milenio.

Estando relativamente clara la voluntad política internacional de búsqueda de un desarrollo más sostenible, queda pues la pregunta de cómo contribuir desde la economía a esa tarea. En ese sentido, son varias las preguntas que justifican esta investigación; entre ellas: cómo los modelos económicos, abstracciones de la realidad, son capaces de incorporar las tres dimensiones del desarrollo sostenible; cómo somos capaces de analizar interrelaciones complejas entre los temas socioeconómicos y ambientales; cómo la economía puede ayudar a evaluar las implicaciones de una política pública en una forma holística, y, en definitiva, cómo se puede superar el análisis de equilibrio parcial para integrar las diversas dimensiones y aspectos que integran un economía, incluyendo los sociales y ambientales. El Capítulo II profundizará en la respuesta a esas preguntas, mostrando cómo los modelos de equilibrio general han llenado la necesidad de los análisis integrados de las políticas públicas para el desarrollo sostenible. Este capítulo ahondará también en las características y evolución de los modelos concretos aplicados en este trabajo.

Los modelos de equilibrio general computable han de ser aplicados a una realidad concreta, de manera de mostrar su utilidad y contribuir efectivamente a la elaboración de políticas para el desarrollo sostenible. La realidad elegida para mostrar ese potencial es la de Chile.

La República de Chile se caracteriza por ser una economía de libre mercado, abierta al mundo y con un papel subsidiario del Estado. El país ha sufrido profundas transformaciones económicas, sociales, institucionales y en su medio ambiente desde la llegada de la Democracia en 1989. Todas ellas han sido fruto de un fuerte debate interno, donde el modelo legado por la Dictadura del General Pinochet ha estado siempre en cuestionamiento. Las demandas sociales por mayor calidad de vida y equidad han ido creciendo con el tiempo, mientras a nivel internacional el llamado milagro económico chileno es ampliamente reconocido. La sostenibilidad de un estilo de desarrollo, muy dependiente de la riqueza de sus recursos naturales, requiere de políticas que integren los tres pilares del desarrollo sostenible y su análisis sistemático ha estado generalmente ausente. Además, la situación geográfica de Chile, alejado de sus principales socios comerciales, y a la vez dependiente de la situación de sus países vecinos, en particular, y de la región de América Latina, en general, obliga a considerar la evolución

económica e institucional de los países pares en la región y los procesos de integración regional en curso si se quiere analizar con criterio algunas políticas aplicadas por este país.

Las demandas de los chilenos, su modelo de inserción internacional que le obliga a adaptarse a los requerimientos de sus socios comerciales, y la propia evolución del debate internacional sobre el desarrollo sostenible, en el que Chile ha sido un actor activo (incluso participando como miembro no permanente del Consejo de Seguridad) hacen de este país un buen laboratorio para el análisis económico de las políticas públicas. El capítulo III mostrará someramente la evolución de la economía chilena y, describiendo las principales características del país, contextualizará los análisis que se mostrarán en los siguientes capítulos.

Para un país como Chile hay tres ejes temáticos fundamentales para el análisis de las políticas públicas con el objetivo de promover el desarrollo sostenible. Los dos primeros hacen referencia a la integración de los aspectos sociales y ambientales en las políticas económicas. Para ello, en el capítulo IV se mostrarán los resultados de las aplicaciones realizadas para analizar el cumplimiento de los objetivos de desarrollo del milenio y los efectos cruzados de políticas sociales y ambientales. Las presiones sociales internas y los compromisos ante la comunidad internacional justifican profundizar en esta temática. Además, Chile cuenta con una gran riqueza natural y el modelo económico ha exacerbado las presiones sobre el medio ambiente y los recursos naturales. La contaminación del aire en sus principales ciudades ha sido permanentemente un problema de salud pública. La degradación ambiental ha impedido, entre otras cosas, que el crecimiento económico se haya traspasado en forma de una mejor calidad de vida, por ello analizar los efectos de políticas que persigan la protección del medio ambiente se hace absolutamente necesario. Además, este capítulo también incursionará en los efectos sobre el desarrollo sostenible de su dependencia de los recursos naturales (el cobre como principal producto de exportación, y los hidrocarburos como principal importación).

El tercer eje, tratado en el capítulo V, se centra en los aspectos comerciales. Siendo un país tan abierto y dependiente de su sector externo, las aplicaciones realizadas no solo se centran en los tratados comerciales y la inserción internacional de Chile, sino que también analizan la situación en países vecinos y su influencia sobre la economía chilena. Finalmente, este capítulo al igual que el anterior, tocará la temática del cambio climático en un país sin compromisos obligatorios, pero que por su lejanía de los polos mundiales de desarrollo receptores de sus exportaciones puede verse afectado por la aplicación de instrumentos globales para la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.

Las conclusiones resumirán los hallazgos encontrados y algunas recomendaciones de política, dando paso a los tres documentos de revistas arbitradas que integran esta memoria: “Un marco de EGC para evaluar opciones de política para reducir las emisiones de contaminación al aire en Chile”, “Los efectos socioeconómicos y ambientales de los tratados de libre comercio: Un análisis de EGC dinámico para Chile” y “Los acuerdos comerciales de Colombia, Ecuador y Perú con los Estados Unidos: efectos sobre el comercio, la producción y el bienestar”, que se

reproducen íntegramente en los Anexos 1, 2 y 3, respectivamente. El objetivo de estos capítulos es mostrar no solo la contribución que los modelos de equilibrio general pueden realizar en la elaboración de políticas para el desarrollo sostenible, sino profundizar en la complejidad de estos modelos, su versatilidad y la evolución que ha seguido el autor para adaptarlos, mejorarlos y complementarlos de manera de dar respuesta a preguntas con múltiples aristas dentro del concepto del desarrollo sostenible.

II. LOS MODELOS DE EQUILIBRIO GENERAL Y EL DESARROLLO SOSTENIBLE

La ciencia económica no ha estado ajena al debate sobre los estilos de desarrollo ni a la necesidad de incorporar la temática ambiental y del desarrollo sostenible en sus análisis (Munasinghe, Sunkel y De Miguel, 2001). La preocupación por desarrollar modelos que representen y expliquen en forma holística los efectos de la actividad humana ha venido creciendo en el tiempo y ganando en aceptación de modo de proveer respuestas comprensivas a las preguntas de política pública. Para superar las limitaciones del equilibrio parcial, desde los primeros pasos de la teoría y práctica económica se han desarrollado los modelos de equilibrio general (Recuadro 1). En los análisis econométricos, el intento de capturar las múltiples interacciones de la economía en forma endógena se plasmó en los modelos de ecuaciones simultáneas. Esta evolución además ha convivido y se ha visto influenciada por el desarrollo de las estadísticas, de los indicadores, en particular los compuestos (Schuschny y Soto, 2009), de los marcos contables, de los análisis sistémicos (Gallopín, 2003 y 2004) y de los diagnósticos de síndromes (Schuschny, 2010), entre otros. Estos últimos, desarrollados desde el mundo de la ecología, también han ganado en adeptos como mecanismo para explicar interrelaciones, y aunque carecen de una clara fundamentación desde la teoría económica permiten identificar relaciones y refuerzan la necesidad de integrar variables económicas y físicas en los estudios relacionados con el desarrollo sostenible. El propio sistema de cuentas económicas y ambientales integradas ha evolucionado de esa manera (Naciones Unidas, 1993; Oleas-Montalvo, 2013).

Recuadro 1 : MODELOS DE EQUILIBRIO PARCIAL VERSUS MODELOS DE EQUILIBRIO GENERAL

Los modelos de equilibrio parcial se centran en el análisis en detalle de algún mercado sector productivo o tipo de industria, es decir, es una aproximación generalmente muy micro. Sus resultados sólo son relevantes si las condiciones de entorno se mantienen. Esto se debe a que consideran como exógenos los niveles de producción y precios del resto de los productos distintos al del mercado del producto estudiado, y el ingreso y las tasas de retorno de los factores no específicos al sector estudiado. En ellos no hay limitaciones en la economía respecto a la disponibilidad de recursos productivos, por lo que los precios de los factores son constantes; sin embargo muchos de los análisis relevantes de comercio internacional, por ejemplo, incluyen el desplazamiento de recursos entre sus usos alternativos.

Por su parte, los modelos de equilibrio general involucran varios sectores con movimiento de recursos/factores entre ellos e incluyen los efectos de retroalimentación propios de las interrelaciones, especialmente de aquellas relacionadas con el ingreso y el gasto, que son endógenos. Las respuestas en precios son directas pero también hay efectos cruzados indirectos. Finalmente se basan en un marco teórico sólido, como lo es el de equilibrio Walrasiano. Un comportamiento neoclásico de los agentes no es una condición necesaria para obtener un cierre de equilibrio general, aunque sí lo es una contabilidad exhaustiva.

Fuente: Schuschny, Duran y De Miguel (2007), a partir de Robinson (2003).

En este mar de posibilidades para analizar el desarrollo sostenible, los modelos de equilibrio general computable son desde el área económica los que con sus aplicaciones se han mostrado más útiles (no sin numerosas limitaciones) para analizar cuantitativamente las implicaciones para el desarrollo sostenible de determinadas políticas públicas, incluyendo las numerosas interrelaciones que subyacen en el concepto. En este apartado se tocarán solamente tres elementos centrales asociados a los artículos desarrollados en este trabajo: la progresión metodológica en los modelos de equilibrio general; las características de los modelos de equilibrio general aplicados en este manuscrito y su evolución en función de las necesidades de las aplicaciones realizadas; y la información básica requerida para realizar este tipo de análisis.

II.1 Modelos de equilibrio general: antecedentes, contexto y características generales¹

La perspectiva de equilibrio general es antigua en la teoría económica. Su origen se data en la obra de Leon Walras “Elements of Pure Economics” de fines del siglo XIX, aunque es probable que hasta la “Teoría General” de J. M Keynes no hubiera una visión integral del funcionamiento de la macroeconomía. El análisis de equilibrio general se desarrolló principalmente a partir de la Gran Depresión, pero sus aplicaciones explotaron con los avances en la computación y la mayor facilidad para resolver un sinnúmero de ecuaciones. El enfoque de equilibrio general neoclásico fue elaborado en forma más rigurosa por Debreu (1959) y posteriormente por Arrow y Hahn (1971). Dentro de la teoría de equilibrio general también se desarrollaron distintas familias de modelos, principalmente los modelos macroeconómicos de equilibrio general, los modelos de generaciones traslapadas y los modelos de equilibrio general computable (EGC o CGE, por sus siglas en inglés) o aplicado (véase Chumacero y Schmidt-Hebbel (2005) para una discusión de las aplicaciones en Chile). Estos últimos son, por lejos, los que más han incorporado consideraciones sociales y ambientales a la economía y por ello, esta investigación se basa en esa familia.

En términos generales, un modelo de EGC, o modelo de equilibrio general aplicado, es un modelo económico multisectorial, basado en la teoría de equilibrio general walrasiano, que trata de representar de la mejor forma posible una economía concreta para analizar la asignación de recursos entre sectores productivos, los precios relativos de bienes y servicios y de factores de producción, y el bienestar de distintos grupos socioeconómicos. Permiten evaluar las implicaciones directas e indirectas de las políticas públicas en forma *ex ante* a través de simulaciones de estática (o dinámica) comparativa. La metodología que utilizan estos modelos se basa en la realización de experimentos contra-fácticos o simulaciones controladas, esto es, se le pregunta al modelo que sucedería si se implementara en condiciones *ceteris paribus* una política (o “*shock*”) de interés. Estos modelos se resuelven en forma matemática, generalmente mediante optimización no lineal, y requieren de tanta información como el nivel de desagregación con que

¹ Este apartado se basa en O’Ryan, De Miguel y Miller (2000) y en Schuschny, Duran y De Miguel (2007).

se quiera analizar una política determinada. El núcleo central de la información procede de las cuentas nacionales, en particular de las matrices de insumo producto o de contabilidad social, como luego veremos con más detalle. Los modelos de EGC dependen en gran medida de los bancos de datos disponibles. En la medida que estos sean completos y de buena calidad, la tarea de los investigadores se facilita.

Su principal antecedente práctico se remonta a los modelos de planificación multisectorial o de insumo producto, aplicados en las economías centralizadas, a los que se endogeneizaron los precios y se micro-fundamentó el comportamiento optimizador de los agentes económicos. Efectivamente, el sistema de cuentas de insumo-producto desarrollado por W. Leontieff es el punto de partida y, por tanto, un elemento que permitió el desarrollo y la evolución de los modelos de EGC fue el propio desarrollo y la mejora continua en las cuentas nacionales de los países.

El primer intento práctico de unir teoría y realidad fue realizado por Johansen (1960), que desarrolló un modelo de EGC para la economía Noruega, aunque su resolución era manual. Las contribuciones de Scarf (1967) y Scarf y Hansen (1973) a su resolución rápida mediante algoritmos y a la obtención informática de equilibrios económicos contribuyeron a un desarrollo exponencial de las aplicaciones.

El análisis de la política fiscal y los impuestos óptimos y de la política comercial en países desarrollados coparon la mayor parte de las investigaciones en los primeros años. Las primeras aplicaciones a países en desarrollo fueron realizadas por Adelman y Robinson (1978) sobre Corea y Taylor *et al.* (1980) sobre Brasil, con énfasis en la temática de la distribución del ingreso. A lo largo de los ochenta, las aplicaciones evolucionaron desde los temas de pobreza, distribución del ingreso y estrategias de desarrollo a aquellas enfocadas en las políticas de ajuste estructural y estabilización fruto de la crisis de la deuda en los países en desarrollo (Dervis y Robinson, 1980). El cuestionamiento sobre la perspectiva teórica subyacente, de corte neoclásico, que generaba insensibilidad en los resultados sobre la distribución del ingreso, y sus limitaciones para representar países en desarrollo caracterizados por múltiples rigideces, fomentó la incorporación de características estructuralistas en las aplicaciones (Dervis, de Melo y Robinson, 1982; Taylor 1990).

El análisis de políticas comerciales es una de las áreas donde los modelos de EGC se han desarrollado más desde los años ochenta. Si bien inicialmente los modelos estándar asumían competencia perfecta, rendimientos constantes a escala y agentes tomadores de precios, la evolución de las teorías de comercio obligó a incorporar supuestos de competencia imperfecta y rendimientos crecientes a escala. Además, a los modelos de EGC desarrollados para un solo país, les siguieron los modelos de varios países y los modelos mundiales, incrementando considerablemente los requisitos de datos.

A partir de los años noventa, a las problemáticas anteriores, se les sumaron las aplicaciones centradas en temas ambientales y, más recientemente, en el cambio climático². Ello impulsó el desarrollo de modelos mixtos que integran variables económicas y variables físicas.

Como vemos, la evolución en las aplicaciones, gatillada por las prioridades en los temas de políticas públicas en cada época, también ha sido acompañada por la evolución de las teorías económicas que han coexistido en este último siglo. Generalmente, todos los modelos desarrollados se basan en la noción de equilibrio o balance entre oferta y demanda. Las condiciones de equilibrio de los distintos mercados (sectores, factores, regiones, países), con un tratamiento adecuado de las interdependencias y su consistencia a nivel agregado, determinan el equilibrio general. No obstante, los modelos suelen diferir en la especificación de los procesos de ajuste que llevan a un nuevo equilibrio cuando se producen cambios en las variables exógenas.

Los supuestos o fundamentos implícitos en una teoría macroeconómica han de ser formulados en términos matemáticos en el modelo siguiendo ciertas reglas de consistencia. La determinación del número de ecuaciones-variables endógenas, la endogeneidad o exogeneidad de las variables, la especificación del conjunto de elasticidades y parámetros que poseen las funciones de comportamiento, y la elección de los supuestos teóricos claves del modelo, o reglas de cierre, han de reflejar lo más exactamente posible el marco institucional de referencia así como los actores económicos participantes y su comportamiento. Cerrar el modelo de equilibrio general consiste en definir la lista de variables que serán exógenas y, en consecuencia, dejar claro cuáles serán las endógenas. El modelo es matemáticamente consistente cuando hay idéntico número de ecuaciones que de variables endógenas y las ecuaciones son independientes entre sí. Entre las variables usualmente consideradas como exógenas se encuentran: (i) las tasas de cambio técnico, (ii) las intervenciones de política económica (impuestos, subsidios y aranceles) (iii) las dotaciones iniciales de factores primarios (tierra, capital, recursos naturales, trabajo calificado y no calificado). El cierre puede ser de equilibrio general o parcial dependiendo de las variables exógenas elegidas.

El marco teórico subyacente se determina a través de las especificaciones del modelo y será en parte determinante de los resultados de las simulaciones (Sen, 1963; Taylor y Lysy, 1979). Existen una serie de aspectos que dividen las escuelas de pensamiento: si el ahorro determina la inversión en la economía o ésta determina el primero; si hay pleno empleo de recursos o desempleo y/o exceso de capacidad; si la competencia es perfecta o hay situaciones oligopolísticas, si las importaciones son complementarias de la producción nacional o son sustitutas, etc.

² Shoven y Whalley (1984), Gunning y Keyser (1993) y Devarejan y Robison (2002) realizaron recopilaciones de aplicaciones con modelos de EGC. Por su explosivo aumento, este documento solo se centra en las relevantes para los trabajos aquí desarrollados y en aquellas que tienen una importancia clave en la evolución de la teoría y práctica de esta metodología. Una selección de artículos que aplican modelos de EGC a diferentes temáticas en América Latina y el Caribe puede verse en De Miguel *et al.* (2010).

En la actualidad, estas diferencias se han concretado en dos grandes corrientes de modelos:

(1) Los modelos que se enmarcan en un contexto neoclásico (de corte Walrasiano) donde “precios y cantidades varían endógenamente para determinar el conjunto de precios que vacía los mercados (Bergman, 1990, al definir modelos de EGC)”, en un contexto de mercados de competencia perfecta que asignan recursos en forma eficiente siguiendo comportamientos optimizadores y racionales de los agentes implicados, existe el pleno empleo de recursos y de la capacidad, y donde el ahorro determina la inversión de la economía.

(2) Los modelos de tipo “estructuralista”, Post-Keynesiano o Post-Kaleckiano. En ellos se suelen incorporar aspectos estructurales de una economía que impiden que en la práctica ésta no funcione ni pueda modelarse siguiendo criterios neoclásicos. Se da cabida a comportamientos oligopólicos, desempleo de factores productivos, complementariedad de las importaciones, etc. Además el ahorro pasa a estar determinado por la inversión.

No obstante, en términos generales las características principales de un modelo de EGC son: (1) Las funciones de demanda se basan en un proceso de maximización de la utilidad por parte de los consumidores. (2) Las funciones de oferta se fundamentan en un comportamiento maximizador de beneficios (o minimizador de costos) de los productores. (3) La mayoría de los modelos asumen mercados competitivos en un contexto neoclásico. Por tanto precios y cantidades son determinados endógenamente por el modelo para vaciar los mercados. (4) Son modelos multisectoriales donde los sectores productivos varían en función de los intereses de la aplicación y la desagregación existentes en las matrices insumo-producto. (5) Están formulados en términos reales. (6) Pueden representar uno o varios países. Esta decisión afecta a las especificaciones del modelo y a la necesidad de información. (7) Pueden ser estáticos o dinámicos. Las versiones dinámicas se suelen resolver en forma recursiva como series de modelos estáticos³.

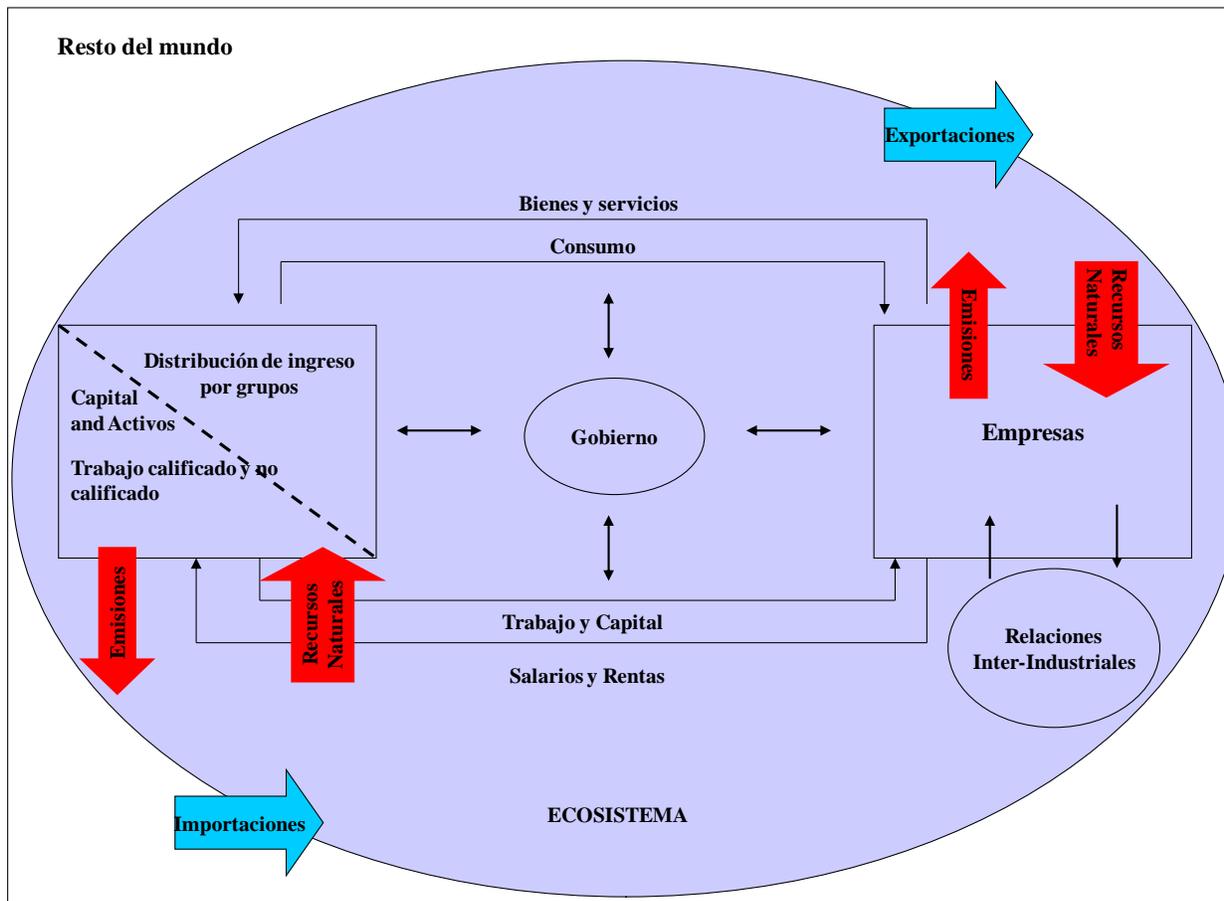
³ La naturaleza de los modelos de EGC difiere radicalmente de los modelos macro-económicos. Aunque en un modelo de EGC parte de los parámetros suelen estimarse en forma econométrica en estudios complementarios, o tomarse de estudios econométricos ya realizados, todas las ecuaciones son “calibradas” de tal forma que generen la solución del año base en forma exacta (sin términos de error). Por ejemplo, las constantes en las funciones de producción, Armington o CET se determinan de tal forma que estas funciones generen los niveles de producción, importaciones, exportaciones, etc., del año base (año para el que está desarrollada la matriz de contabilidad social). Por tanto, el año base de un modelo EGC se calibra para que se ajuste exactamente a los datos del año base o de referencia. Todo modelo EGC multiperiodo o “dinámico” tiene una parte fundamental estática o modelo que se resuelve para cada periodo. Para dinamizar el modelo, la parte estática intraperiodo (resuelta periodo a periodo) tiene que complementarse por otra parte que determina las relaciones entre periodos y permite los cambios en algunas variables y parámetros que serán usados en el modelo estático del siguiente periodo. Las especificaciones “dinámicas” se modelan en el submodelo interperiodo. Por tanto, un modelo EGC dinámico consta de dos submodelos, el estático y el multiperiodo que rige las ecuaciones de comportamiento entre periodos dirigiendo la resolución recursiva de los submodelos estáticos.

El contexto económico existente, es decir, la realidad del país, es el otro factor determinante a la hora de desarrollar un modelo. Dado que el objetivo de cualquier modelo de EGC es representar en forma fehaciente y precisa la realidad económica de un país (el flujo circular de la renta ampliado, representado en el Gráfico 1) para poder así analizar políticas en forma real, es fundamental incorporar en el modelo los aspectos claves que determinan la estructura del país. Esto ha hecho que en la práctica, siguiendo criterios pragmáticos, la mayoría de las aplicaciones realizadas con estos modelos no se hayan sustentado en teorías económicas extremas, sino que hayan incluido aspectos atinentes a la realidad analizada, procedentes de las distintas corrientes teóricas. Al revisar los modelos de EGC desarrollados y sus aplicaciones empíricas uno observa que los modelos de corte neoclásico walrasiano son no sólo los más usados sino que además han sido ampliamente aceptados por investigadores, planificadores y economistas en general. La regla del ahorro como determinante de la inversión se ha impuesto. Sin embargo, éstos no han sido aplicados en una forma pura, ya que generalmente se han incluido aspectos estructurales que limitan los supuestos neoclásicos extremos y que son también ampliamente aceptados. La imperfecta substitución entre bienes y servicios domésticos con importados o exportados, que impide el cumplimiento de la ley de un solo precio (supuesto de Armington); la posibilidad de fijar el tipo de cambio; el racionamiento de divisas; la persistencia de excesos de demanda en algunos mercados; los desequilibrios fiscales; la imperfecta substitución entre insumos y factores productivos, o entre éstos; las diferencias salariales entre sectores productivos; la diferenciación del factor trabajo según niveles de capacitación; los coeficientes de capital sectorial fijos o la imperfecta movilidad del capital que determinan tasas de beneficios distintas; son solo algunos aspectos que han permitido que el marco neoclásico puro y las teorías walrasianas se adapten a una realidad mucho más compleja con aspectos estructurales concretos que escapan a esta modelación muchas veces “ingenua”.

Por otro lado, el desarrollo de todo modelo de EGC debe venir acompañado de la construcción de una base de datos que le es afín. En general, los modelos de EGC utilizan matrices de contabilidad social, más conocidas como SAM, por sus siglas en inglés. Estas matrices, cuya base son las matrices de insumo/producto, resumen el flujo circular de la renta, incluyendo todas las relaciones intersectoriales (ramas de actividad y producción económica) y la distribución factorial entre los agentes institucionales (privados, gobierno, firmas, resto de mundo, etc.). Lo interesante de las SAM radica en la definición de un conjunto exhaustivo y mutuamente excluyente de actores institucionales vinculados a la estructura productiva, tanto por el lado del ingreso como por el lado del gasto mediante un sistema de doble contabilidad. Las SAM no buscan tanto describir los resultados finales de la economía, sino enfatizar las relaciones intermedias reales de un sistema económico, de manera tal que el crecimiento de las diferentes ramas de actividad económica se traduce en ingresos percibidos por los distintos agentes institucionales (hogares, desagregados cuando es posible en diferentes grupos socioeconómicos, gobierno, firmas/sectores y resto del mundo) en función de sus dotaciones factoriales y, a su vez, dada la circularidad de los flujos (ingresos/gastos), el gasto en consumo se traduce en una

demanda de bienes dirigida a los distintos sectores productivos de la economía. El Cuadro 1 muestra un esquema estilizado de una SAM (Robinson, 2003).

Gráfico 1: FLUJO CIRCULAR DE LA RENTA AMPLIADO REPRESENTADO EN UN MODELO DE EQUILIBRIO GENERAL COMPUTABLE



Fuente: O’Ryan, De Miguel, Miller y Munashinghe (2005).

Las SAM se transforman en la herramienta ideal que permite presentar el escenario base en que se asienta la calibración de los modelos de EGC. El modelo de equilibrio general queda calibrado cuando en la solución inicial del mismo, los agentes interactúan reproduciendo la información contenida en la SAM de base. Para calibrar el modelo, se infiere el valor de los parámetros de las ecuaciones de comportamiento de manera tal de recrear el escenario base. Una vez calibrado el modelo es posible realizar los experimentos contra-fácticos o simulaciones. Cabe destacar que la construcción de una matriz de contabilidad social es una tarea no trivial e intensiva en información ya que, según el grado de desagregación que se busca, obliga a recopilar y cuadrar vastos volúmenes de información económica intersectorial, social, laboral, de comercio internacional, etc. Por ejemplo, los dos primeros renglones del Cuadro 1 (Bienes y Factores) consisten principalmente en información proveniente de matrices de insumo producto.

Los artículos contenidos en este trabajo mostrarán como se adapta esa información a las necesidades de cada caso de estudio.

Cuadro 1: MATRIZ DE CONTABILIDAD SOCIAL (ESQUEMA ESTILIZADO)

	Bienes	Factores	Hogares	Gobierno	Cta. de Capital	Resto del mundo	Total ingresos
Bienes	Demanda intermedia		Consumo privado	Consumo de Gobierno	Inversión	Exportaciones	Valor Bruto de la producción
Factores	Demanda factorial						Renta factorial
Hogares		Oferta factorial					Ingreso de los hogares
Gobierno	Impuestos y aranceles						Ingresos públicos
Cta. de Capital			Ahorro privado	Ahorro público		Transferencias de capital	Total ahorros
Resto del mundo	Importaciones						Importaciones
Total gastos	Costos de producción	Gasto de factores	Gasto privado	Gasto de gobierno	Inversión total	Cuenta corriente	

Fuente: Schuschny, Duran y De Miguel (2007), a partir de Robinson (2003).

Todo ello permite que los actuales modelos de EGC sean instrumentos poderosos en los procesos de generación y evaluación de políticas pero que también sea fundamental transparentar los datos y los supuestos subyacentes para la correcta comprensión de los resultados. Como puede verse en el Gráfico 2 hay un largo camino hasta la formulación de recomendaciones de política económica a partir de los resultados de un modelo de EGC.

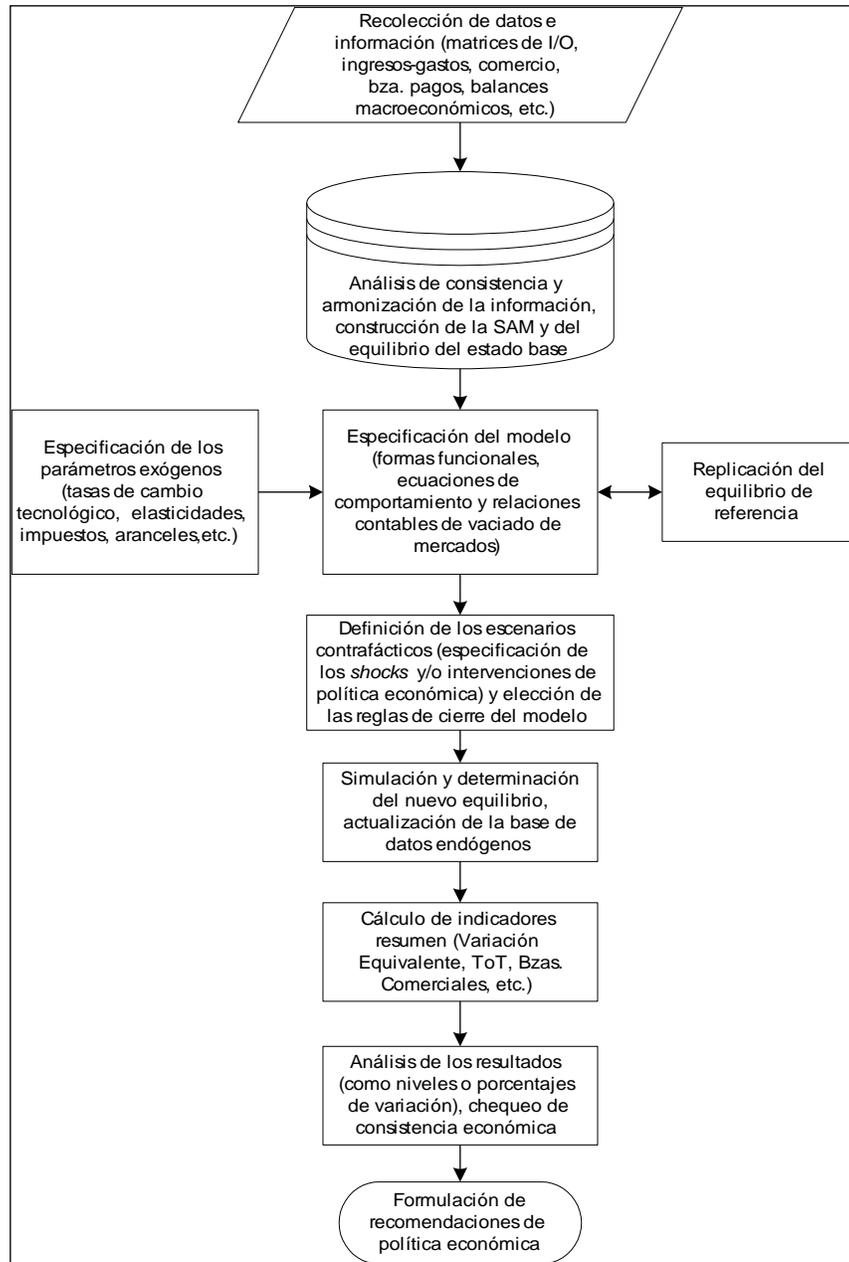
II.2 Características de los modelos de equilibrio seleccionados

Las distintas aplicaciones y la evolución de los modelos de EGC lleva a una conclusión que se mostrará a lo largo de esta investigación: si bien un modelo de EGC contribuye a analizar las políticas públicas y el desarrollo desde un punto de vista más comprehensivo, pudiendo incorporar aspectos de los tres pilares del desarrollo sostenible, no parece adecuado aplicar el mismo modelo de EGC para responder a todas las preguntas de política relativas al desarrollo sostenible. Tampoco lo es incorporar todos los agentes, mercados, factores o variables posibles, sino aquellos que permitan otorgar un mejor análisis al investigador dado el problema planteado.

Por otro lado, en ocasiones, el análisis a realizar puede requerir la aplicación de un modelo de EGC que represente la economía más allá de las fronteras nacionales, mientras que en otros casos será necesario centrarse con un mayor nivel de detalle en ciertos mercados, sectores o agentes en el ámbito doméstico. De igual manera, la respuesta a ciertas preguntas a veces solo puede encontrarse en un periodo de tiempo futuro y un análisis de estática comparativa sería insuficiente. Además, en numerosos países, los supuestos teóricos básicos sobre el adecuado funcionamiento de la economía pueden no satisfacerse y un modelo de corte neoclásico no dará respuestas acertadas, siendo necesario una modelación más estructuralista. Finalmente, el investigador tendrá que evaluar, especialmente en aspectos relativos a la temática ambiental, el

modo más eficiente y efectivo de incorporar este tipo de variables a un modelo de EGC, sin perturbar sus supuestos teóricos centrales, pero dando respuesta a las preguntas sobre sostenibilidad ambiental. En esta investigación, con distintas aplicaciones y experiencias, se discutirá sobre estas posibles disyuntivas. La tabla 1 presenta el panorama de los modelos y aplicaciones realizadas por el autor que serán posteriormente desarrollados.

Gráfico 2: DIAGRAMA DE FLUJO DE LA IMPLEMENTACIÓN DE UN MODELO DE EGC



Fuente: Schuschny, Duran y De Miguel (2007).

Cuadro 2: CARACTERÍSTICAS DE LAS PRINCIPALES APLICACIONES REALIZADAS

<i>Autores</i>	<i>Año</i>	<i>Modelo</i>	<i>Tipo</i>	<i>Dinámica</i>	<i>Tema</i>	<i>Países</i>	<i>Complementos</i>
<i>O’Ryan, Miller y De Miguel</i>	2003	<i>ECOGEM-Chile</i>	<i>Neoclásico</i>	<i>Estático</i>	<i>Políticas ambiental y fiscal</i>	<i>Chile</i>	<i>Emisiones de contaminantes al aire</i>
O’Ryan, De Miguel y Miller	2003	ECOGEM-Chile	Neoclásico	Estático	Políticas ambiental y comercial	Chile	Emisiones de contaminantes al aire
<i>O’Ryan, De Miguel, Miller y Munasinghe</i>	2005	<i>ECOGEM-Chile</i>	<i>Neoclásico</i>	<i>Estático</i>	<i>Políticas ambiental y social</i>	<i>Chile</i>	<i>Emisiones de contaminantes al aire, agua y suelo</i>
O’Ryan, De Miguel y Miller	2005	ECOGEM-Chile	Neoclásico	Estático	Política Fiscal	Chile	Emisiones de contaminantes al aire
Schuschny, Durán y De Miguel	2007	GTAP	Neoclásico	Estático	Política comercial	Mundial	Reconciliación del año base
<i>Durán, De Miguel y Schuschny</i>	2007	<i>GTAP</i>	<i>Neoclásico</i>	<i>Estático</i>	<i>Política comercial</i>	<i>Mundial</i>	<i>Actualización de preferencias arancelarias</i>
O’Ryan, De Miguel, Pereira y Lagos	2008	ECOGEM-Chile	Neoclásico	Estático	Política energética	Chile	Mayor especificación sector energético
Durán, Ludeña, Alvarez y De Miguel	2008	GTAP	Neoclásico	Estático	Política comercial	Mundial	Complementación con equilibrio parcial
O’Ryan, De Miguel y Lagos	2008	MAMS	Estructuralista	Dinámico	Política social / Objetivos Desarrollo del Milenio	Chile	Especificación de los ODM y microsimulaciones
Schuschny, Durán y De Miguel	2008	GTAP	Neoclásico	Estático	Política comercial	Mundial	Desagregación industrias ambientalmente sensibles
Ludena, Schuschny, De Miguel y Durán	2009	GTAP-AGR	Neoclásico	Estático	Política comercial y agricultura	Mundial	Microdatos censales y distribución espacial (GIS)
Pereira, Ulloa, O’Ryan y De Miguel	2009	ECOGEM-Chile	Neoclásico	Dinámico	Minería	Chile	Especificación de regalías
<i>O’Ryan, De Miguel, Miller y Pereira</i>	2010	<i>ECOGEM-Chile</i>	<i>Neoclásico</i>	<i>Dinámico</i>	<i>Política ambiental y comercial</i>	<i>Chile</i>	<i>Emisiones de contaminantes al aire</i>
De Miguel, O’Ryan, Pereira y Carriquiri	2011	ECOGEM-Chile	Neoclásico	Estático	Política fiscal, energía y cambio climático	Chile	Emisiones según RETC
O’Ryan, Pereira y De Miguel	2011	MAMS	Estructuralista	Dinámico	Crisis financiera y Objetivos de Desarrollo	Chile	Especificación de los ODM y microsimulaciones
<i>Ludena, De Miguel y Schuschny</i>	<i>2015</i>	<i>GTAP-E</i>	<i>Neoclásico</i>	<i>Estático</i>	<i>Cambio climático</i>	<i>Mundial</i>	<i>Especificación energía y emisiones de GEI</i>

El uso de tres modelos, ECOGEM-Chile, MAMS y GTAP, con sus diversas variantes y complementos permite tener una sólida caja de herramientas para evaluar políticas públicas para el desarrollo sostenible. Sus características principales se presentan a continuación. Por otro lado, los tres artículos que sustentan este trabajo (O’Ryan, Miller y De Miguel, 2003; Durán, De Miguel y Schuschny, 2007; O’Ryan, De Miguel, Miller y Pereira, 2010), cuyos resultados son documentados en los apartados siguientes, ejemplifican tres opciones fundamentales en equilibrio general: modelo estático para un país, modelo dinámico para un país y modelo mundial.

II.2.a) El modelo ECOGEM-Chile: características principales

El núcleo central del modelo ECOGEM-Chile se fundamenta en el modelo desarrollado por Beghin, Dessus, Roland-Holst y van der Mensbrugge (1996). Es un modelo aplicable a un país cuya característica novedosa es la conexión que realiza con variables ambientales, en particular, contaminantes específicos. Es un modelo básicamente neoclásico donde el ahorro determina la inversión.

El modelo cuenta con una versión estática y otra dinámica. Se caracteriza por su multisectorialidad, la desagregación del factor trabajo por tipos de trabajo o categorías ocupacionales, la desagregación de ingresos y gastos de los hogares por grupos de ingreso (quintiles, deciles), la desagregación de los socios comerciales, la especificación de distintos factores productivos, y la inclusión de factores de emisión de contaminantes asociados al uso de insumos y el nivel de producción, entre otras cosas. Los grados de apertura y desagregación del modelo están limitados por la información de la matriz de insumo producto, las encuestas y otra información de cuentas nacionales y de comercio exterior disponibles en Chile. Las ecuaciones, fuentes de información, rutinas y funcionamiento se presentan con más detalle O’Ryan, De Miguel y Miller (1999), por lo que aquí se incluyen los elementos centrales.

Las principales ecuaciones tienen que ver con la producción, el consumo, el sector externo y las emisiones de contaminantes. Para entenderlas mejor, se listan a continuación los principales índices utilizados:

i, j	Sectores o actividades productivos
l	Tipos de trabajo o categorías ocupacionales
h	Grupos de ingreso de los hogares (quintiles)
g	Categorías de gasto público
f	Categorías de gasto de la demanda final
r	Socios comerciales
p	Diferentes tipos de contaminantes

La función de producción de la economía se incorpora al modelo mediante funciones CES/CET (Elasticidad de Sustitución – Transformación Constante) con una estructura de árbol o anidada (véase Gráfico 3). Asumiendo rendimientos constantes a escala, cada sector produce minimizando costos:

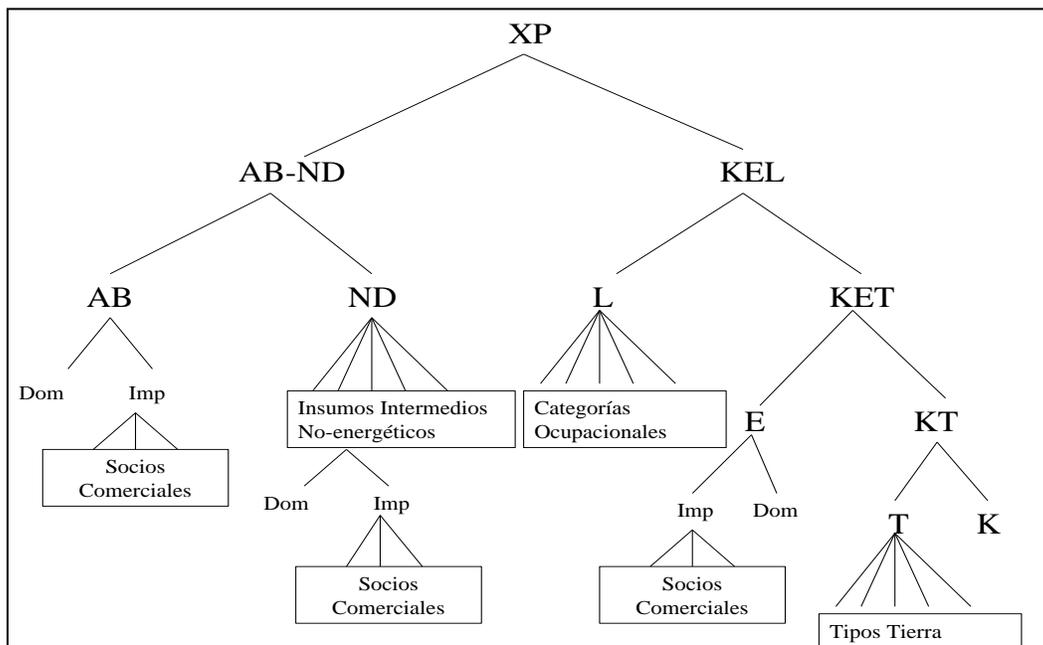
$$\min PKEL_i KEL_i + PABND_i ABND_i$$

s.a.

$$XP_i = \left[a_{kel,i} KEL_i^{\rho_i^p} + a_{abnd,i} ABND_i^{\rho_i^p} \right]^{1/\rho_i^p}$$

En el primer nivel del árbol se decide mediante una función CES entre una cesta de insumos intermedios no-energéticos (ABND) y una cesta de factores (es decir, capital y trabajo) e insumos energéticos (KEL). Para obtener la cesta de insumos intermedios no-energéticos se asume una función tipo Leontieff. Por el lado de los factores, se divide la cesta de capital-energía y de trabajo mediante una nueva función CES, y sucesivamente se separa la energía del capital, asumiéndose siempre funciones CES para la sustitución tanto entre factores como dentro de ellos (tipos de trabajo, energía, y capital).

Gráfico 3: ESTRUCTURA DE LA FUNCIÓN DE PRODUCCIÓN



Fuente: a partir de Munasinghe *et al* (2006).

El ingreso generado por la producción se distribuye en forma de salarios, rentas del capital e impuestos entre las economías domésticas, el gobierno y las instituciones financieras nacionales e internacionales. El ingreso de los hogares proveniente de las rentas del trabajo, del capital, plusvalías, rentas de la tierra, transferencias del gobierno y del exterior se transforma en el ingreso disponible una vez descontados los impuestos a la renta y las transferencias que realizan al resto del mundo.

$$YD_h = YH_h - Tax_h^H - ER \sum_r TR_h^r$$

Los hogares distribuyen su ingreso entre ahorro y consumo mediante una función de utilidad ELES (Sistema Lineal de Gastos Extendido). Esta función incorpora además el consumo mínimo de subsistencia independiente del nivel de ingreso.

$$\max U = \sum_{i=1}^n \mu_i \ln(C_i - \theta_i) + \mu_s \ln\left(\frac{S}{cpi}\right)$$

$$\text{s.a. } \sum_{i=1}^n PC_i C_i + S = YD$$

$$\text{y } \sum_{i=1}^n \mu_i + \mu_s = 1$$

Donde U representa la utilidad del consumidor; C_i , el consumo del bien i ; θ es el consumo de subsistencia; S , el ahorro; cpi , el precio del ahorro; y μ la propensión marginal al consumo de cada bien y del ahorro.

Una vez definidas las demandas intermedias y la de los hogares sólo resta incluir el resto de las demandas finales, es decir, gastos corrientes del gobierno, gastos de capital y márgenes comerciales. La demanda final de cada uno de ellos por los distintos bienes y servicios se define como una porción fija de la demanda final total.

En cuanto a las finanzas públicas, en el modelo se definen: impuestos al trabajo (diferenciado por categoría ocupacional), a las empresas, al ingreso (diferenciado por quintil), todos ellos directos. Además se incluyen aranceles y subsidios a las importaciones, impuestos y subsidios a las exportaciones (diferenciados por sector) y diferentes tipos de impuestos indirectos, incluido el IVA (para productos nacionales e importados, así como por sector), entre otros. El ahorro del gobierno es la diferencia entre ingresos y gastos.

$$\begin{aligned} GRev = & \sum_h Tax_h^H + Tax^c + T \ln dTax - TSubs + YTrade + ER \sum_r TR_r^g \\ & + \sum_l \sum_i \tau_i^l W_l \Phi_{li} L_{l,j}^d + \sum_i [\tau_i^v PD_i XD_i + \tau_i^m PM_i XM] \end{aligned}$$

Como condición de cierre para las finanzas públicas, el modelo permiten dos alternativas: en el primer caso se define el ahorro de gobierno como fijo e igual al nivel original previo a cualquier simulación, permitiéndose el ajuste a través de algún impuesto o transferencia del gobierno. En el segundo caso se permite variar el ahorro de gobierno, con lo que se mantendrían fijos los impuestos y transferencias.

En la incorporación del sector externo se utiliza el supuesto de Armington para separar los bienes por lugar de origen, permitiéndose sustitución imperfecta entre bienes y servicios

nacionales e importados. Al igual que en el caso de la producción, se tiene una función CES que permite la sustitución entre la cesta nacional e importada. A su vez, la oferta nacional recibe un tratamiento similar al de la demanda, incorporando ahora una función CET para distinguir entre el mercado nacional y de exportaciones. A la sustitución imperfecta entre bienes nacionales y del exterior, se añade la sustitución imperfecta entre bienes de distintos socios comerciales. El país es tomador de precios. El mercado de exportaciones se equilibra cuando la oferta de exportaciones iguala a su demanda.

Recuadro 2: LA FUNCIÓN DE UTILIDAD (O PRODUCCIÓN) CES

La función de utilidad o producción CES (Constant Elasticity of Substitution) es muy utilizada en los modelos económicos aplicados ya que dan lugar a una representación “linealizada” sumamente simple. Supongamos que se trabaja con dos bienes, la expresión matemática que la representa es:

$$U(X_1, X_2) = (\alpha X_1^\rho + (1-\alpha)X_2^\rho)^{\frac{1}{\rho}} \text{ con } 0 \leq \alpha \leq 1 \text{ y } \rho \in \mathfrak{R}$$

Nótese que una ventaja de esta función es que condensa varias alternativas dentro de sí: (i) cuando $\rho = 1$, estamos en el caso de sustitución perfecta (las curvas de indiferencia son rectas), (ii) cuando $\rho \rightarrow -\infty$, no hay sustitución alguna y se transforma en una función de coeficientes fijos (función de Leontief, en el caso de una función de producción) y (iii) cuando $\rho \rightarrow 0$, se transforma en una función de Cobb–Douglas, con elasticidad de sustitución unitaria.

Fuente: Schuschny, Duran y De Miguel (2007).

Para vaciar los mercados de factores, el equilibrio en el mercado laboral se alcanza igualando la oferta y demanda de trabajo para cada categoría ocupacional, donde la oferta se determina a partir del salario real. En cuanto al mercado de capitales, se supone que hay un solo tipo de capital, el cual puede o no tener movilidad intersectorial dependiendo de la elasticidad impuesta. En el caso de perfecta movilidad, el mercado se equilibra cuando la tasa de retorno de todos los sectores y la economía es la misma.

Las condiciones de cierre macroeconómicas que completan la del sector público son las usuales en estos modelos. El valor de la demanda de inversión privada debe igualar el ahorro agregado neto de la economía (de empresas, hogares, gobierno y flujos netos del exterior). La última regla de cierre se refiere al equilibrio de la balanza de pagos. Esta ecuación se introducirá en el modelo mediante la Ley de Walras. El numerario del modelo es el tipo de cambio nominal.

La versión dinámica permite generar una senda temporal para las variables endógenas. En el caso del modelo ECOGEM-Chile, la dinámica del modelo es de tipo recursivo, en la que los agentes son considerados miopes y basan sus decisiones en expectativas estáticas sobre precios y cantidades. Para conectar un periodo con otro, se incluye una ecuación de comportamiento para la inversión: el ahorro (inversión) en el periodo T se asigna como capital nuevo en el periodo $T+1$. La inversión se distribuye entre sectores hasta que se igualan sus rentabilidades relativas, a menos que un sector dado esté reduciendo su producción. En ese caso particular, el sector podría desinvertir parte de su capital dependiendo de la elasticidad de desinversión. Se supone que el volumen de inventarios se reduce en un 50% cada periodo. La

estructura dinámica incluye la posibilidad de sustitución de capital semirrígida, es decir, el capital nuevo tiene un mayor grado de sustitución que el capital viejo.

En la senda base del modelo dinámico la tasa de crecimiento del PIB, además de la tasa de crecimiento de la población y la tasa de crecimiento de la productividad del trabajo son prefijadas, de modo de obtener los factores de eficiencia/productividad del capital. En las simulaciones posteriores, se tornan endógenas, con excepción del crecimiento poblacional que es siempre exógeno⁴.

El complemento ambiental del modelo hace referencia a su capacidad de calcular las emisiones de diversos contaminantes, que están asociadas a los procesos productivos y al consumo, como insumo productivo o como bien final, de productos contaminantes. El volumen total de emisiones en la economía, para cada tipo de contaminante, vendría por tanto determinado por:

$$E_p = \sum_i \nu_i^p \cdot XP_i + \sum_i \pi_i^p \left(\sum_j XAP_{ij} + \sum_h XAc_{ih} + \sum_f XAFD_f^i \right)$$

Lo que representa la suma de todas las emisiones de ese contaminante "p" causadas por todos los sectores productivos "i,j" de la matriz insumo-producto, generadas en sus procesos productivos per se, independientemente de las emisiones asociadas al uso de insumos contaminantes, además de todas las emisiones derivadas del uso de productos contaminantes como insumos intermedios en los procesos productivos de todos los sectores, en su consumo por los hogares "h" y por otros componentes de la demanda final "f".

Tres elementos adicionales permiten mejorar la versión básica de este modelo en línea con la discusión metodológica dentro de la economía ambiental: i) la incorporación de tecnologías de abatimiento/mitigación de la contaminación, ii) la valoración de la calidad ambiental en la función de utilidad, y iii) una mayor especificación entre fuentes de emisión y contaminantes específicos. En todos los casos la mayor restricción no es metodológica sino que está asociada a la información necesaria para estimar parámetros y/o incorporar los elementos necesarios en la matriz de contabilidad social.

En el primero de los casos, las emisiones totales de la economía vendrán ahora además determinadas por el monto del gasto en mitigación existente. Los coeficientes que determinan las emisiones, ν^* y π^* , están ahora ponderados por el factor de reducción asociado a las tecnologías de control de emisiones utilizadas:

⁴ En teoría se parte del postulado de que las variables explicativas del crecimiento económico son exógenas, sobre todo el progreso técnico, integrado bien al conjunto de la función de producción o neutralidad del progreso técnico en el sentido de Hicks (aplicado aquí), bien al factor trabajo o neutralidad del progreso técnico a la Harrod, o bien al capital, es decir, neutralidad en el sentido de Solow.

$$E_p = \sum_i v_i^{*p} \cdot XP_i + \sum_j \sum_i \pi_i^{*p} \cdot X_{ij} + \sum_i \pi_i^p \left(\sum_h XAc_{ih} + \sum_f XAFD_f^i \right)$$

donde para cada sector y cada contaminante tenemos que ese factor depende del gasto que se realiza en tecnologías de abatimiento y los parámetros asociados a los costos fijos y variables de las funciones de costo de reducción de emisiones (Munashingue *et al.*, 2006). Así, v^* y π^* son los coeficientes de emisión asociados a la producción y al uso de insumos intermedios, respectivamente.

El segundo elemento no ha sido incorporado en el modelo ECOGEM por la complejidad en la estimación de los parámetros que entran en la función de utilidad, y el posible cuestionamiento político de los resultados, que serían dependientes de esos parámetros de valoración⁵.

La tercera mejora sobre el modelo básico tiene que ver con el supuesto de que todos los agentes económicos contaminan igual al consumir el mismo insumo, lo que no permite hacer diferencias entre el tipo de consumo de hogares y empresas ni entre tipos de empresas con procesos distintos para un mismo insumo energético. El desarrollo del Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes de Chile (RETC) permite contar con la fuente de información necesaria para poder dotar al modelo de un mayor grado de especificidad respecto a su módulo de emisiones, pero aumenta considerablemente los factores de emisión que se requieren en la nueva propuesta. Para incluir factores de emisión específicos para cada agente económico, se modificó el modelo incluyendo un subíndice adicional en la ecuación de emisiones.

$$E_p = \sum_j v_j^p XP_j + \sum_i \sum_j \pi_{i,j}^p XAP_{i,j} + \sum_i \sum_h \pi_{i,h}^p XAc_{i,h} + \sum_i \sum_f \pi_{i,f}^p XAFD_{i,f}$$

Por simplicidad, se asumió que las demandas finales contaminan igual que el promedio de los hogares h , por lo tanto se reemplazan los 2 conjuntos de factores de emisión originales, por los siguientes 3 conjuntos que corresponden a las emisiones del contaminante p liberadas por el sector industrial j al consumir el insumo i ; las emisiones del contaminante p liberadas por los hogares h al consumir del bien i . Finalmente, el conjunto asociado a las emisiones por unidad producida del sector j independientes de los insumos. El objetivo de estos cambios es poder incorporar al modelo la opción de incluir un impuesto que sea específico para cada agente económico (o gravar o fijar límites de emisiones a un solo sector industrial).

Las rutinas y funcionamiento del modelo básico fueron codificados en GAMS (General Algebraic Modeling System)⁶. Como en cualquier modelo, programadas las ecuaciones, definidas las variables endógenas y exógenas e incorporados información y parámetros, en un

⁵ Véase De Miguel, González y Muchapondwa (2003) para una discusión metodológica de estos temas.

⁶ Las rutinas, la estructura de los códigos para las calibraciones, las condicione de consistencia y convergencia en el proceso de optimización y las salidas con los resultados pueden solicitarse al autor.

primer momento el modelo se resuelve para replicar los datos de la situación inicial (en particular la matriz de contabilidad social), para luego proceder a las simulaciones de política.

II.2.b) El modelo ECOGEM-Chile: Información económica y ambiental

Analizar el desarrollo sostenible con modelos de EGC en Chile, como en cualquier país, no es tarea fácil. Además de construir un modelo, o varios, para la economía del país determinado, es necesario contar con un gran número de información estadística y de cuentas nacionales que permitan sustentar los ejercicios de simulación en datos fidedignos y representativos de la realidad del país. Chile, dentro de América Latina y el Caribe, cuenta con uno de los mejores sistemas de información. A nivel de cuentas nacionales la información, incluidas las matrices de insumo producto, se actualiza en forma periódica.

Para los ejercicios aquí presentados se fueron utilizando y actualizando las matrices de insumos producto provistas por el Banco Central de Chile. Aunque la primera de ellas data de 1962, a la que siguió la de 1977, aquí fueron utilizadas la matriz de 1986, 1996 y 2003 (Banco Central de Chile, 1992, 2001, 2006), que presentan una desagregación equivalente de sectores y actividades de 73*73 y metodologías similares. Además, con la matriz para el año 2008, se añadió un mayor nivel de apertura sectorial, de 111*111 (Banco Central de Chile, 2011)⁷. Con información adicional de cuentas nacionales entregada por el Banco Central, como los cuadros de oferta y utilización, macro matrices de contabilidad social, e información de diversas encuestas oficiales (laborales, de ingresos y gastos, de caracterización socioeconómica) se construyeron las matrices de contabilidad social cuadradas y con el nivel de desagregación requerido para cada experimento de política.

Los parámetros y elasticidades fueron generalmente tomados de la literatura internacional, dada la carencia de este tipo de estimaciones para Chile. No obstante, en diversos ejercicios se realizaron análisis de sensibilidad y para casos particulares, como las elasticidad ingreso, se realizaron estimaciones econométricas para Chile de modo de evaluar cuan fiable era la transferencia de los parámetros internacionales.

Al estar el modelo ECOGEM-Chile diseñado para realizar aplicaciones ambientales, el mayor esfuerzo se realizó en analizar y mejorar la calidad de los factores de emisión asociados a distintos tipos de contaminantes. Los primeros factores de emisión utilizados para Chile fueron tomados de Dessus *et al.* (1994), que los calculan a partir de una estimación econométrica con datos para Estados Unidos del *Industrial Pollution Projection System* (IPPS) del Banco Mundial,

⁷ En los años 1962 y 1977 se obtuvieron los equilibrios de oferta y demanda utilizando como base la matriz de insumo-producto (limitando los productos por actividad económica solo a los principales); mientras que desde 1986, la compatibilización se realizó a través de los cuadros de oferta-utilización. Las compilaciones de referencia, cuya información de base permiten obtener las matrices insumo producto, también han sido conocidas como año base debido a que en todas las series se ha utilizado el año de éstas como base de precios para las mediciones a precios constantes a través de los índices de cantidad de Laspeyres en base fija.

que contiene información sobre las emisiones contaminantes de fuentes industriales. El modelo usado se aprecia en la siguiente ecuación, donde las emisiones dependen linealmente del consumo de insumos intermedios y de variables ficticias (dummies) sectoriales. Las emisiones están medidas en unidades físicas, mientras que el consumo de insumos intermedios está contabilizado en unidades monetarias, por ello los factores de emisión se expresan en emisiones por unidad monetaria.

$$E_j^P = \sum_i \pi_i^P C_{ij} + \beta_j^P D_j + \mu_j$$

Donde:

- E_j^P representa las emisiones del contaminante p del sector industrial j .
- C_{ij} es el consumo del insumo i realizado por el sector j .
- π_i^P es el factor de emisión por uso del insumo i .
- D_j es la variable ficticia (*dummy*) que identifica al sector j .
- β_j^P es el coeficiente asociado a esa variable a partir del cual, al dividirlo por el nivel de producción del sector j , se obtiene el factor de emisión por producción v^P_j utilizado en el modelo ECOGEM.
- Finalmente, se considera un error μ_j .

Para obtener el total de las emisiones del contaminante p liberadas al medioambiente hay que sumar las emisiones de cada industria⁸. También se asume que es posible estimar las emisiones a partir del consumo de bienes intermedios, en vez de hacerlo desde el enfoque más tradicional, que consiste en relacionar emisiones con la producción final. Según Dessus *et al.* (1994), las ventajas de este enfoque son que las emisiones se pueden explicar por un número reducido de insumos, lo que ofrece un abanico de políticas públicas para controlar las emisiones, ya sea vía impuestos o subsidios a los insumos. Lo anterior, podría ser útil para economías en desarrollo ya que los costos de monitorear ese tipo de impuesto son menores a fiscalizar un impuesto a las emisiones de fin de tubo.

No obstante, con el desarrollo de Registros de emisiones para Chile, en una segunda etapa se procedió a calcular factores de emisión con información nacional para el modelo ECOGEM-Chile. Para ello se requiere de una base de datos que agrupe la información sobre las emisiones, el consumo de insumos intermedios y los niveles de producción para cada actividad económica en el país. Para ello se utilizaron datos obtenidos de la Matriz de Contabilidad chilena del año 2003 y la información para el 2005 del Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes de Chile (RETC), puesta a disposición a finales del año 2007.

⁸ Al momento de realizar las regresiones, no se incluyó como variables explicativas al capital y al trabajo, los que se asumen como no contaminantes. También se consideró que los bienes intermedios que constituyen servicios y la electricidad no generan emisiones en su consumo.

Con el fin de unir la base del RETC con los datos de la SAM se agruparon y homologaron sus clasificaciones y se realizó el ajuste temporal de ambas bases. Como resultado, se obtuvo un total de 57 actividades industriales para las que se cuenta con información sobre las emisiones contaminantes, el consumo de insumos intermedios y el nivel de producción. Los contaminantes identificados son CO, CO₂, NO_x, SO_x, COV, NH₃, MP10, MP2.5 y PTS (partículas totales suspendidas). También se dispone de información de consumo de 73 tipos de insumos.

En el Cuadro 3 se presentan las principales actividades emisoras para distintos contaminantes. Los valores destacados corresponden a las actividades que más emiten para cada contaminante. Los sectores de “Electricidad y minerales no metálicos”⁹ y “Transporte urbano de pasajeros y carga” son responsables de varios de los máximos niveles de emisiones.

Cuadro 3: PRINCIPALES ACTIVIDADES CONTAMINANTES

(Toneladas emitidas en el año 2005)

	COV	MP10	MP2,5	NO _x	PTS	SO _x	CO ₂	CO	NH ₃
Elaboración de productos alimenticios diversos	370	1 269	1 029	6 171	1 516	11 105	4 976 347	21 699	3 478
Productos de la madera y subproductos	28 674	1 000	739	454	1 386	141	639 629	2 692	640
Electricidad y minerales no metálicos	9 136	17 011	5 638	17 923	19 508	64 005	57 973 235	45 505	2 096
Industrias básicas de hierro y acero	132	890	535	1 571	1 199	705	976 727	193 010	183
Industrias básicas de metales no ferrosos	88	8 049	6 459	4 923	13 897	230 707	2 365 550	1 093	104
Transporte urbano de pasajeros y carga	28 106	2 085	1 043	87 438	2 093	1 352	9 072 156	184 986	1 250

Fuente: De Miguel et al. (2011) sobre la base de Carriquiry (2008).

La base de datos construida permite realizar el cálculo de factores de emisión por uso de insumos siguiendo la metodología ya descrita de Dessus *et al.* (1994)¹⁰. Es decir, se buscaron aquellos insumos más correlacionados con las emisiones contaminantes. Los resultados obtenidos se presentan en el Cuadro 4, donde se observa que los insumos responsables de la mayoría de las emisiones son casi siempre los mismos: carbón, petróleo y gas natural, y

⁹ Al comparar los datos del RETC del año 2005 con el inventario de emisiones publicado en la Segunda Comunicación Nacional se aprecia que el sector de Elaboración de productos minerales no metálicos sobrestima las emisiones de CO₂ mientras que el sector de Energía las subestima en similar magnitud. Por este motivo se han agregado ambos sectores con el fin de realizar un análisis más realista. Los minerales no metálicos corresponden principalmente a “cemento” en términos de emisiones.

¹⁰ Los insumos responsables se refieren a actividades/sectores de la matriz de insumo producto de Chile.

refinados de petróleo. En particular, el principal emisor de los gases analizados por el concepto de insumo productivo es el carbón.

Cuadro 4: FACTORES DE EMISIÓN DE CHILE POR CONSUMO DE INSUMOS
(Toneladas emitidas por millón de pesos del 2005)

	CO ₂	PTS	NO _x	COV	SO _x	MP10	MP2.5	NH ₃
Carbón	37,3277	0,0506	0,1872	0,0050	0,7546	0,0379	0,0231	0,0092
Petróleo y gas	5,8862	0,0013	0,0092	0,0006		0,0006	0,0006	
Combustibles refinados	0,6028	0,0005	0,0023	0,0002	0,0040	0,0013	0,0007	0,0008

Fuente: De Miguel et al. (2011) sobre la base de Carriquiry (2008).

Por otro lado, los factores de emisión asociados a la producción son analizados a través de los valores de las variables ficticias (*dummies*) y de las constantes de cada modelo de emisiones. Estas variables representan industrias que tienen valores extremos de emisión o actividades que en sus procesos productivos generan emisiones de manera independiente a los insumos utilizados. El Cuadro 5 muestra los valores de los factores de emisión por producción. Para calcular cada factor de emisión por producción se suman las emisiones asociadas a cada variable ficticia y a la constante, luego se divide este monto por el nivel de producción de cada industria. Se puede apreciar que el principal sector emisor de CO₂ por valor de producción es Electricidad y minerales no metálicos, de material particulado (MP10, MP2,5 y PTS) y SO_x es la Industria básica de metales no ferrosos, mientras que en emisiones de NO_x se distingue el sector de transportes. Por otro lado, los sectores con mayores emisiones de COV y de NH₃ por valor de la producción son Producción de madera y sus productos e Industria de la leche, respectivamente.

Cuadro 5: FACTORES DE EMISIÓN DE CHILE POR PRODUCCIÓN
(Toneladas emitidas por millón de pesos del 2005)

	CO ₂	MP10	MP2.5	PTS	NO _x	COV	SO _x	NH ₃
Electricidad y minerales no metálicos	13,331	0,0036	0,0011	0,0041	0,0020	0,0021	0,0055	0,0005
Actividades inmobiliarias	1,757							
Industria pesquera	1,746				0,0024	0,0002		0,0006
Industrias básicas de metales no ferrosos	3,136	0,0102	0,0082	0,0170	0,0068		0,2596	
Producción de madera y sus productos		0,0009	0,0007	0,0012		0,0201		0,0007
Fabricación de papel			0,0003	0,0005				0,0008
Minería del cobre				0,0004				
Transporte urbano de pasajeros y carga					0,0261	0,0096		
Fabricación de sustancias químicas básicas					0,0027			
Industria de la leche							0,0067	0,0011
Elaboración de alimentos para animales								0,0005
Elaboración de conservas								0,0006

Fuente: De Miguel et al. (2011) sobre la base de Carriquiry (2008).

Una vez estimados los coeficientes de emisión por consumo y por producción para Chile se reemplazan en la ecuación de emisiones del modelo ECOGEM y se obtiene la base de emisiones totales para Chile. En este sentido, y como se observa en el Cuadro 6, las emisiones del modelo son similares en magnitud a las emisiones totales entregadas por el RETC. Por ejemplo, las emisiones modeladas de CO₂ corresponderían a cerca del 90% de las emisiones declaradas oficialmente y las de material particulado ajustarían casi el 100% del monto entregado por el RETC. Algunos ajustes no son tan precisos, aunque se mantienen en órdenes de magnitud similares a los datos oficiales, como en el caso de las emisiones de SO_x (que subestima los valores oficiales) y de CO (que sobrestima el monto reportado)¹¹.

Cuadro 6: AJUSTE DE EMISIONES EN CHILE

	RETC (2005) (Toneladas emitidas)	Modelo ECOGEM (Toneladas emitidas)
CO ₂	92 896 978	81 956 264
CO	469 317	842 030
SOX	386 573	210 380
NOX	152 225	195 316
COV	72 323	83 535
PTS	52 791	49 416
PM10	37 906	36 575
PM2.5	21 517	19 301
NH3	11 108	9 601

Fuente: De Miguel *et al.* (2011) sobre la base de Carriquiry (2008).

Otro factor de importancia en la evaluación de políticas ambientales se relaciona con la distribución sectorial del total de las emisiones modeladas. En este sentido, la participación de las emisiones modeladas por sector debe ser lo más realista posible (en el Cuadro 7 se presenta una comparación entre la participación de las emisiones modeladas y la que publica el gobierno de Chile a través del RETC). Al comparar las cifras del RETC con los montos entregados en la Segunda Comunicación Nacional de Chile (Ministerio del Medio Ambiente, 2011) se aprecian algunos cambios en la composición sectorial de las emisiones, aunque se mantiene la coherencia entre los resultados modelados y esa última información disponible.

En el Cuadro 7 se aprecia que las emisiones analizadas se centran en dos o tres sectores (electricidad y minerales no metálicos, transporte urbano de pasajeros y carga) y este porcentaje es cercano a las proporciones publicadas por el RETC. También hay que destacar que existen sectores que son importantes en las emisiones de más de un contaminante. En este sentido es posible identificar Industrias básicas de metales no ferrosos con participaciones importantes en las emisiones de SO_x, PM10, PM2.5 y PTS. También destaca el Suministro de electricidad en

¹¹ Nótese que, en todo caso, los análisis con un modelo de EGC se realizan principalmente mediante el examen de las variaciones del valor de una variable determinada respecto del escenario base y los cambios relativos.

SO_x, NO_x, PM₁₀, PM_{2.5}, PTS y NH₃; finalmente el Transporte urbano de pasajeros y carga presenta altas participaciones en las emisiones de NO_x, COV, CO y CO₂.

Este mismo procedimiento se ha utilizado para actualizar los coeficientes de emisión una vez que el RETC ha sido a su vez actualizado. Las renovaciones del RETC han mostrado un mayor grado de coincidencia con otras fuentes de emisión, como los inventarios de gases de efecto invernadero. Por ello, los coeficientes nacionales reflejan la realidad de Chile con creciente exactitud.

Cuadro 7: PARTICIPACIÓN EN LAS EMISIONES TOTALES DE LOS PRINCIPALES SECTORES

(Porcentaje)

	SOx		NOx		CO		COV		CO ₂		PTS		PM10		PM2.5		NH ₃	
	RETC	Modelo Chile	RETC	Modelo Chile	RETC	Modelo Chile	RETC	Modelo Chile	RETC	Modelo Chile	RETC	Modelo Chile						
Industrias básicas de metales no ferrosos	67	65	4	0	0	0	0	0	3	2	29	19	24	15	33	23	2	0
Electricidad y minerales no metálicos	18	20	13	7	10	18	13	11	68	53	39	36	48	46	29	29	27	26
Transporte urbano de pasajeros y carga	0	0	57	74	39	28	39	54	10	25	4	8	6	8	7	6	11	15
Industrias básicas del hierro y acero	0	10	1	3	42	17	0	0	1	2	3	4	3	4	3	4	2	4
Producción de madera y sus productos	0	0	0	0	1	0	45	32	1	1	3	1	3	0	4	1	8	0
Fabricación de papel	1	0	1	0	1	1	0	0	2	1	2	1	2	0	3	1	15	17
Otros sectores	14	5	24	16	7	36	3	3	15	16	20	31	14	27	21	36	35	38
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Fuente: De Miguel *et al.* (2011) sobre la base de Carriquiry (2008).

II.2.c) El modelo MAMS: características principales y comparación con el modelo ECOGEM

El origen del modelo MAMS (*MAquette for MDG Simulation*), en su versión estática y estándar fue desarrollada por el Instituto Internacional de Investigación sobre Políticas Alimentarias (IFPRI, por sus siglas en inglés) (Löfgren *et al.*, 2002). Los desarrollos posteriores realizados por el Banco Mundial (Löfgren, 2004 y Löfgren y Díaz-Bonilla, 2008) a una versión de equilibrio general dinámico, fueron adaptados por O’Ryan, De Miguel y Lagos (2008) a la estructura económica de Chile en el marco del proyecto “Políticas Públicas para el Desarrollo Humano ¿Cómo lograr los objetivos de Desarrollo del Milenio en América Latina y El Caribe (Vos *et al.*, 2008). Las principales características del modelo, codificado en GAMS, son su dinámica recursiva, similar al modelo ECOGEM-Chile, y el hecho de incorporar un módulo para evaluar los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM), asociado a distintas metas e indicadores.

Este modelo permite simular diversos escenarios macroeconómicos y variadas alternativas de políticas de gobierno para cumplir los ODM, en concreto los de pobreza (ODM1), educación primaria (ODM2), mortalidad infantil (ODM4), mortalidad materna (ODM5), acceso a agua potable (ODM7a) y acceso a saneamiento básico (ODM7b). El modelo vincula el gasto del gobierno (corriente y de capital) con el cumplimiento de estos objetivos en forma dinámica, y a su vez el nivel de provisión de servicios se vincula con los retornos del gobierno y la efectividad de su gasto. Además los costos de la provisión de los servicios y la fuente del financiamiento pueden alterar las condiciones macroeconómicas.

A modo de ejemplo, la ecuación del comportamiento educativo asociada al ODM2 indicaría que la participación de un alumno por nivel educacional o grado estará determinado conjuntamente por: la calidad educativa medida como el cociente entre gasto público en educación y el total de graduados; el diferencial salarial entre trabajadores no calificados y semi-calificados; el diferencial salarial entre trabajadores semi-calificados y altamente calificados; el valor que toma el ODM4 (mortalidad infantil), que se incluye como *proxy* del nivel de salud de los estudiantes; el gasto público en infraestructura; y el consumo per cápita.

El uso del módulo asociado a los ODM requiere de la estimación de ciertos parámetros/elasticidades específicos a la economía asociada, en este caso Chile, que se refieren al comportamiento educacional de los individuos, la oferta de infraestructura pública, tasas de mortalidad infantil, gasto público en educación por alumno, premio salarial por tipo de trabajo según nivel educativo y consumo de los hogares. Para la elección de los valores de esos parámetros se realizaron estimaciones micro-económicas a partir de la información de la encuesta de caracterización socioeconómica, CASEN, del año 2003 y de bases de datos de los ministerios de Salud (MINSAL), Educación (MINEDUC) y Desarrollo y Planificación (MIDEPLAN). Asimismo se utilizó la mejor información disponible para corroborar los rangos en que se podrían mover estos parámetros.

En suma, el modelo tiene un módulo de EGC y otro para los ODM interconectados, integrados por un sistema de ecuaciones simultaneas lineales y no lineales. El módulo de los ODM se nutre de los resultados del modelo de EGC asociados con las decisiones de los agentes económicos, sus restricciones y las políticas aplicadas. La evolución de los ODM retroalimenta al modelo de EGC principalmente a través del mercado de trabajo. Adicionalmente, se realiza un análisis de las implicaciones sociales y distributivas de los distintos escenarios mediante la herramienta de microsimulaciones, basada en Vos *et al.* (2002).

Estas vinculaciones, los retornos a escala cambiantes, la posibilidad de que la inversión necesaria en un sector drene el ahorro, con independencia de las rentabilidades relativas entre sectores (es decir, que las variables de demanda tengan impactos), y la posibilidad de determinar las fuentes de financiamiento, le confieren al modelo ciertas características estructuralistas. Algunas de estos elementos se expresan en las diferentes reglas de cierre que pueden utilizarse (Cuadro 8).

Cuadro 8: REGLAS DE CIERRE ALTERNATIVAS PARA LAS RESTRICCIONES MACROECONÓMICAS

Gobierno	Resto del Mundo	Ahorro-Inversión
Ahorro del gobierno y endeudamiento interno flexibles; donaciones internacionales y tasas de impuestos directos fijos	Tipo de cambio real flexible; donaciones internacionales fijas	Participación fija en la absorción para la inversión privada; propensión marginal a ahorrar flexible
Ahorro del gobierno y tasas de impuestos directos flexibles; endeudamiento interno y donaciones internacionales fijos	Donaciones internacionales flexible; Tipo de cambio real fijo	Propensión marginal a ahorrar determinada por regla; participación flexible en la absorción para la inversión privada
Ahorro del gobierno y donaciones internacionales flexibles; tasas de impuestos directos y endeudamiento interno fijos		Participación fija en la absorción para la inversión total; propensión marginal a ahorrar flexible
Tasas de impuestos directos y donaciones internacionales flexibles; Ahorro del gobierno y endeudamiento interno fijos		
La elección de una regla de cierre para una de las restricciones macroeconómicas no limita la elección en las otras restricciones		

Fuente: Adaptado de Löfgren, H y Díaz-Bonilla, C. 2008

En O’Ryan, De Miguel y Lagos (2008) se ha especificado que la inversión privada determina el ahorro privado. La demanda de inversión privada tiene una participación fija en la absorción y para financiarla la tasa de ahorro privado es flexible y se ajusta para asegurar el equilibrio. Por otro lado, el consumo de gobierno evoluciona mediante una tasa de crecimiento

exógena. El ahorro del gobierno es flexible al igual que el tipo de cambio. El ingreso de gobierno puede ser endógeno dependiendo de la regla de cierre utilizada. Por ejemplo, en el escenario base y en la simulación en la que las políticas sociales se financian con impuestos, la tasa de impuestos directos es flexible, el endeudamiento público y las donaciones externas son fijas. Cuando en las simulaciones el financiamiento público no viene vía impuestos, su tasa se fija.

Los supuestos de ambos módulos (en particular las reglas de cierre y la retroalimentación con el módulo de los ODM), guían la dinámica del modelo, que tiene características que difieren del modelo ECOGEM (véase para una comparación el Cuadro 9).

Cuadro 9: COMPARACIÓN RESUMEN DE LOS MODELOS ECOGEM Y MAMS

	ECOGEM	MAMS
Tipos de capital	Un tipo. No obstante se distingue entre capital nuevo y viejo en el siguiente periodo	Capital público: Varios tipos de capital (Capital específico). Capital privado: Único capital móvil
Distribución de la inversión	Mediante rentabilidades relativas	Inversión pública: Dependiendo del crecimiento del sector (dado en forma exógena por el gasto de gobierno). Inversión privada: Dado por proporciones iniciales y por cambios en precios.
Sustitución entre factores	Capital nuevo tiene un mayor grado de sustitución	Proporciones fijas
Factor trabajo	Tasa de crecimiento exógena	<ul style="list-style-type: none"> • Tasa de crecimiento exógena • Dependiendo de la evolución de los niveles de calificación
Productividad de factores	Tasa de crecimiento exógena	<ul style="list-style-type: none"> • Tasa de crecimiento exógena • Endógena en función del grado de apertura comercial y del stock de capital del gobierno
Otros crecimientos exógenos	Tierra y población	Tierra, población y RRNN
Otras funciones de acumulación	-	Endeudamiento doméstico y en el extranjero.

Fuente: elaboración propia

En suma, este modelo para replicar el funcionamiento de la economía utiliza los siguientes insumos básicos: (i) una Matriz de Contabilidad Social que define la estructura de la economía y registra los pagos entre los distintos sectores e instituciones involucradas; (ii) elasticidades que caracterizan las relaciones de comportamiento asociadas a las decisiones de demanda, oferta, producción, gasto y ahorro; (iii) niveles y tasas de crecimiento de algunas variables exógenas; (iv) las elasticidades vinculadas a los ODM y que pueblan las ecuaciones

que ligan el módulo de EGG y el módulo de los ODM. Además es necesario especificar las restricciones o cierres que se deben satisfacer al caracterizar la solución de equilibrio.

II.2.d) El modelo GTAP: características principales

Una descripción detallada del modelo GTAP puede consultarse en Hertel (1997), en la versión resumida disponible en Internet (Hertel y Tsigas, 1997) o en el manual adaptado a América Latina y el Caribe (Schuschny, Duran y De Miguel, 2007). Se trata de un modelo multi-regional que vincula dentro de sí información proveniente de numerosos países (o regiones) y productos (o sectores económicos) que son producidos e intercambiados entre ellos. Además de la modelización de los flujos comerciales entre países, incluye el tratamiento explícito del sector de transporte, un sistema de conciliación (o, como se lo denomina, Banco Global) que media entre los niveles de ahorro e inversión, y un módulo relativamente sofisticado que simula el comportamiento de la demanda de consumo, tanto de los hogares, de los sectores productivos (bienes intermedios) y del gobierno, así como de la demanda de los factores primarios (capital, trabajo calificado y no calificado, tierra y recursos naturales).

El modelo se basa en los supuestos de competencia perfecta (lo que implica que las firmas tienen beneficios nulos) y rendimientos constantes a escala.¹² Las simulaciones del modelo se implementan numéricamente a través del software de cálculo GEMPACK (General Equilibrium Modelling Package), desarrollado por el Centro de Estudios de Políticas de la Universidad de Monash (Harrison y Pearson, 2002). También existen modelos, que utilizando la base de datos provista por el GTAP, son resueltos mediante el programa de cálculo GAMS.

El modelo se resuelve en forma “linealizada”. Así, las variables representadas con letras minúsculas representan porcentajes de variación (en el caso del modelo, respecto del equilibrio de base) y las mayúsculas, los respectivos niveles. El Cuadro 10 muestra cómo quedan representadas distintas formas funcionales en ambas versiones:

$$x = 100 \cdot \frac{\Delta X}{X}$$

¹² Existen otras versiones del modelo que alteran estos supuestos e incorporan, por ejemplo, competencia imperfecta y rendimientos crecientes a escala (Francois, J. 1998), o competencia monopolística (Hertel y Swaminathan, 1996).

Cuadro 10 : COMPARACIÓN ENTRE LA REPRESENTACIÓN ESTÁNDAR Y LA FORMA LINEALIZADA DE LAS ECUACIONES

Función	Niveles	Forma linealizada
Constantes	β	0
Valores	$V = P \cdot Q$	$v = p + q$
Funciones de Demanda	$X_i = \alpha_o \frac{Y}{P_i}$ $X = Y \cdot \delta \cdot \left(\frac{P}{P'}\right)^{-\sigma}$	$x_i = y - p_i$ $x = y - \sigma(p - p')$
Indices de precios	$P = (\delta_1 p_1^{1-\sigma} + \delta_2 p_2^{1-\sigma})^{\frac{1}{1-\sigma}}$	$p = S_1 \cdot p_1 + S_2 \cdot p_2$
Relaciones contables de conservación	$X_i = \sum_{j=0}^n X_{ij}$	$x_i = \sum_{j=0}^n \frac{X_{ij}}{X_i} x_{ij}$

Fuente: Schuschny, Duran y De Miguel (2007), adaptado de Harrison y Pearson (1996).

El subíndice i responde a los bienes intercambiados por los agentes o transados con el resto del mundo (siendo t el subíndice para el subconjunto de los transables), mientras que los subíndices r y s , identifican a las regiones de origen y destino, respectivamente.

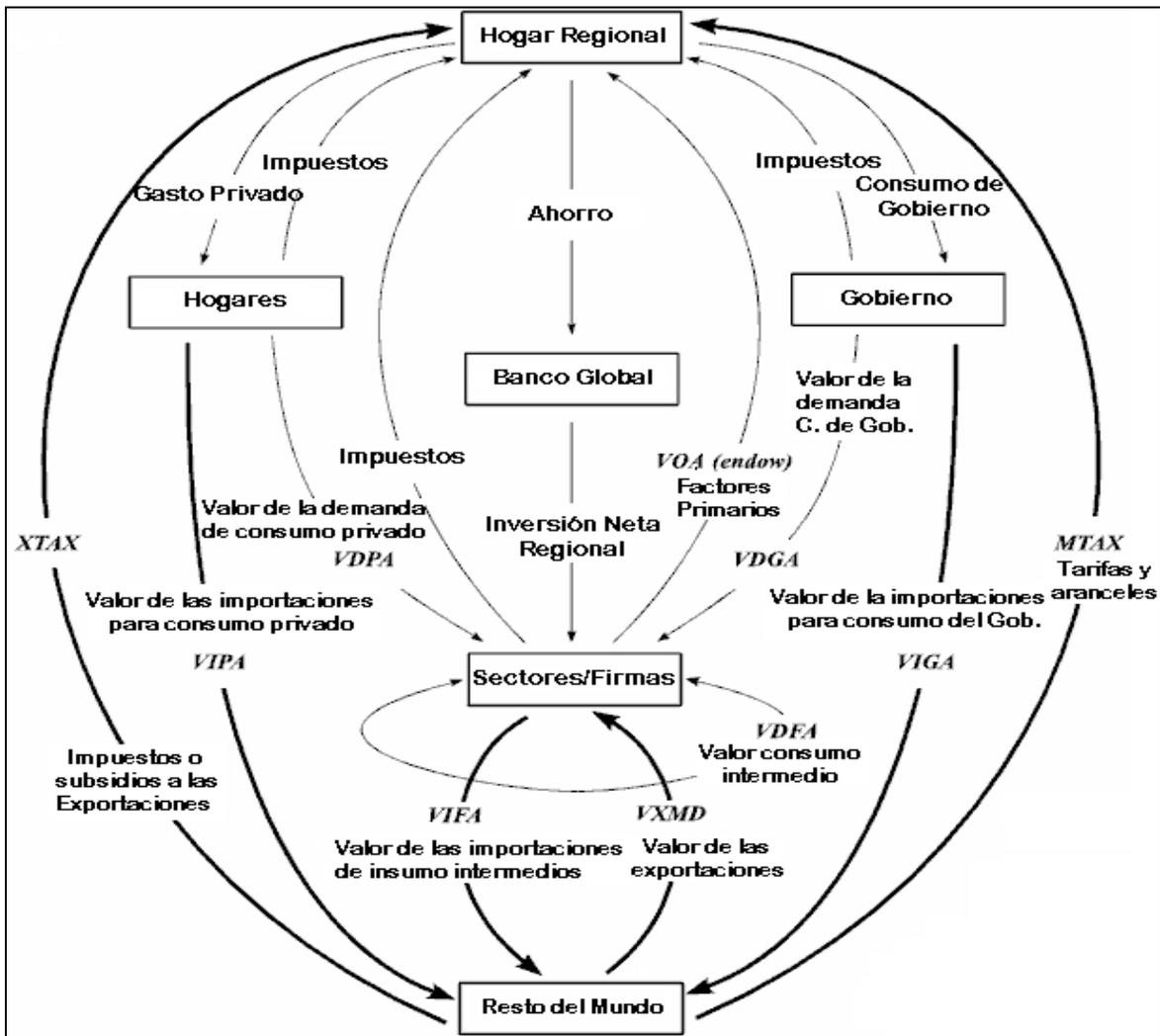
Al ser un modelo global, su complejidad aumenta. En el Gráfico 4, basado en Brockmeier (2001) se representan los principales flujos de valor entre los agentes de una región (o país) y el resto del mundo (flechas en negrita). Los agentes que intervienen en el modelo son los hogares, el sector de gobierno, y las firmas que representan las distintas ramas de actividad económica. Se supone que éstas producen un solo bien cada una y que, para ello, requieren de factores primarios (trabajo calificado, no calificado, tierra, capital y recursos naturales) y de los respectivos insumos intermedios. Por defecto, el trabajo y el capital se consideran factores móviles entre sectores, mientras que la tierra y los recursos naturales se suponen imperfectamente móviles (“*sluggish factors*”). Tanto el gobierno como los hogares pueden ahorrar. La distribución de los ingresos factoriales, la determinación de los niveles de ahorro y la asignación presupuestaria para gasto por parte de los hogares privados y el gobierno se realiza a través de un hogar regional.

Para evitar el uso de Matrices de Contabilidad Social que deberían armonizarse, por tratarse de un modelo multipaís, y facilitar los cálculos de bienestar (variación equivalente), el modelo GTAP utiliza un “hogar representativo regional” que recolecta los ingresos, impuestos, paga los subsidios y, a través de una función de utilidad per cápita tipo Cobb–Douglas, asigna los niveles de gasto, en participaciones constantes, para el consumo privado (hogares propiamente dichos, que proveen trabajo calificado y no calificado a las firmas), gasto de gobierno y ahorro (ecuación 1):

$$U_r = U P_r^{\frac{PRIVEXP_r}{INCOME_r}} \left(\frac{UG_r}{POP_r} \right)^{\frac{GOVEXP_r}{INCOME_r}} \left(\frac{QSAVE_r}{POP_r} \right)^{\frac{SAVE_r}{INCOME_r}} , \quad r \in REG$$

En la ecuación, los exponentes representan las asignaciones de gasto (privado, de gobierno y para ahorro) del país r , respecto del ingreso disponible; POP_r , la población, las U_s , las funciones de utilidad de cada tipo de agente.

Gráfico 4: REPRESENTACIÓN ESQUEMÁTICA DEL MODELO GTAP



Fuente: Schuschny, Duran y De Miguel (2007), adaptado de Brockmeier (2001).

La determinación de los niveles de ahorro se puede representar bajo dos esquemas. Por un lado están los modelos microfundados de sustitución intertemporal entre consumo presente y futuro. Estos modelos obligan a incorporar mecanismos de formulación de expectativas sobre la rentabilidad futura, para definir la riqueza percibida y especificar una restricción presupuestaria intertemporal. La otra alternativa es basar la determinación de los niveles de ahorro como proporciones fijas del ingreso presente, muy en la línea de la tradición keynesiana. Para evitar la excesiva complejidad en la especificación del modelo y dado el carácter estático del mismo, en el modelo GTAP se opta por esta segunda opción, similarmente a lo que se hiciera en los modelos presentados previamente. No obstante, el incorporar el ahorro dentro de una función de utilidad

estática se basa en el trabajo de Howe (1975), quien mostró que un modelo de consumo intertemporal lineal simple, puede obtenerse de un problema de maximización atemporal, en el cual el ahorro se incorpora en la función de utilidad. De esta forma el ahorro per cápita actúa como *proxy* del valor actual de la corriente de consumos futuros.

Esta representación para la asignación del gasto regional elimina además la relación entre los gastos realizados por el gobierno y los ingresos generados por impuestos. De esto se deriva que el modelo no es apropiado para medir el comportamiento del gobierno a partir de cambios exógenos en la estructura impositiva.

Por otro lado, se supone que los hogares perciben un salario por los servicios factoriales que ofrecen. Ese ingreso es recolectado por el hogar representativo regional que luego de percibir el resto de los ingresos, los reasigna. Así, queda determinado el presupuesto que se usará para consumir las distintas cantidades de cada bien. El comportamiento del consumo de los hogares se simula con funciones de utilidad implícitas tipo CDE (*Constant Difference of Elasticities*) cuyos parámetros se ajustan en consistencia con sendas elasticidades precio e ingreso.

Como en un árbol de decisión, una vez calculadas las cantidades a consumir por los hogares de cada bien ($qp(i,r)$), mediante el uso de funciones de utilidad CES (Elasticidad de Sustitución Constante) se determinan las cantidades a consumir de ese bien provisto mediante la producción doméstica, así como por su importación. Para ello, se debe recurrir al supuesto adicional de que los bienes se distinguen según cuál sea el país de origen. Así, los consumidores, además de diferenciar entre bienes domésticos e importados, pueden discriminar (endógenamente) entre bienes importados por su procedencia (Armington, 1969). Al igual que en el modelo ECOGEM, el supuesto de Armington hace que las importaciones sean sustitutos imperfectos de los productos domésticos y permite modelizar los flujos comerciales de un mismo bien en dos direcciones: el mismo bien se puede exportar e importar simultáneamente. Otra ventaja de este supuesto es que se evita la creación de situaciones de especialización (o soluciones de tipo esquina), que son frecuentes en los modelos con pocos factores y facilita la calibración con elasticidades existentes.

Al enfocarse el modelo GTAP en aplicaciones relacionadas con el comercio, sus ecuaciones “linealizadas”, expresadas como porcentajes de variación, permiten dar cuenta (i) del efecto expansivo de la demanda (efecto ingreso): si la demanda (total) de bienes aumenta (*ceteris paribus*), también aumentarán las respectivas de los bienes domésticos e importados; (ii) del “efecto de sustitución” que se manifiesta cuando tienen lugar variaciones de los precios respecto del índice de precios promedio.

La especificación del modelo a partir del supuesto de Armington posee, no obstante, una desventaja. Al suponerse que los bienes se diferencian por el origen, se está concediendo a los países cierto grado de poder monopólico, ya que las decisiones de producción de cada país (o

región) tienen impacto sobre el precio de exportación, de manera de que a mayor saldo exportable, le corresponderá un menor precio y viceversa. La magnitud de este cambio estará dado por las respectivas elasticidades de sustitución.

El problema de asignación aún no finaliza ya que se debe determinar cuánto se importará del bien i , proveniente de distintos orígenes. Ello se realiza en otra instancia del modelo, en que se determina la cantidad de bien importado “compuesto” que incluye lo consumido por los privados tanto como lo consumido por el gobierno y las empresas (insumo intermedios importados).

Asimismo, una vez que queda determinado el porcentaje de variación del gasto real del gobierno respecto del estado de base, de acuerdo a lo que distribuye el hogar representativo regional (ecuación 1), éste debe distribuirse en forma de consumo de los distintos bienes y servicios. Para asignar de manera óptima dicho gasto, el modelo supone que el gobierno lo hace a partir de una función de utilidad CES, aunque en este caso la elasticidad de sustitución se supone unitaria. Así, la utilidad del gobierno varía positivamente según cambia el nivel de ingreso y lo hace negativamente según se incrementa el índice de precios percibido por él.

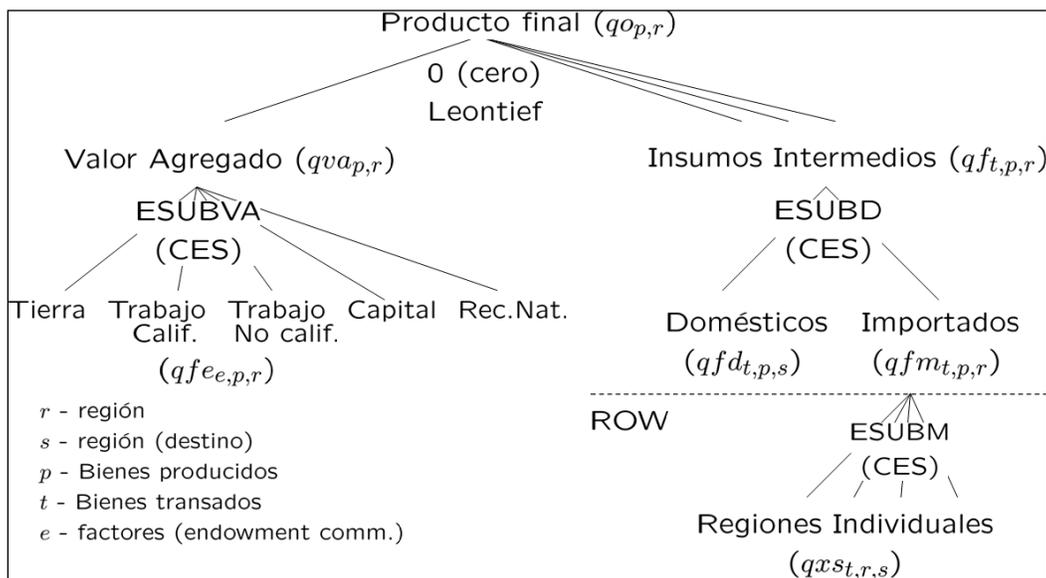
Al igual que con el consumo privado, calculadas las cantidades a consumir por el gobierno y, siguiendo el esquema de preferencias tipo Armington basadas en el uso de funciones de utilidad con elasticidades de sustitución constantes entre bienes importados y domésticos, se determinan las cantidades a consumir de ese bien con origen en la producción doméstica o abastecido por su importación.

Por el lado de la oferta, el comportamiento de los sectores productivos se representa a través del “árbol tecnológico” que se muestra en el Gráfico 5 y que consiste en una estructura de funciones de producción CES anidadas que representa la forma en que las empresas demandan insumos primarios (factores trabajo calificado y no calificado, capital, tierra y recursos naturales) y bienes de consumo intermedio, necesarios para la fabricación de su único producto. En este último caso, estos pueden ser provistos tanto por producción doméstica o importada. Cuando se trata de insumos intermedios de origen importado, cabe destacar que estos pueden provenir de orígenes diversos. El supuesto de separabilidad en el proceso de producción, representado en el “árbol tecnológico”, permite que las decisiones de consumo de insumos se realicen en cada nivel, sin consideración de las modificaciones de las variables en otros niveles. Ello facilita la operabilidad del modelo.

La relación en la utilización de factores (valor agregado) e insumos intermedios en el proceso de producción se basa en el uso de funciones de producción de Leontief (en proporciones fijas). Esta separación implica que la composición óptima de factores es invariante al precio de los insumos intermedios (y viceversa) pues no hay posibilidad de sustitución alguna entre ambos. Cabe destacar que los factores primarios son móviles entre los sectores de un país (aunque de manera imperfecta) e inmóviles entre regiones y, para determinar su composición, se

utilizan funciones CES. Finalmente, y como en el caso del consumo de los hogares y el gobiernos, se debe determinar la demanda de productos importados según la región de origen. Obviamente los bienes importados por un país son provistos por exportadores del país de origen.

Gráfico 5: REPRESENTACIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN REALIZADO POR LAS EMPRESAS



Fuente: Schuschny, Duran y De Miguel (2007), adaptado de Hertel (ed.) (1997).

Uno de los parámetros fundamentales que tienen los modelos con preferencias tipo Armington, en particular en las aplicaciones a temas comerciales, son las elasticidades de sustitución entre bienes domésticos e importados puesto que sus valores influyen, de manera importante, sobre los resultados. Cuanto mayor es el valor de estas elasticidades de Armington, mayor es la sustitución de bienes domésticos por importados en el país que se abre comercialmente y disminuye los aranceles (Berretoni y Cicowiez, 2005). A su vez, se supone que la elasticidad de sustitución entre importaciones de distintos orígenes duplica a las elasticidades de sustitución de bienes domésticos e importados, lo que evita efectos de complementariedad indeseables. El modelo GTAP supone que las elasticidades de sustitución son idénticas en todos los países.

El modelo GTAP representa al sector del transporte como si se tratara de una actividad global. A través de este sector, se realizan los vínculos comerciales de un país exportador a otro importador y se contabilizan las diferencias en los respectivos precios *fob* y *cif*. La “cantidad” de servicios de transporte disponible para luego ser usada por la región r se determina mediante el uso de una función de producción de Cobb–Douglas que depende de la variación del total de servicios disponibles (efecto expansión) y de la diferencia entre los cambios del índice de precios global y el regional (efecto sustitución). Este índice de precios se construye combinando la totalidad de los servicios de transporte en un solo “bien” agregado, que se suma sobre todos los

orígenes, destinos y productos transables. La demanda de servicios de transporte por parte de cada región se realiza en proporciones fijas respecto del volumen transportado de cada bien, a través de una determinada ruta (definida por un origen y un destino especificados). Los precios *job* no sólo dependen de los precios de mercado en el país de origen, sino de dos tipos de impuestos (o subsidios) a las exportaciones: uno de origen genérico y otro que especifica el destino en particular.

Como todo modelo de EGC, la estructura del modelo GTAP carece de la presencia de dinero y, por ello, los precios se fijan sobre la base de un bien que actúa como numerario, el modelo no contempla la posibilidad de que se puedan instaurar, en forma de “*shocks*”, políticas monetarias de ninguna índole. Las políticas monetarias suelen ser las determinantes de los niveles de inversión dado que afectan decisivamente a las tasas de interés y, a través de ellas, a las asignaciones intertemporales de gasto. Por ello, la inversión, en el modelo GTAP, ocupa un rol pasivo. Así, dada la forma en que el modelo GTAP fue concebido, el ahorro es el que determina la inversión, de igual forma que en el modelo ECOGEM. En este caso, la asignación de inversión entre países tiene implicaciones sobre la producción y el comercio sólo a través de los efectos que ésta produce por ser un componente más de la demanda final.

La cantidad asignada al ahorro se determina como una fracción del ingreso disponible, según se explicita en la ecuación (1). Los niveles de inversión se ajustarán a estos valores mediante la “intermediación” del Banco Global que opera a través de la recolección de un bien (bienes de capital). Cada sector, además de producir bienes para transar en los mercados, produce cierta cantidad de este bien homogéneo. Su producción se incorpora al modelo de la misma manera se hace con la producción de bienes en general, con la salvedad de que para su producción sólo se requieren insumos intermedios y no, factores. Este bien que utiliza la inversión se agrega a nivel global en GLOBINV a partir de los “portafolios” de inversión neta que disponen los países, esto es, de la inversión bruta menos depreciaciones del capital:

$$GLOBINV \equiv \sum_{r \in REG} NETINV(r) \quad \text{con:} \quad NETINV(r) = REGINV(r) - VDEP(r)$$

Posteriormente, el bien es ofrecido a los “hogares regionales” de manera tal de satisfacer sus demandas de ahorro. El valor del stock de capital del equilibrio de la línea base se actualiza por el incremento de la inversión en la región considerada menos la depreciación, sin embargo, en el esquema estático no juega ningún papel sobre la producción. El precio del bien que se demanda para ahorrar se ajusta a la misma tasa con que se ajusta el precio del bien de inversión regional, más un factor que tiene en cuenta el potencial desbalance entre los niveles de ahorro e inversión a nivel regional.

Así, el Banco Global adquiere este producto a todas las regiones y se lo vende al “hogar regional” para satisfacer su demanda de ahorro conforme a la ecuación (1). Dado que esta

intermediación entre ahorro e inversión es considerada como el último mercado del sistema, por la Ley de Walras, si todos los mercados de productos están en equilibrio y los sectores poseen rentabilidades nulas, este último también lo estará. Es decir, en el modelo GTAP, la condición de “vacío” del mercado de capital es $S - I = 0$, y de esta manera, invocando la ley de Walras, puede omitirse la ecuación de conservación de este particular mercado.

En resumen, el proceso de determinación de la inversión se realiza por etapas: las dotaciones regionales/país y la eficiencia determinan el ingreso global, el ingreso regional/país determina el ahorro regional/del país, y sumando todos los ahorros regionales se obtiene el ahorro global que determina la inversión global. Para distribuir la inversión entre las regiones/países hay dos mecanismos alternativos: en proporciones fijas (fijar los coeficientes de participación de la inversión de cada país (stock de capital) respecto del total global), o equilibrando los rendimientos relativos esperados.¹³

Conjuntamente con las relaciones de comportamiento de los agentes económicos, el modelo posee una serie de ecuaciones que permiten vincular los precios de los distintos niveles y mercados entre sí, y que tienen en cuenta las posibles intervenciones de política económica mediante la incorporación en el cálculo de los impuestos (o subsidios) y aranceles, ad valorem. El modelo admite aranceles a la importación (aplicados genéricamente por un país o región a todos los demás o identificando específicamente origen y destino), impuestos a la producción, a la exportación (también genéricos o por origen y destino), impuestos a los factores primarios, a los ingresos y al consumo (de los hogares o las empresas). En el Cuadro 11 se resumen las relaciones vinculadas con los distintos precios.

La base de datos que utiliza el modelo para definir el estado de equilibrio de referencia emplea variables expresadas en términos de valor (precio * cantidad). Sin embargo, luego de aplicada la perturbación o intervención de política económica, es posible conocer tanto los porcentajes de variación de las cantidades como de los precios. Las variables de valor se definen en tres niveles de precios: valores a precios de los agentes (netos de impuestos), valores a precios de mercado (que incluyen los impuestos domésticos específicos) y valores a precios mundiales (que se definen luego de aplicarse los aranceles, impuestos y subsidios a la importación y/o exportación). En el Cuadro 12, se muestran esquemáticamente los flujos de valor en el modelo, es decir, se detalla el vínculo que existe entre el valor de los bienes producidos en la región r , las distintas intervenciones del gobierno, y el pago de servicios de transporte, hasta que el bien es importado a otra región s .

¹³ La sensibilidad de la inversión ante los rendimientos del capital dependerá de cuál de las opciones sea la elegida. En el primer caso, con proporciones constantes, la inversión no es sensible a los rendimientos de capital. En el segundo caso, la sensibilidad de la inversión depende de un parámetro (exógeno) que da cuenta de la flexibilidad de ajuste de la tasa de rendimiento esperada frente a cambios en el stock de capital. Cuanto mayor es el valor de este parámetro, menor será la respuesta de los flujos de inversión regional.

Cuadro 11: ECUACIONES QUE VINCULAN LOS DISTINTOS PRECIOS

Ecuación	Definiciones y Conjuntos
$ps(i, r) = pm(i, r) + to(i, r)$	$ps(i, r)$ precio de los bienes antes de impuestos $i \in NSAV$ $pm(i, r)$ precio de mercado $to(i, r)$ impuestos a la producción
$pfe(i, j, r) = pm(i, r) + tf(i, j, r)$	$pfe(i, j, r)$ precio de los factores móviles $i \in ENDWS$ $pmes(i, j, r)$ precio bruto del factor $j \in PROD$ $tpd(i, r)$ impuesto al uso de factores por las firmas
$pfe(i, j, r) = pmes(i, j, r) + tf(i, j, r)$	$pfe(i, j, r)$ precio de los factores imperfectamente móviles ("sluggish") $pmes(i, j, r)$ precio bruto del factor $i \in ENDWS$ $tpd(i, r)$ impuesto al uso de factores por las firmas $j \in PROD$
$ppd(i, r) = pm(i, r) + tpd(i, r)$	$ppd(i, r)$ precios pagados por los hogares $i \in TRAD$ $pm(i, r)$ precio de mercado $tpd(i, r)$ impuesto al consumo de los hogares
$pgd(i, r) = pm(i, r) + tgd(i, r)$	$pgd(i, r)$ precios del gobierno $i \in TRAD$ $pm(i, r)$ precio de mercado $tpd(i, r)$ impuesto al consumo del gobierno
$pfid(i, j, r) = pm(i, r) + tfid(i, j, r)$	$pfid(i, j, r)$ precios pagados por los sectores $i \in TRAD$ $pm(i, r)$ precio de mercado $j \in PROD$ $tfid(i, j, r)$ impuestos al consumo intermedio
$ppm(i, r) = pim(i, r) + tpm(i, r)$	$ppm(i, r)$ precio de importados pagados por hogares $i \in TRAD$ $pim(i, r)$ precio de las importaciones en el mercado doméstico $tpm(i, r)$ impuestos al consumo de importaciones
$pgm(i, r) = pim(i, r) + tgm(i, r)$	$pgm(i, r)$ precio de importados pagados por el gobierno $i \in TRAD$ $pim(i, r)$ precio de las importaciones en el mercado doméstico $tgm(i, r)$ impuestos al consumo de gob. de importaciones
$pfm(i, j, r) = pim(i, r) + tfm(i, j, r)$	$pfm(i, j, r)$ precio de insumo intermedios importados $i \in TRAD$ $pim(i, r)$ precio de las importaciones en el mercado doméstico $j \in PROD$ $tfm(i, j, r)$ impuestos a los insumos intermedios importados
$pms(i, s, r) = pcif(i, s, r) + tm(i, r) + tms(i, s, r)$	$pms(i, s, r)$ precio en el mercado doméstico $i \in TRAD, r \in REG$ (destino) $pcif(i, s, r)$ precios cif por origen y destino $s \in REG$ (origen) $tm(i, r)$ y $tms(i, j, r)$ aranceles (genericos y por origen) aplicados por r

Fuente: Schuschny, Duran y De Miguel (2007), adaptado de Hertel (1997).

Cuadro 12: DISTRIBUCIÓN DE LAS VENTAS EN LOS MERCADOS REGIONALES

Mercado de origen r	$VOA(i, r)$	Valor de la producción del bien i (pagos recibidos por la firma i) a precios de agentes en la región r
	$+PTAX(i, r) =$	Impuesto (o subsidio) sobre el bien i en la región r ($DPTAX(i, r), DGTAX(i, r), DFTAX(i, r)$)
	$VOM(i, r) =$	Valor de la producción del bien i a precios de mercado en la región r
	$VMD(i, r) +$	Valor de las ventas domésticas (Hog. + Gob. + Firmas) del bien i a precios de mercado en r
	$\Sigma VXMD(i, r, s) +$	Valor de las exportaciones de i desde la región r a todos los destinos s a precio de mercado en r
Mercado Mundial	$VST(i, r)$	Valor de las ventas de i al sector transporte (internacional) a precios de mercado de r
	$+XTAXD(i, r, s) =$	Impuesto a la exportación de i de la región r a la s
	$VXWD(i, r, s)$	Valor de las exportaciones a precios mundiales por destino (de precio de mercado r a precio fob)
	$+VTWR(i, r, s) =$	Valor del transporte a precios mundiales por ruta
	$VIWS(i, r, s)$	Valor de las importaciones a precios mundiales por origen (precio cif)
	$+MTAX(i, r, s) =$	Impuestos a las importaciones del bien i por origen r y destino s
Mercado destino s	$VIMS(i, r, s)$	Valor de las importaciones del bien i a precios de mercado de la región s
	$VIM(i, s)$	Componiendo las importaciones del bien i de todos los orígenes, a precios de mercado s (luego se distribuye según sus usos por parte de los Hogares, Gobierno o Firmas)

Fuente: Schuschny, Duran y De Miguel (2007), adaptado de Hertel (ed.) (1997)

Definidas las ecuaciones de comportamiento, las relaciones de conservación o vaciado son las responsables de la determinación de los estados de equilibrio general con posterioridad a la aplicación de los *shocks*. El mercado de bienes se cierra de manera que se cumpla la regla de conservación de las cantidades producidas y vendidas. El modelo permite manifestar alguna falla de mercado, por ejemplo, fijando el precio de algún bien o factor, y considerarlo como variable exógena, a través de una variable de holgura correspondiente que debe endogenizarse, ya que en su valor final quedará reflejada la distorsión que produce esta falla, ya sea poniendo de manifiesto excesos de oferta o de demanda o beneficios no nulos.

Luego, se deben establecer las condiciones de conservación de las dotaciones factoriales, ya sea para el caso de los factores perfectamente móviles, como de los que no lo son. En el caso de los factores con movilidad imperfecta (bienes *sluggish*) la condición de equilibrio consiste en igualar las ofertas y las demandas de esos bienes para cada sector.

En el estado de equilibrio los agentes no poseen beneficio alguno y todos los ingresos se consumen o ahorran. Finalmente, debemos considerar las condiciones de despeje del Banco Global, el mercado omitido por la Ley de Walras. Cuando las simulaciones se realizan con el cierre estándar de equilibrio general, esta variable debe considerarse como endógena y, debería alcanzar un valor nulo una vez finalizadas las simulaciones. Por tanto ahorro e inversión globales se igualan. Si por alguna razón se relajara el supuesto de equilibrio general y se modificara el cierre del modelo, esta variable de holgura tendría que pasar a ser una variable exógena en reemplazo del precio que actúa como numerario.

Finalmente, se contabiliza ingreso regional, que contabiliza las retribuciones a los factores netas de las depreciaciones y sumadas a los impuestos y aranceles, y el pago de todos los subsidios.

El modelo GTAP, como los anteriores, queda resumido en un conjunto de ecuaciones simultáneas que, luego de la aplicación de los shocks, definen un nuevo estado de equilibrio que es el que finalmente se analiza en relación al estado de equilibrio de referencia. Como todo modelo matemático hay variables dependientes o endógenas, que son determinadas por el comportamiento del modelo, y variables exógenas, que se supone quedan fijadas en el estado de equilibrio de base y permanecen constantes durante todo el proceso de simulación (es decir, los cierres del modelo). Por otro lado, el modelo posee parámetros estructurales, como las elasticidades de sustitución entre los distintos bienes y factores.

A continuación, a manera de ejemplo se presentan algunos posibles tipos de reglas de cierre que pueden usarse en cualquier modelo de EGC, pero que se ejemplifican con el modelo GTAP:

- Cierre de Equilibrio General (o cierre estándar)

En este cierre todos los precios son flexibles, la competencia es perfecta, es decir, todas las firmas muestran beneficios nulos, y existe pleno empleo y todos los factores son

móviles al interior de los países/regiones. Finalmente el gasto de inversión está determinado por la tasa de ahorro. Por tanto, este cierre, de tipo neoclásico, se alcanza cuando todos los mercados están en equilibrio, es decir, se vacían, y se satisfacen todas las restricciones presupuestarias. En definitiva, se cumple la Ley de Walras y todas las variables de holgura (*slack variables*) –que utiliza el algoritmo para ir ajustando los desequilibrios de las relaciones contables durante el proceso de simulación y favorecer la convergencia al equilibrio– son consideradas como exógenas (fijadas en valores nulos). Éstas son: las condiciones de vaciado de mercado de bienes y factores perfecta e imperfectamente móviles, la condición de beneficios nulos, el balance ingreso–gasto y el equilibrio ahorro–inversión. El modelo sólo determina precios relativos, con referencia a un numerario. Es un cierre de medio plazo, que además podría permitir que ciertas dotaciones de factores no sean perfectamente móviles (*sluggish*) o incluso fijas, tratando estos factores en forma separada de los perfectamente móviles, pero de igual forma entre países/regiones. Este cierre prácticamente es el utilizado en el modelo ECOGEM básico.

- Cierres de Equilibrio General Alternativos

Cuando se habla de las alternativas para “cerrar” un modelo se está hablando del cumplimiento de las macro–identidades fundamentales, es decir, la relación entre ahorro e inversión y el saldo externo y de cuál de éstas variables es exógena y determina a las otras.

En el modelo GTAP la relación “ahorro igual a inversión” se produce a nivel global, mientras que la relación entre ahorro e inversión con el saldo comercial/externo se produce a nivel de región/país. En el cierre estándar a nivel global el ahorro determina la inversión, aunque podría ser al revés haciendo exógena la inversión, un cierre de tipo más keynesiano que se asimila al utilizado en el modelo MAMS.

A nivel regional el saldo ahorro–inversión determina el balance comercial. Un cierre alternativo ampliamente utilizado consiste en fijar la balanza comercial y endogenizar bien el ahorro o bien la inversión. Para esto basta con declarar en el cierre del modelo a la balanza comercial como variable exógena y se hacen endógenos el ahorro o la inversión, en alguna o en $n-1$ regiones. Este cierre está considera de más largo plazo.

Otra posibilidad es considerar uno o varios de los componentes de la demanda/gasto final del “hogar regional” (gasto privado, gasto del gobierno, ahorro del país/regional) podrían ser fijos.

Finalmente, el código fuente del modelo GTAP, incorpora varias subrutinas que permiten estimar algunos indicadores que resumen el comportamiento de los resultados. Entre ellos destaca la estimación de los cambios en los niveles de bienestar, que se realiza computando la variación equivalente (EV). Este indicador puede ser definido como la cantidad de riqueza, en términos de dinero, que el consumidor (en nuestro caso, el “hogar regional”) percibe (o pierde)

cuando su nivel de utilidad se incrementa (o disminuye) suponiendo que los precios no cambian.¹⁴

II.2.e) La base de datos del GTAP: Información económica y adecuación arancelaria

La base contiene información de matrices de insumo–producto de los países disponibles y armonizadas en 57 sectores económicos, flujos de comercio bilateral de productos, información macroeconómica, datos de transporte, impuestos y protección aduanera, ya sean aranceles a la importación de productos, subsidios o impuestos a las exportaciones, a la producción, etc. La base se va actualizando cuando aparece nueva información suficiente para una nueva versión. Cada versión de la base de datos queda debidamente documentada, quedando clara la forma en que se armoniza la información que esta contiene.¹⁵ Dicha armonización juega un papel fundamental en el proceso de compilación de los datos puesto que, tanto las matrices de insumo–producto, como los flujos de comercio o las estimaciones de las intervenciones fiscales, pueden diferir dependiendo de la fuente de la información. Al ser un modelo global, existen diferencias en los años base, en las agregaciones sectoriales, inconsistencias por el uso de metodologías de cálculo diferentes y hasta errores de estimación, problemas que deben superarse para que se disponga de un conjunto de información armonizado y lograr así que la base de datos sea económicamente consistente. Además de las matrices insumo-producto que proceden de los distintos países, las principales fuentes de información de comercio son la base de datos de las Naciones Unidas, COMTRADE (*Commodity Trade Statistics Database*), las *World Tables* del Banco Mundial, las estadísticas de balanza de pagos del Fondo Monetario Internacional, la base FAOSTAT, de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), y la base de datos de la UNCTAD. Los datos de las protecciones arancelarias provienen principalmente de las base de datos: TRAINS (*Trade Analysis and Information System*) de la UNCTAD y de la base equivalente de aranceles de la OMC (*Integrate database*). El Centro de Comercio Internacional (ITC) de la UNCTAD, en conjunto con el Centro de Estudios Prospectivos e Información Internacional (CEPII), proveen la base de datos MACMap, la cual computa equivalentes *ad-valorem* para las medidas no arancelarias que protegen las importaciones a nivel de país.

No obstante, en el caso de los países de América Latina y el Caribe, existen un sinnúmero de Acuerdos de Complementación Económica que no se recogen efectivamente en las contribuciones para GTAP. Por este motivo, las aplicaciones realizadas por el autor y sus coautores proceden primero a mejorar de la calidad de la información arancelaria para la región, cuya metodología será presentada con posterioridad. Las elasticidades y parámetros son tomados estudios de alcance internacional que utilizan métodos de estimación de sección cruzada o las

¹⁴ El impacto sobre el bienestar de un país, medido por la variación equivalente, puede descomponerse en los (i) cambios en la asignación de recursos, (ii) cambios en los términos de intercambio y (iii) cambios en las dotaciones factoriales.

¹⁵ La documentación de cada versión puede consultarse en el sitio web del proyecto: (<https://www.gtap.agecon.purdue.edu/>)

calibran a partir de elasticidades ya estimadas. Detalles acerca de la estructura de la base de datos y de los métodos de conciliación de la información pueden consultarse en Hertel (1997) y Dimanaranan y McDougall (2005).

La mayor parte de los estudios que se presentan aquí se basan en la versión 6.1 de la base de datos que contempla información global de 92 países (o regiones), 57 productos y 5 factores primarios y está referida al año 2001.

Cuadro 13: AGREGACIÓN DE PAÍSES UTILIZADA EN LAS SIMULACIONES

Nº	Código	País	Grupo
1	Bol	Bolivia	Comunidad Andina
2	Col	Colombia	
3	Ecu	Ecuador	
4	Per	Perú	
5	Ven	Venezuela ^a	
6	Arg	Argentina	MERCOSUR
7	Bra	Brasil	
8	Uru	Uruguay	
9	Mex	México	NAFTA
10	USA	Estados Unidos	
11	Canada	Canadá	
12	Chil	Chile	
13	CyC	Centro América y el Caribe	Otros de América Latina y el Caribe
14	Rlac	Resto de América Latina	
15	UE15	Unión Europea ^b	UE-25
16	PECOS	Nuevos miembros de la Unión Europea ^c	
17	Reuro	Resto de Europa	
18	China	China	Países asiáticos
19	Japon	Japón	
20	India	India	
21	Corea	Corea	
22	Rasia	Resto de Asia	
23	Sudafrica	Sudáfrica	Resto del mundo
24	ROW	Resto del mundo	

Fuente: Schuschny, Duran y De Miguel (2007), a partir de la base de datos GTPA 6.1

^a Al elaborarse este estudio Venezuela pertenecía a la Comunidad Andina y no al MERCOSUR.

^b Incluye: Alemania, Austria, Bélgica, Dinamarca, Finlandia, Francia, Grecia, Irlanda, Italia, Luxemburgo, Portugal, España, Suecia, Países Bajos y Reino Unido.

^c Incluye: Chipre, República Checa, Estonia, Hungría, Letonia, Lituania, Malta, Polonia, Eslovaquia y Eslovenia.

En un modelo global de estas características, para que las simulaciones sean computacionalmente tratables y puedan realizarse en tiempos razonables, es necesario agregar la base de datos y acotar el universo de países (en agrupamientos regionales) y productos que participan de los ejercicios de simulación. La elección de los países se hizo incluyendo a la mayor cantidad posible de miembros de América Latina y el Caribe, así como de sus principales y potenciales aliados comerciales, seleccionados sobre la base de los principales acuerdos

comerciales existentes y en proceso de negociación. El Cuadro 13 muestra la lista de países considerada, conformada por 24 regiones (17 países y 7 agregados regionales).

Cuadro 14: AGREGACIÓN DE PRODUCTOS UTILIZADA EN LAS SIMULACIONES

Nº	Código	Descripción, según definiciones de la base de datos GTAP 6.1	Grupos sectoriales
1	Arroz	<i>pdr (Paddy rice), pcr (Processed rice)</i>	Productos Agrícolas
2	Trigo	<i>wht (Wheat)</i>	
3	Ocereales	<i>gro (Cereal grains nec)</i>	
4	FrutasVeg	<i>v_f (Vegetables, fruit, nuts)</i>	
5	Semilloil	<i>osd (Oil seeds)</i>	
6	AceiteVeg	<i>vol (Vegetable oils and fats)</i>	Manufacturas livianas
7	Azúcar	<i>c_b (Sugar cane, sugar beet), sgr (Sugar)</i>	
8	FibrasVeg	<i>pfib (Plant-based fibers), wol (Wool, silk-worm cocoons)</i>	
9	Ocultivos	<i>ocr (Crops nec)</i>	
10	BeyTa	<i>b_t (Beverages and tobacco products)</i>	
11	Ganadería	<i>ctl (Cattle, sheep, goats, horses), oap (Animal products nec)</i>	
12	Carne	<i>cmt (Meat: cattle, sheep, goats, horse), omt (Meat products nec)</i>	
13	Lácteos	<i>rmk (Raw milk), mil (Dairy products)</i>	
14	Oaliment	<i>ofd (Food products nec)</i>	
15	Pesca	<i>fsh (Fishing)</i>	
16	Forestal	<i>frs (Forestry)</i>	
17	Textil	<i>tex (Textiles)</i>	
18	Confección	<i>wap (Wearing apparel)</i>	
19	CueroCalz	<i>lea (Leather products)</i>	
20	Madera	<i>lum (Wood products)</i>	
21	Minería	<i>omn (Minerals nec), nmm (Mineral products nec)</i>	Actividades Extractivas (Petróleo y Minería)
22	Combustibles	<i>coa (Coal), oil (Oil), gas (Gas)</i>	
23	Dpetrol	<i>p_c (Petroleum, coal products)</i>	
25	Metal	<i>i_s (Ferrous metals), nfm (Metals nec)</i>	
24	Química	<i>Crp (Chemical, rubber, plastic products)</i>	Manufacturas Pesadas
26	ProdMetal	<i>Fmp (Metal products)</i>	
27	MaquiEqui	<i>ome (Machinery and equipment nec)</i>	
28	Autop	<i>mvh (Motor vehicles and parts)</i>	
29	Etransp	<i>otn (Transport equipment nec)</i>	
30	Omanu	<i>ele (Electronic equipment), omf (Manufactures nec), ppp (Paper products, publishing)</i>	
31	Servicios	<i>ely (Electricity), gdt (Gas manufacture, distribution), wtr (Water), cns (Construction), trd (Trade), otp (Transport nec), wtp (Sea transport), atp (Air transport), cmn (Communication), ofi (Financial services nec), isr (Insurance), obs (Business services nec), ros (Recreation and other services), osg (PubAdmin/Defence/Health/Educat), dwe (Dwellings)</i>	Servicios

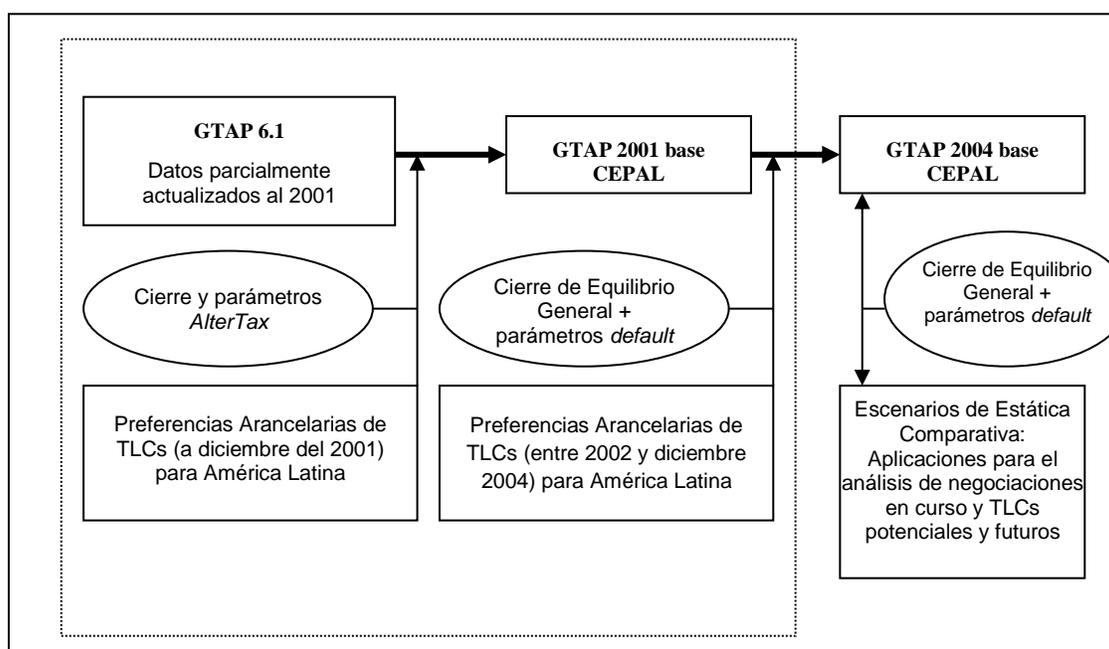
Fuente: Schuschny, Duran y De Miguel (2007), a partir de la base de datos GTAP 6.1.

La elección de los sectores productivos se realizó teniendo en cuenta tres consideraciones complementarias: (i) la necesidad de mantener un nivel de desagregación sectorial que tenga en cuenta la importancia que cada sector reviste en las exportaciones de los países de la región de

América Latina y el Caribe, (ii) la uniformidad en los niveles de protección de los productos de cada grupo y (iii) las limitaciones impuestas por la tratabilidad computacional del modelo. Los 57 productos de la base de datos GTAP se agruparon en 31 productos según se muestra en el Cuadro 14.

Teniendo en cuenta la agregación de 24 regiones y 31 productos en que se configuraron los experimentos numéricos, el número de variables, incluyendo todas las definiciones de precios, cantidades, valores, impuestos y aranceles, tasas de participación, elasticidades, tasas de cambio técnico y demás, se eleva a 70.761 endógenas y 86.699 exógenas. Recordemos que, para que el modelo sea matemáticamente consistente, debe haber idéntico número de ecuaciones que de variables endógenas, lo que da la pauta de la complejidad que alcanzan estos modelos.

Gráfico 6: METODOLOGÍA SECUENCIAL PARA LA ACTUALIZACIÓN DEL BANCO DE DATOS GENERACIÓN DEL ESCENARIO DE REFERENCIA GTAP 2004 BASE CEPAL



Fuente: Schuschny, Duran y De Miguel (2007), a partir del análisis de la estructura de la base de datos GTAP 6.1.

La versión 6.1 de la base de datos original del GTAP no incorpora un variado número de acuerdos comerciales preexistentes al año base 2001. Como ejemplo, basta mencionar los acuerdos preferenciales entre Chile y los países del MERCOSUR o entre éstos y los de la Comunidad Andina de Naciones, o los acuerdos suscritos entre la Unión Europea y México o entre este último y Chile, entre algunos otros. Ello nos llevó a actualizar la versión original de la base 6.1 y crear una nueva base actualizada, que se denominará como “GTAP 2001 base CEPAL”, mediante la metodología *AlterTax* detallada en Malcolm (1998). Sobre esa versión actualizada, se simulaban los acuerdos comerciales posteriores. En dicha base, que denominaremos como “GTAP 2004 base CEPAL”, se incluyen todos los TLC suscritos por países latinoamericanos vigentes hasta el 31 de diciembre de 2004, así como los beneficios que

otorgó unilateralmente Estados Unidos a los países de la Comunidad Andina de Naciones. Las especificaciones técnicas utilizadas para la actualización de los aranceles y el cambio de la línea de base, desde la existente en la base original del GTAP 6.1 al año 2001, para adecuarla a la realidad de América Latina y el Caribe en el 2004, se esquematiza en el Gráfico 6, en el que se especifica una secuencia de tres etapas consecutivas.

La lista de acuerdos considerada para esta primera etapa del ejercicio de obtención de nuevo equilibrio de referencia al 2001 se presenta en el Cuadro 15, mientras que el Cuadro 16 presenta todos los acuerdos firmados con posterioridad a esa fecha para disponer de una base de datos actualizada. El segundo ejercicio constituye un verdadero trabajo de análisis de la política comercial de la región y sus impactos sobre las economías de los países, en particular Chile, por lo que los resultados se incorporarán en capítulos subsiguientes.

Cuadro 15: LISTA DE ACUERDOS PREFERENCIALES (TLC) CONSIDERADOS EN LAS SIMULACIONES ALTERNAX, HASTA DICIEMBRE DEL 2001

Nº	Acuerdos considerados	Año de suscripción	Fecha de entrada en vigor
1	Chile – Canadá	5–Dic–96	5–Jul–97
2	Chile – MERCOSUR	1996	1–Oct–96
3	Chile – Bolivia	1993	7–Jul–93
4	Chile – Ecuador	1994	1–Ene–94
5	Chile – Perú	1998	1–Jul–98
6	Chile – Venezuela	1993	1–Jul–93
7	Chile – México	1991 y 1998	1–Ago–99
8	Chile – MCCA	18–Oct–1999	03–Jun–2002
9	Chile – Colombia	1993	1–Ene–94
10	MERCOSUR (Arg+Bra+Uru+Par)	1991	1991
11	CAN (Bol+Col+Ecu+Per+Ven)	1969	1969
12 ^a	MCCA (Cri+EIS+Hon+Gua+Nic)	1960	1960
13	México – Colombia – Venezuela (G–3)	1995	1–Ene–95
14	México–Unión Europea	2000	1–Jun–00
15	México–EFTA (idem Mex–UE)	2001	1–Jun–01
16	México – Guat–El Salv–Hond)	29–Jun–00	15–Mar–01
17	México – Nicaragua	18–Dic–97	1–Jul–98
18	México – Costa Rica	5–Abr–94	1–Enero–95
19	México – Bolivia		1–Ene–95
20	México – Uruguay	1994	ACE
21 ^a	México – Israel	10–Abr–00	1–Jun–00
22 ^a	México – Panamá		22–Abr–96
23	México – USA – CANADA	1994	1–Ene–94

Fuente: Schuschny, Duran y De Miguel (2007).

^a Si bien es cierto el tratado entró en vigencia, las limitaciones de agregación impidieron su efectiva inclusión en las simulaciones.

El Gráfico 7 presenta los aranceles de Chile, México y Estados Unidos en un orden secuencial que incluye: 1) Los aranceles incorporados en la base GTAP 6.1 para el año 2001; 2) Los aranceles que incluyen las preferencias arancelarias negociadas en acuerdos comerciales hasta dicho año (GTAP 2001

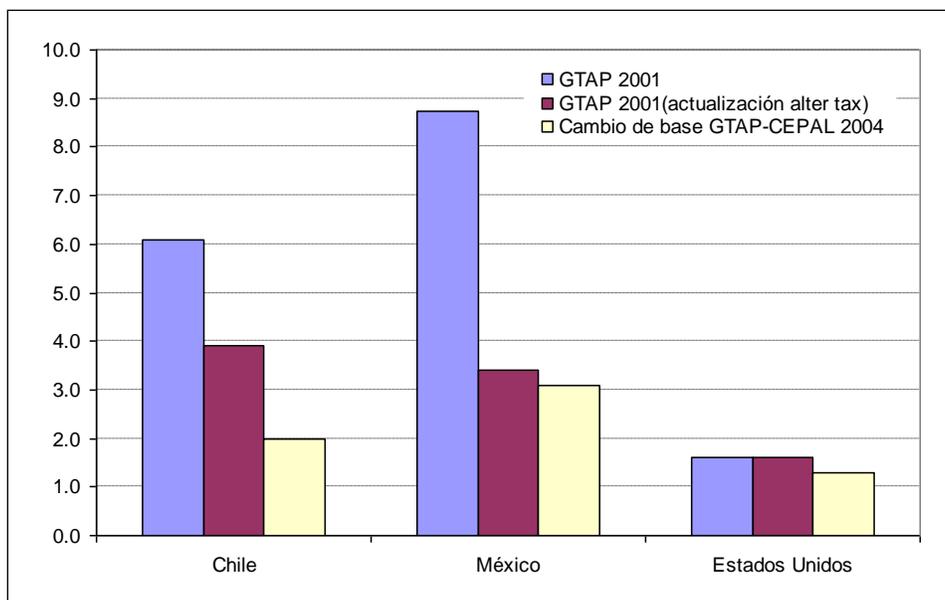
actualizados con algoritmo *alter tax*), y 3) Los aranceles resultantes de las simulaciones de cambio de base desde 2001 a 2004 (cambio de base *GTAP-CEPAL 2004*).

Cuadro 16: LISTA DE ACUERDOS PREFERENCIALES (TLC) CONSIDERADOS EN LAS SIMULACIONES PARA DETERMINAR LA LÍNEA DE BASE GTAP-CEPAL 2004

Nº	Acuerdos considerados	Año suscrito	Entrada en vigor
1	Chile – Estados Unidos	6-Jul-03	1-Ene-04
2	Chile – Unión Europea	18-Nov-02	1-Feb-03
3	Chile – EFTA	26-Jul-03	1-Dic-04
4	Chile – Corea	2003	1-Abr-04
5	México – Uruguay	1994 y 2004	15-Nov-03
6	México – Japón	2004	1-Mar-05
7	Preferencias ATPDEA	6-Ago-2002	6-Ago-2002
8	Ampliación UE15 a UE 25	01-May-2004	01-May-2004

Fuente: Schuschny, Duran y De Miguel (2007).

Gráfico 7: RESULTADOS CONSOLIDADOS ACTUALIZACIÓN DE ARANCELES DE LA BASE GTAP 6.1: CHILE, MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS
(Aranceles aplicados ponderados por importaciones)



Fuente: Schuschny, Duran y De Miguel (2007), sobre la base de simulaciones GTAP.

Nótese que el ajuste realizado en etapas sucesivas capta de manera bastante cercana, esto es en más de un 90%, los cambios que se habrían producido en la estructura arancelaria con la red de acuerdos preferenciales suscritos por Chile. En las ponderaciones sectoriales para el comercio global con todos los socios comerciales de cada país, se puede observar la diferencia entre los sectores protegidos y aquellos en los que se otorgó concesiones arancelarias. Algunos sectores de manufacturas en Chile a diciembre de 2004 aún se mantienen protegidos, caso de las semillas oleaginosas y el azúcar. Así mismo, para algunos productos industriales de intensidad tecnológica intermedia –cuero y calzado, textiles y confecciones– la protección es más alta que

el promedio. Esto es consistente con las cifras publicadas por el Banco Central de Chile, considerando la información de registros de aduana y las preferencias utilizadas por los TLC suscritos (véase el Cuadro 17) (Becerra, 2006). De hecho, el arancel efectivo calculado a partir de los datos de la nueva base *CEPAL-GTAP 2004*, prácticamente no difiere del arancel efectivo calculado por el Banco Central del gobierno de Chile.

El Cuadro 17 efectúa la comparación de los aranceles efectivos ponderados por las importaciones de los principales socios y/o principales sectores, según diversas fuentes, incluidos los resultados modificados al 2004. Nótese, la gran relevancia de llevar el año 2001 a 2004, especialmente para el caso de Chile.

Con la finalidad de validar los resultados de estas simulaciones además se realizó una comparación de las principales variables macroeconómicas resultantes de las simulaciones con la información efectivamente resultante del desempeño económico de los países en 2004, disponible en las bases de datos de CEPAL.

Cuadro 17: COMPARACIÓN RESULTADOS ARANCELES EFECTIVOS CON GTAP 6.1, CEPAL– GTAP 2004, TRAINS, OMC Y FUENTES NACIONALES

	GTAP 6.1 (2001)	CEPAL–GTAP 2004 Benchmark	Base de Aranceles TRAINS–UNCTAD (2004)	Base de Aranceles OMC (2004)	Otros estudios y cálculos sobre bases nacionales (2004)
Chile	6,0	1,9	3,8	...	2,1
México	8,7	3,1	2,9	3,0 ^a	...

Fuente: Schuschny, Duran y De Miguel (2007), sobre la base de datos GTAP 6.1, el Sistema WITS del Banco Mundial, y los siguientes estudios nacionales: Becerra, Gonzalo (2006), Arancel efectivo de las importaciones chilenas: 2000–2005. Estudios Económicos Estadísticos. Banco Central de Chile. N° 50 febrero; Secretaría de Economía de México (2006) Sistema de Información Arancelaria Vía Internet SIAVI2 en línea — <http://www.economia.gob.mx/?P=2261/> .

^a Corregido por los Acuerdos suscritos por México a diciembre de 2004.

Los principales trabajos que utilizan el modelo GTAP presentados en este documento usan como año de referencia el 2004 y la base de datos CEPAL-GTAP 2004 (Duran, De Miguel y Schuschny, 2007; Schuschny, Durán y De Miguel, 2008). Aplicaciones más recientes han utilizado la base CEPAL-GTAP 2004 adaptándola a la base de datos de GTAP 7.0, que cuenta con mayor apertura de sectores y países, en particular los centroamericanos (Durán, Ludeña, Alvarez y De Miguel, 2008).

II.2.f) La acumulación del capital en el modelo estándar GTAP

Dado que el modelo GTAP, tal como se presenta es estático, los efectos productivos de la evolución de los stocks de capital, de naturaleza dinámica, no son considerados. El tratamiento adecuado del ahorro y la inversión, y su consiguiente impacto sobre la acumulación de capital, requiere que nos apartemos de la formulación tradicional del modelo. En un intento por obtener un cálculo de los beneficios de largo plazo de la apertura comercial, sin recurrir a la construcción de un modelo dinámico, algunos autores como Francois y McDonald (1996) o Rutherford y Tarr (2003), entre otros, han propuesto una leve modificación del modelo GTAP para recrear un

estado estacionario comparativo, cuyo objetivo sería identificar los incrementos de bienestar debido a estos efectos, en un esquema que se asemeja al modelo de Solow – Swan. Mientras que en los modelos estáticos, el stock de capital productivo se mantiene fijo, aunque se permite que su tasa de rendimiento se ajuste conforme a la demanda de ahorro, los modelos de estado estacionario, permiten el ajuste del stock de capital atando la tasa de rendimiento del capital con el costo de producirlo. Al considerar el efecto productivo del incremento del stock de capital, se estarían contemplando los impactos de “largo plazo”, puesto que se incluyen los efectos de una mayor disponibilidad de bienes de capital en los niveles de producción de la economía.

Para representar este impacto productivo debido al incremento del mayor *stock* de capital como resultado del incremento de la inversión, es necesario alterar la estructura básica del modelo. El efecto de dinámico resulta de endogenizar los cambios en los *stocks* de capital iniciales de los países (que hasta ahora estaban fijados por la regla de cierre del modelo) y, por ello, se facilitarían sus incrementos a otros niveles. Para ello, se modifica la regla de cierre, permitiendo que las tasas de variación del stock de capital se igualen a las de la inversión. Es decir, se impone la instantánea equiparación entre la tasa de rendimiento del stock de capital disponible y utilizado para producir y la tasa de rendimiento del bien de capital demandado para el ahorro. Esto nos obliga a suponer que el stock de capital (inicial) en cada país es el óptimo y por eso se trata de un estado estacionario. Con la igualdad entre tasas, los aumentos de la tasa de rendimiento del capital, en relación al costo del mismo, inducirían a un aumento de la inversión al punto de hacer disminuir la productividad del capital y reestablecer la identidad entre ambas tasas. Esta última modificación no debe confundirse con lo que deviene de un modelo propiamente dinámico, ya que no se están considerando ajustes o trayectorias a lo largo del tiempo. Se trata de representar, el estado estacionario de una “supuesta” dinámica.

Como este modelo de estado estacionario no tiene en cuenta el consumo que se sacrifica para facilitar el incremento del stock de capital, ya que el ahorro, como se sabe, se determina en proporciones fijas del ingreso, los resultados del mismo pueden considerarse como el límite superior de un modelo que incorpore alguna forma de dinámica en el consumo intertemporal.

Los resultados obtenidos para las simulaciones en condiciones de estado estacionario, utilizadas en los artículos que se presentarán el capítulo 5, resultan fundamentales para dar una pauta de cómo se verían afectados los valores de las variables económicas en el mediano o largo plazo fruto de los acuerdos comerciales, dado que estos no tienen efectos inmediatos. Aunque al no ser un verdadero modelo dinámico deben ser, no obstante, considerados con cierta cautela.

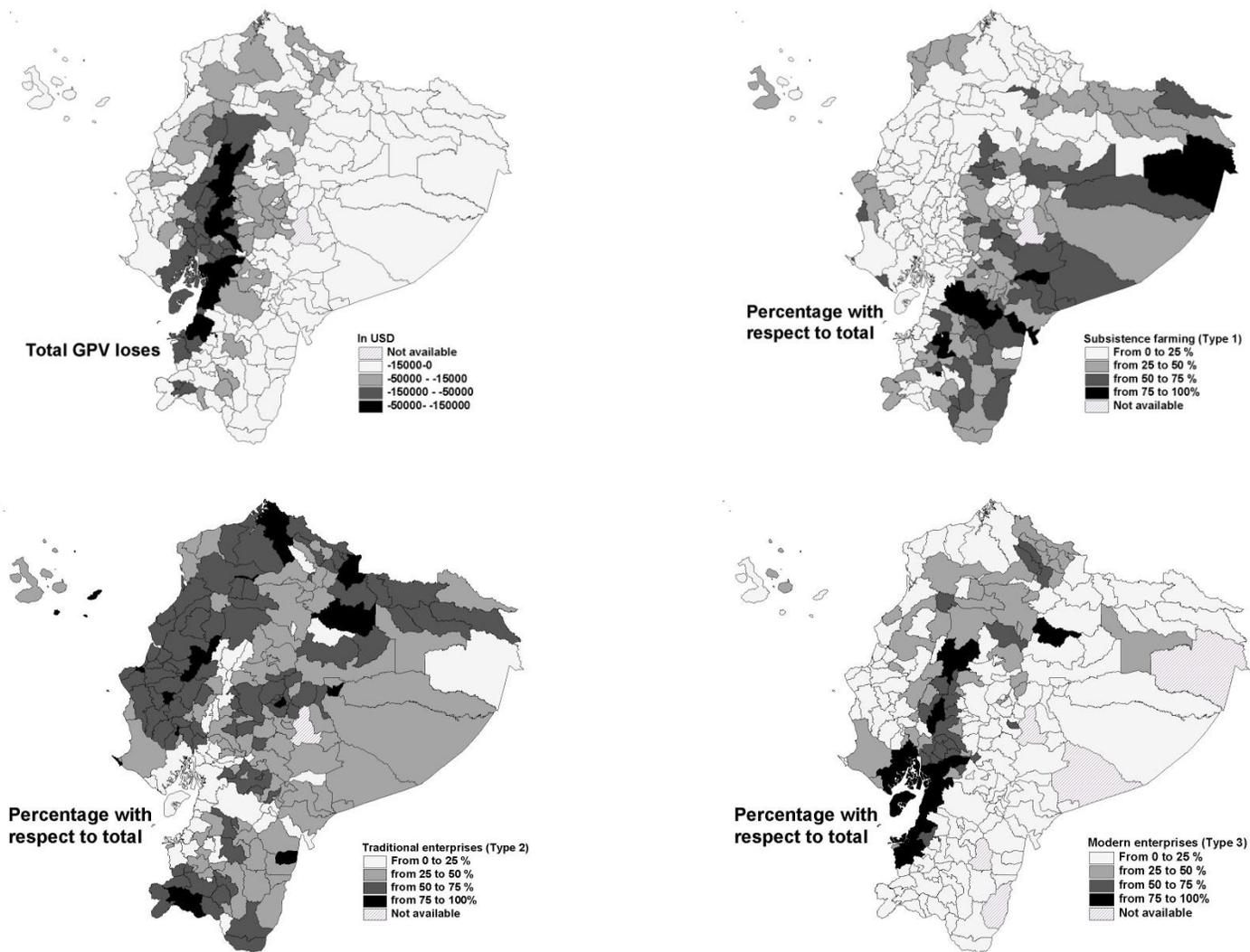
II.2.g) Variantes del modelo GTAP: el modelo agrícola y el modelo para energía y cambio climático

Se ha criticado el modelo GTAP estándar aduciendo que no captura algunas características importantes de la economía agrícola. Por ello Keeney y Hertel (2005) desarrollaron una versión modificada del modelo y la base llamada GTAP-AGR, que captura ciertas características estructurales de los mercados agrícolas mundiales, que no se recogían

adecuadamente en el modelo GTAP estándar. Esta versión provee una representación más realista de los sistemas agrícolas y alimentarios. Por ejemplo identifica explícitamente los hogares dedicados a la agricultura como entidades que obtiene su ingreso de tanto la agricultura como de otras actividades no agrícolas, pagan impuestos y consumen tanto alimentos como productos no alimenticios, de manera de caracterizar el grado de segmentación del mercado de factores entre la agricultura y el resto de sectores de la economía y de mejorar la posibilidades de sustitución de insumos en la producción agrícola. Recuérdese además las dificultades existentes al descomponer el valor agregado entre los factores capital, trabajo y tierra, computando a este último valoraciones que en cuentas nacionales originalmente recaen en los dos primeros.

Ludeña y Wong (2006) analizan con este modelo los impactos de la liberalización comercial en el sector agrícola en el Ecuador, mientras que Ludeña, Schuschny, De Miguel y Durán (2009) profundizan el análisis ligando los cambios en los precios obtenidos en el modelo de EGC a los microdatos obtenidos del censo agropecuario, de manera de identificar los efectos en los agricultores de subsistencia, las empresas agrícolas tradicionales y las modernas. Un modelo de accesibilidad a los mercados permite analizar los efectos de la liberalización comercial sobre la producción de los distintos tipos de agricultores y representarlo espacialmente mediante cambios en el valor bruto de la producción para distintos productos en los distintos tipos de unidades productivas (véase Gráfico 8).

Gráfico 8: DISTRIBUCIÓN TOTAL DE LOS CAMBIO EN EL VALOR BRUTO DE LA PRODUCCIÓN

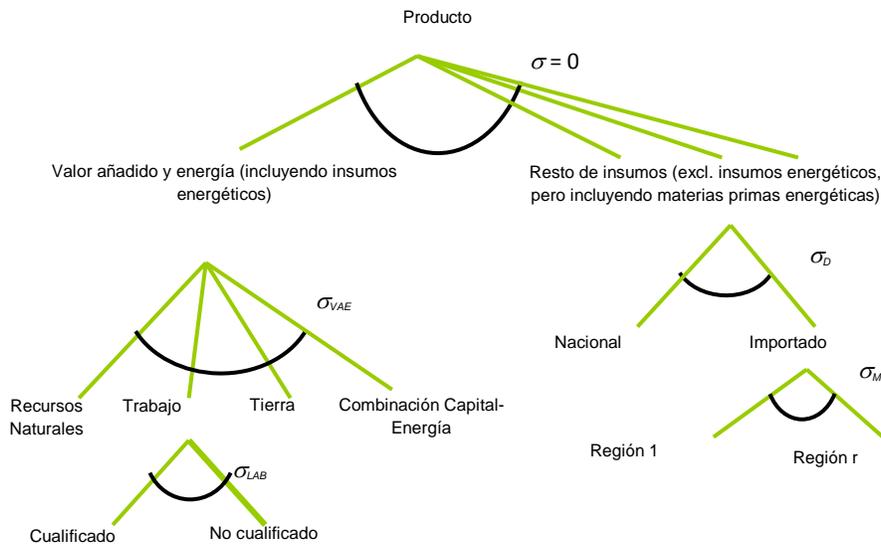


Fuente: Ludeña, Schuschny, De Miguel y Durán (2009).

Por otro lado, para tratar los temas ligados al cambio climático, el modelo GTAP estándar adolece de ciertas carencias, que tienen que ver con la capacidad para sustituir insumos energéticos y con la asociación de las matrices de insumo producto con las emisiones de gases de efecto invernadero. Para resolverlas, se modificó el modelo estándar dando paso al modelo GTAP-E (Burniaux y Truong, 2002; McDougall y Golub, 2009), que ha sido usado para el análisis de mercados de emisiones de carbono en Hamasaki y Truong (2001), Hamasaki (2004), Nijkamp *et al.* (2005), Dagoumas *et al.* (2006) y Houba y Kremers (2007).

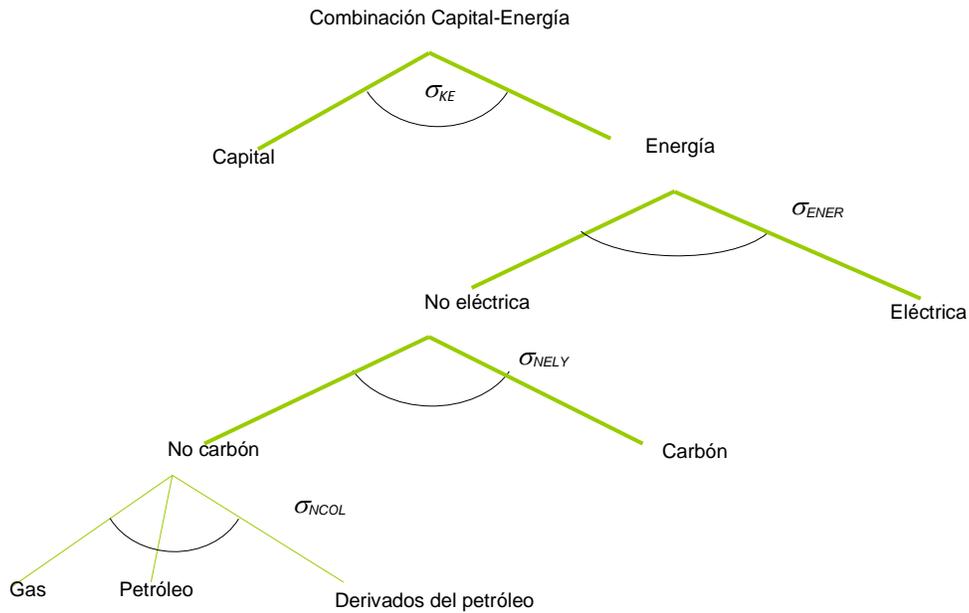
El modelo GTAP-E modifica el tratamiento de la demanda de energía para permitir la sustitución entre energía y capital y entre tipos de productos energéticos, en forma similar a como lo hace el modelo ECOGEM-Chile. También incluye la contabilidad, gravamen y comercio de las emisiones de dióxido de carbono. De esta manera, se incluyen niveles intermedios adicionales en el árbol de la función de producción: energía aparece dentro del valor agregado (Gráfico 9); los productos energéticos se separan también entre electricidad y el resto, con diferentes elasticidades de sustitución entre electricidad y éstos y en el resto de niveles del árbol (Gráfico 10). El modelo GTAP-E también modifica el consumo privado y del gobierno para separar los bienes energéticos del resto.

Gráfico 9: ESTRUCTURA DE PRODUCCIÓN DEL MODELO GTAP-E



Fuente: Ludeña, De Miguel y Schuzchny (2015), a partir de Burniaux y Truong (2002).

Gráfico 10: INTEGRACIÓN CAPITAL-ENERGÍA



Fuente: Ludeña, De Miguel y Schuzchny (2015), a partir de Burniaux y Truong (2002).

En Ludeña, De Miguel y Schuzchny (2015) se utiliza la última versión del modelo GTAP-E (McDougall y Golub, 2009) así como la base de datos asociada, que incluye emisiones de CO₂ por país/región, bien y uso a partir de Lee (2008) y Ludena (2007). Los parámetros para las nuevas elasticidades de sustitución fueron estimados econométricamente por Beckman y Hertel (2009).

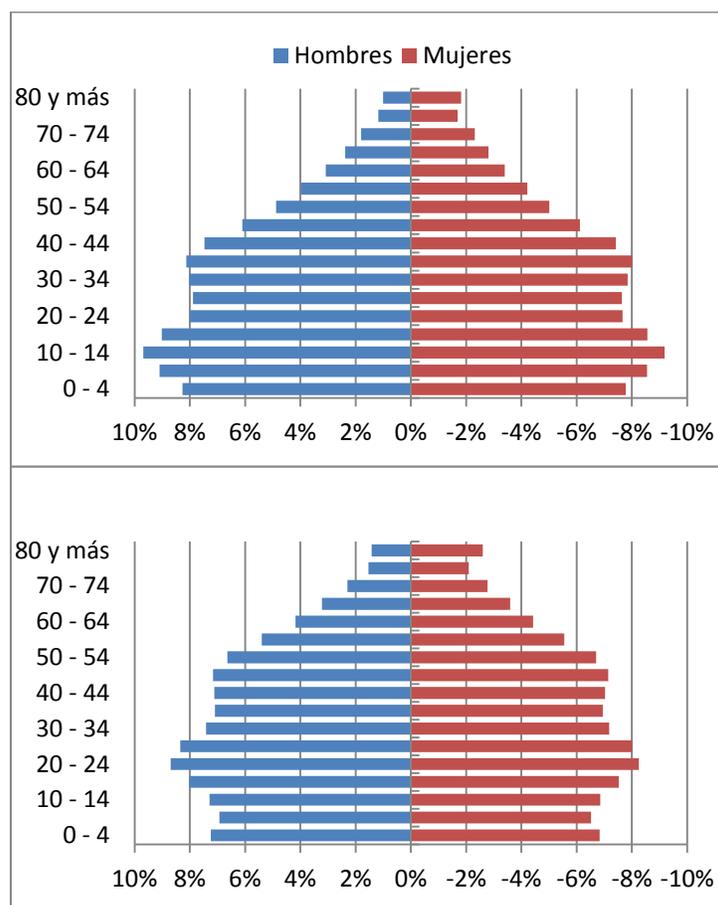
III. CHILE: CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES Y SU MODELO DE DESARROLLO

Chile tiene una extensión de 756.950 km² ubicados en América del Sur y Oceanía (isla de Pascua). Limita al este con Bolivia y Argentina y al norte con Perú. Su línea costera en el océano Pacífico mide 6.435 kilómetros. La distancia desde la frontera norte hasta el círculo polar antártico es de unos 4.300 kilómetros, y la anchura máxima del país es de 445 kilómetros. El terreno es montañoso, ya que los Andes ocupan la franja oriental del territorio chileno que al igual que las cadenas montañosas costeras recorre el país de norte a sur. Entre los Andes y estas cordilleras costeras se suceden los valles. La longitud y la altitud de Chile determinan su clima. En el norte se encuentra el desierto de Atacama, mientras que el centro-sur tiene un clima mediterráneo templado, el sur presenta fuertes precipitaciones y en el extremo sur ciertas partes tienen una cubierta permanente de hielo. La corriente de Humboldt, proveniente del Pacífico sudeste, también es un factor fundamental de la climatología del país. El país está muy expuesto a riesgos naturales, en especial terremotos e inundaciones (OCDE-CEPAL, 2005).

En el centro de Chile, tanto el clima como los valles fluviales resultan ideales para los viñedos; el suelo fértil del valle central es un incentivo para la agricultura y, a mayores altitudes, para la silvicultura extensiva. Los fiordos del extremo sur poseen características excelentes para la pesca y el turismo. Los Andes proporcionan recursos hídricos abundantes, si bien irregulares, con un potencial hidráulico considerable, sobre todo en el sur. La extensa línea costera presenta zonas de gran riqueza pesquera y otros recursos marinos diversos. Los episodios de la corriente de El Niño afectan los recursos marinos y también el clima. Entre los recursos naturales destacan las abundantes reservas minerales del norte y a lo largo de los Andes, y en especial el cobre. Chile es el mayor productor de cobre del mundo y cuenta con alrededor de un 45% de las reservas mundiales de este metal. Chile también es el principal productor mundial de nitratos naturales, yodo y litio y es uno de los principales exportadores de molibdeno. Su principal recurso energético lo constituye la energía hidráulica de los ríos andinos. Desde 1997 importa gas natural procedente de Argentina (OCDE-CEPAL, 2005).

La población total del país asciende aproximadamente a 17,8 millones de habitantes en 2014 (INE). Su crecimiento muestra una tendencia decreciente, desde el 1,8% observado en 1991 hasta el actual 0,9% en concordancia con patrones demográficos esperables de un país que transita al desarrollo, situación que se refleja en los cambios en la pirámide demográfica (Gráfico 11). La esperanza de vida al nacer se ha incrementado en 6 años en el período 1990-2012, y la proporción de menores de 15 años ha bajado del 29,9% al 21,2% de la población, mientras que la proporción de mayores de 65 años se ha incrementado del 6,1% al 10%.

Gráfico 11: PIRÁMIDES DE POBLACIÓN DE CHILE, 2002 Y 2015

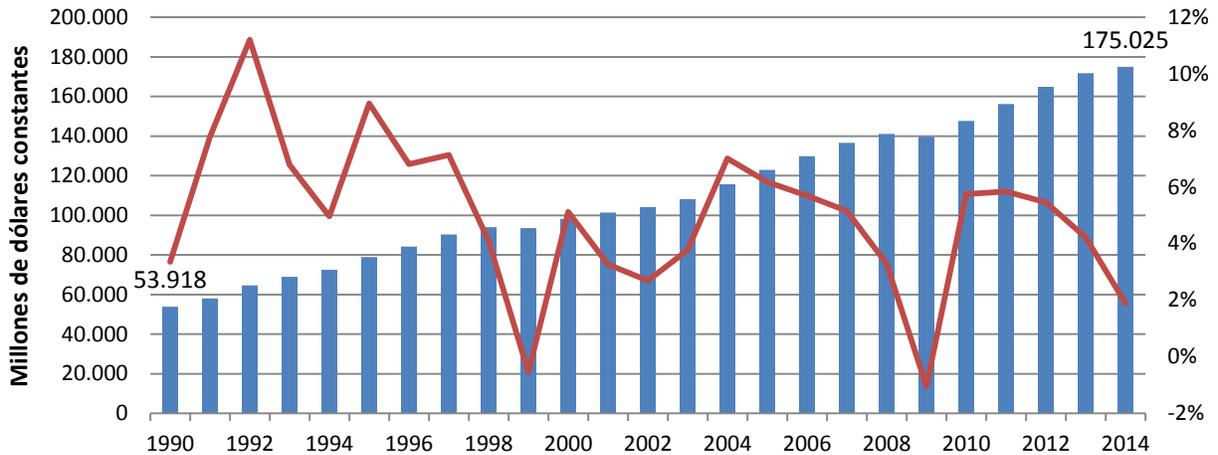


Fuente: CEPALSTAT

Desde 1990, Chile ha experimentado un crecimiento económico rápido, crecientemente diversificado y liderado por las exportaciones, con un incremento del 325% del PIB (Gráfico 12). La tasa de crecimiento promedio del producto desde el 2000, excluido el año 2009, se ubica en torno al 4,6%, representando un dinamismo importante de la economía, aunque inferior al registrado entre 1990-2000, que fue de alrededor de 7,0%, excluido el año 1999. El producto per cápita mantiene una trayectoria similar a la del PIB dada la baja fluctuación del crecimiento de la población. Su nivel en 2013 ascendió a USD 9.817 (constantes), colocando al país dentro de la clasificación de ingreso medio.

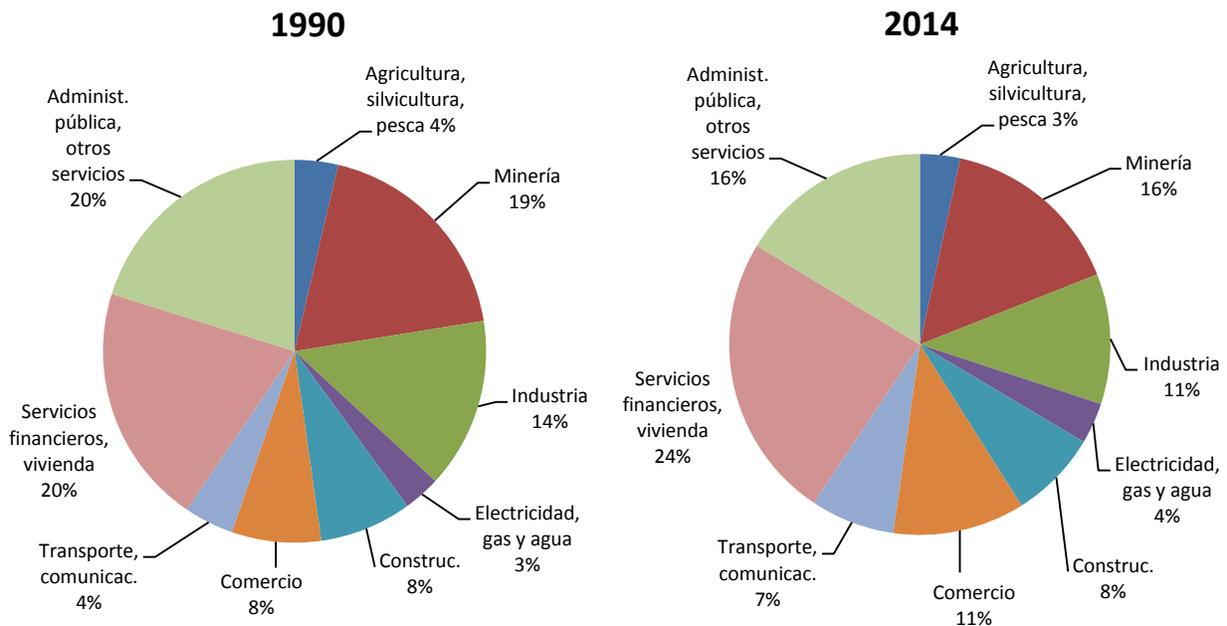
La descomposición del producto por actividad económica muestra todavía una gran importancia de la actividad extractiva, siendo la producción de cobre la más importante de ellas (Gráfico 13).

Gráfico 12: EVOLUCIÓN Y TASA DE CRECIMIENTO DEL PIB



Fuente: Banco Central de Chile y CEPALSTAT

Gráfico 13: DESCOMPOSICIÓN DEL PRODUCTO POR ACTIVIDAD ECONÓMICA



Fuente: Banco Central de Chile y CEPALSTAT

Este desarrollo económico se ha apoyado en políticas macroeconómicas y sociales sólidas y estables, y ha tenido como consecuencia tasas de desempleo bajas (entre el 6 y el 10%, desde los años noventa) y una reducción significativa de la pobreza. Si en 1990 más del 38% de la población vivía en situación de pobreza –el 13% en indigencia–, en el año 2013, menos del 8% se encontraba en esta situación y la indigencia se reducía al 2.5%. Al igual que en el resto de los

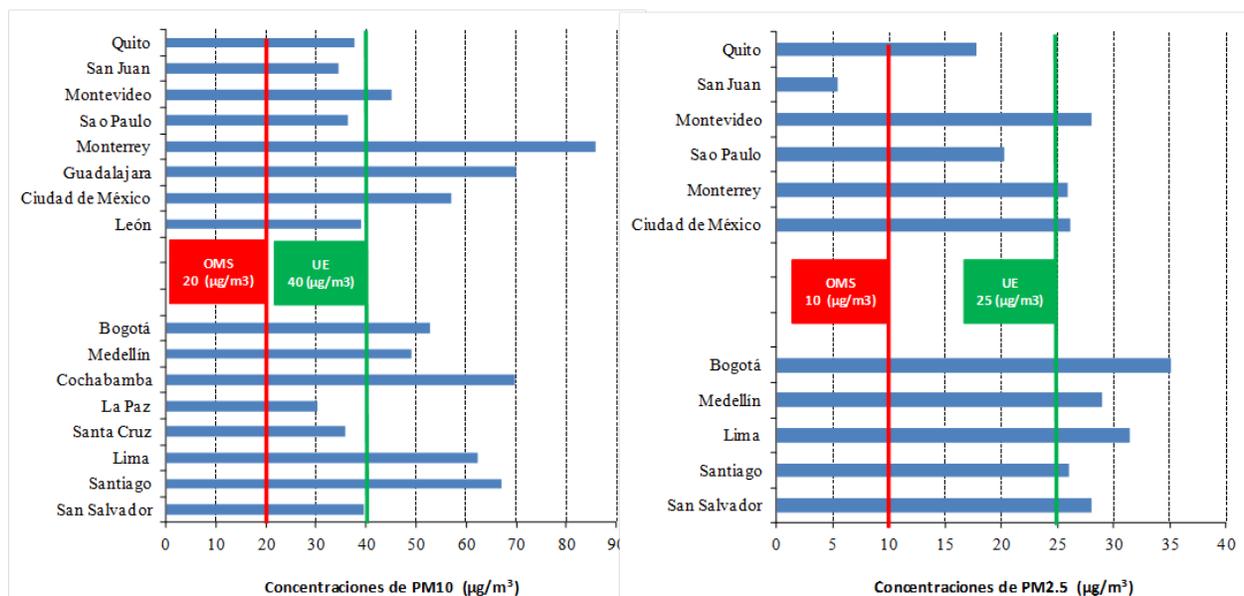
países de América Latina y el Caribe, la distribución de ingresos es aún un punto débil en Chile. Si bien el coeficiente de Gini se situaba en torno a 0.55 a inicios de los noventa y actualmente ha bajado al 0.51, las cifra promedio de los países OCDE, grupo al que Chile pertenece, se limita a 0.32. Además, el importante nivel de desigualdad en el país se corrobora con el hecho de que el decil de más altos ingresos percibe en promedio 26,5 veces lo que percibe de ingresos el decil de menores ingresos, frente a menos de 10 veces en la OCDE. En resumen, Chile es el país que tiene el más alto nivel de desigualdad entre los países OCDE y por tanto cualquier política aplicada debe analizar los impactos distributivos incentivando acciones socialmente progresivas.

El éxito económico también ha ejercido una considerable presión sobre algunos recursos naturales, sobre todo en los sectores de mayor auge como la minería, la silvicultura y la acuicultura. La calidad ambiental también se ha visto afectada. En efecto, la contaminación atmosférica ha sido y sigue siendo uno de los mayores desafíos para la gestión ambiental, siendo responsable de al menos 4000 muertes prematuras e importantes costos médicos y de pérdidas de productividad anualmente (Ministerio del Medio Ambiente, 2013). Agua, residuos y la gestión de la diversidad enfrentan una situación similar.

Si bien el pilar ambiental ha estado tradicionalmente más relegado, la creación de la institucionalidad ambiental (Comisión Nacional del Medio Ambiente) y la legislación marco sobre medio ambiente en la década de los noventa (Ley de Bases Generales del Medio Ambiente, N 19.300 de 1994), la implementación del sistema de Evaluación de Impacto Ambiental en 1997 y de numerosos planes de descontaminación (en particular el de la Región Metropolitana), junto a los fuertes problemas de salud asociados a contaminación, principalmente atmosférica, los aspectos ambientales recogidos en los acuerdos de libre comercio y la posterior incorporación a la OCDE, han contribuido a subir el nivel de la preocupación por el medio ambiente dentro de las políticas públicas y a una mayor concienciación ciudadana. Ello ha venido acompañado de la producción de información de variables ambientales no disponible en otros países de la región, accesible gracias a la normativa sobre acceso a la información ambiental y, recientemente, de la creación del Ministerio del Medio Ambiente, la Superintendencia de Medio Ambiente y los Tribunales ambientales.

No obstante los avances de los últimos 20 años, aún hoy la calidad del aire supera los niveles establecidos en las normas de calidad tanto anuales como diarias, especialmente respecto a material particulado fino, contaminante con fuertes impactos sobre la salud y calidad de vida. Además la capital, Santiago se mantiene entre las más contaminadas de la región superando ampliamente los estándares recomendados por la UE y la Organización Mundial de la Salud (Gráfico 14).

Gráfico 14: CONCENTRACIONES DE PM10 Y PM2.5 EN CIUDADES SELECCIONADAS DE AMÉRICA LATINA, 2011



Fuente: CEPAL (2014) sobre la base de Clean Air Institute (2012)

En resumen, Chile es una economía con crecimiento interesante y estable, políticas macroeconómicas conservadoras, prudentes y generalmente contra-cíclicas, competitiva y abierta al mundo, con prácticamente pleno empleo y extrema pobreza muy limitada, pero que esconde una fuerte desigualdad de ingreso entre hogares y entre regiones y una gran demanda insatisfecha de políticas sociales por parte de la población, que no se ve beneficiada de los frutos de un modelo económico exitoso. Ambientalmente, el país depende fuertemente de sus recursos naturales. Minería, principalmente cobre, recursos forestales y pesqueros son bases de su crecimiento exportador. Las externalidades ambientales han generado graves daños a la salud de la población y causan una creciente conflictividad socio-ambiental que atenta sobre el modelo de desarrollo que privilegia las soluciones de mercado y el papel subsidiario del Estado. El desarrollo sostenible es pues una prioridad de futuro que se ha de construir sobre los resultados de las políticas adoptadas en décadas recientes y sobre las políticas que se discuten en la actualidad.

IV. POLÍTICAS NACIONALES PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE EN CHILE

La estrategia de desarrollo seguida por Chile hasta el año 1990 se caracterizaba por políticas que se diseñan en el marco de un gobierno autoritario, por tanto con escasa participación ciudadana, con una confianza total en el funcionamiento de los mercados, muy escasa regulación de los mismos, minimización del rol del Estado y de la necesidad de planificación, débil presencia de las demandas sociales y de los temas ambientales y de aquellos asociados a las comunidades indígenas. Básicamente se pensaba que por el mero hecho de fomentar el crecimiento en un sistema liberal de mercado, éste traería como consecuencia una progresiva mejora de los indicadores sociales, es decir, el modelo de desarrollo se basaba en la “teoría del chorreo”. Las consecuencias ambientales del modelo no eran tenidas en cuenta.

En efecto, durante los ochenta primó el concepto de un Estado asistencial y subsidiario. En ese periodo se descentralizó la provisión de servicios por parte del sector público y se impulsó un mayor papel del sector privado en la producción y entrega de servicios sociales. Los programas universales fueron reducidos, y el gasto fue focalizado en objetivos específicos: la erradicación de la pobreza extrema, la protección de los recién nacidos y el mantenimiento de los servicios básicos. A pesar que en el periodo el gasto social se redujo fuertemente, su focalización permitió importantes mejoras en indicadores de desarrollo humano básicos. Sin embargo, la reducción del gasto tuvo como consecuencia un deterioro progresivo en el acceso y calidad de los bienes y servicios sociales. Además, los niveles de pobreza experimentaron también un importante aumento en el periodo. Si bien es difícil comparar cifras, a fines de los ochenta, la pobreza alcanzó cerca de un 45%.

En el período democrático, que se inicia en 1990, las políticas tienden a asignar un mayor papel al Estado y a la regulación de los mercados, sin abandonar las estructuras económicas desarrolladas en el período anterior. De esta manera, las políticas sociales en Chile sufrieron profundos cambios desde comienzos de la década de los noventa durante la que se fortaleció en forma importante la acción pública social. A partir de esa década se cambia el enfoque hacia políticas integradoras. Consistente con las metas del nuevo gobierno en cuanto a equilibrar crecimiento y estabilidad macroeconómica con los objetivos de equidad y reducción de la pobreza, se privilegia la inversión social por encima del asistencialismo. Los cambios en las prioridades presupuestarias y su reorientación a programas sociales, en conjunto con el crecimiento económico y una política fiscal sostenible -que no ha operado pro-cíclicamente- han permitido la generación sostenida y creciente de recursos para financiar el gasto social, aún en los períodos de desaceleración.

Por otro lado, la relegación de las consideraciones ambientales a un segundo plano, unido al crecimiento económico, generó crecientes niveles de contaminación y una acumulación de pasivos ambientales que afectan la calidad ambiental del país. El desarrollo de las industrias

manufactureras y de la minería, sin una gran preocupación por el medio ambiente, junto con la concentración de la población en ciudades, y el creciente número de vehículos en manos privadas, entre otros factores, han tenido graves consecuencias sobre la calidad del agua, el aire y el suelo, y por ende sobre la calidad de vida de la población.

Efectivamente, el país a inicios de los noventa mostraba un amplio prontuario en lo que respecta a la calidad del medio ambiente (Sunkel, 1996; Universidad de Chile, 2000; O’Ryan, Miller y De Miguel, 2003; O’Ryan, De Miguel, Miller y Munasinghe, 2005; Munasinghe *et al.*, 2006), destacando: i) la contaminación atmosférica en numerosas ciudades -encontrándose la capital entre las más contaminadas de América Latina y el Caribe-, en zonas mineras y con actividades industriales específicas, como producción de celulosa y harina de pescado, y en enclaves de generación termoeléctrica. En ciertas zonas, diversos contaminantes superan la norma nacional y las recomendaciones internacionales; ii) altos niveles de contaminación del agua asociados a efluentes urbanos e industriales sin tratamiento, que afectan a aguas superficiales, subterráneas y al borde costero; iii) escasez hídrica en el centro y norte del país; iv) inadecuada planificación urbana y escasez de zonas verdes; v) manejo inadecuado de los residuos sólidos y su disposición final, en particular los peligrosos; vi) degradación y erosión de suelos, ligados a las técnicas agropecuarias y forestales y el crecimiento urbano; vii) amenazas para el bosque nativo debido a la sobreexplotación y la ausencia de protección efectiva; viii) sobreexplotación de los recursos hidrobiológicos/pesqueros y agotamiento de la biomasa; y ix) pobre manejo de sustancias químicas peligrosas y ausencia de identificación y monitoreo de los pasivos ambientales asociados a la actividad minera.

La presión social, unida a la mayor preocupación internacional sobre el tema y el proceso de apertura de Chile, que imponía ciertas demandas ambientales, contribuyó al fortalecimiento de la institucionalidad y legislación ambiental durante los años noventa ya mencionado. Con la creación de la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA) en 1990, la administración chilena dio un paso adelante en la unificación de las políticas ambientales a través de una agencia que identificaría los aspectos más críticos, crearía políticas y daría seguimiento al cumplimiento de las regulaciones, estándares y otras medidas aplicables. La Ley de Bases del Medio Ambiente de Chile, promulgada en 1994, incorporó el concepto de Desarrollo Sustentable. Se refrenda la idea de que no puede haber progreso sólido y estable si no existe simultáneamente justicia social y conservación ambiental, reforzando la posibilidad de fomentar el crecimiento económico a la vez que se protege el medio ambiente, se erradica la pobreza y se alcanza una mayor equidad social.

No obstante los esfuerzos de la joven autoridad ambiental, la promulgación de leyes, normas de calidad de aire, agua y suelo, normas de calidad para combustibles, normas de eficiencia energética, etc.; el desarrollo de planes de descontaminación de zonas urbanas y en áreas aledañas a las actividades mineras; la aplicación de diversos instrumentos económicos para la gestión ambiental y los recursos naturales; la inversión en infraestructura (planes de transporte público urbano, pavimentación de calles, tratamiento de aguas servidas, etc.), en Chile no ha

habido una correspondencia directa entre los principios del desarrollo sostenible y la práctica. Las políticas explícitas de las autoridades ambientales frecuentemente chocan con las políticas ambientales implícitas de ministerios sectoriales y del área económica, las fallas de coordinación son reiteradas y las evaluaciones de las políticas ambientales y las decisiones sobre éstas se realizan en forma separada de aquellas que tienen relación con los objetivos económicos y sociales, y viceversa. Es decir, falta mucho para una verdadera integración de la temática ambiental en las políticas públicas.

Es por ello que en este apartado se analizarán los progresos hacia el desarrollo sostenible de Chile mediante la evaluación del cumplimiento de los objetivos del Milenio. Los ODM tratan de dar una visión integrada del desarrollo a través de una serie de indicadores sociales y ambientales mínimos. Asimismo, se explorará la aplicación de diversos instrumentos económicos, particularmente impuestos ambientales (en Chile los impuestos ambientales no han sido aplicados aunque hay impuestos importantes sobre los combustibles), cuidando de que contribuyan a mejorar la calidad del medio ambiente sin frenar el progreso de los indicadores sociales y el crecimiento económico, principales preocupaciones del país. En cierta medida, buscando un doble dividendo. Finalmente se explorarán algunos elementos que condicionan la sostenibilidad del modelo de desarrollo chileno basado en los recursos naturales.

IV.1 El cumplimiento de los objetivos de desarrollo del Milenio en Chile¹⁶

En el marco de la Cumbre del Milenio, organizada por las Naciones Unidas en el año 2000 para abordar los principales desafíos mundiales en materia de desarrollo y cooperación, Chile fue uno de los 189 Estados que aprobaron la “Declaración del Milenio”. Esta Declaración estableció ocho objetivos que comprometieron a los países a realizar sus mayores esfuerzos para erradicar la pobreza extrema y el hambre; lograr la enseñanza primaria universal; promover la igualdad entre los géneros y la autonomía de la mujer; reducir la mortalidad infantil; mejorar la salud materna; combatir el VIH/SIDA, el paludismo y otras enfermedades; garantizar la sostenibilidad del medio ambiente; y fomentar una asociación mundial para el desarrollo. Las metas implicaban progresos respecto de la situación de Chile en 1990 (Cuadro 18) que ya entonces era relativamente buena en el contexto regional.

En O’Ryan, De Miguel y Lagos (2008) se examina si el país cumpliría con los ODM comprometidos dentro del plazo previsto y, en caso negativo, se establecen políticas específicas que permitirían lograrlos. Para ello se proyecta una trayectoria económica hasta el 2015, primero sin imponer el cumplimiento de las ODM y luego imponiendo su cumplimiento, bajo diferentes supuestos de crecimiento del producto y gasto social, entre otras variables económicas claves. Las simulaciones de los distintos escenarios se realizan mediante el modelo de equilibrio general dinámico “MAquette for MDG Simulation” (MAMS), descrito en el capítulo II.

¹⁶ Basado en O’Ryan, De Miguel y Lagos (2008) y O’Ryan, Pereira y De Miguel (2011).

Cuadro 18 : SITUACIÓN DE LOS OBJETIVOS DE DESARROLLO DEL MILENIO: METAS SECCIONADAS

	Meta a lograr	Indicador utilizado	1990	2003	Meta al 2015
ODM 1	Reducir a la mitad, entre 1990 y 2015, el porcentaje de la población cuyos ingresos son inferiores a 1 dólar por día (PPA)	Porcentaje de la población viviendo con o menos de 1 dólar al día	3,5	2,3	1,7
ODM 2	Todos los niños y niñas puedan terminar un ciclo completo de enseñanza primaria	Tasas de graduación de la educación primaria (%)	84,5	81,6	100
ODM 4	Reducir en dos terceras partes la mortalidad de niños menores a 5 años.	Tasa de mortalidad infantil bajo 5 años (por 1.000 nacidos vivos)	19,3	9,6	6,4
ODM 5	Reducir entre 1990 y 2015 la mortalidad materna en tres cuartas partes	Mortalidad materna (por 10.000 nacidos vivos)	4,0	1,9	1,0
ODM 7a	Reducir a la mitad para el año 2015 el porcentaje de personas que carezcan de acceso sostenible al agua potable.	Porcentaje de hogares con acceso a agua potable en zonas urbanas	97,4	98	99
ODM 7b	Reducir a la mitad para el año 2015 el porcentaje de personas que carezcan de acceso sostenible a servicios básicos de saneamiento.	Porcentaje de hogares con acceso a alcantarillado en zonas urbanas	82,6	94,4	97,2

Fuente: O’Ryan, De Miguel y Lagos (2008)

Considerando que no sería fácil mantener altas tasas de crecimiento en forma prolongada, se examina el impacto sobre el cumplimiento de las metas del milenio al 2015 bajo un escenario de crecimiento moderado para Chile (4,5%) tanto del gasto público como del PIB. Esto refleja la política chilena de austeridad fiscal que relaciona de manera estrecha la evolución de ambas variables para mantener los equilibrios macroeconómicos fundamentales. Los resultados mostraron que el cumplimiento de los ODM estaba prácticamente asegurado manteniendo las políticas públicas existentes. Salvo el ODM 2, que busca el logro de una completa educación primaria, y que llegaría a un nivel de cumplimiento del 98,1%, el resto de las metas se alcanzarían en los primeros años del periodo de análisis. En conclusión, la senda base es bastante auspiciosa para Chile respecto del cumplimiento de las metas del milenio, lo que se explica en el aumento del gasto social y la reformas educacionales emprendidas desde los años noventa, que abrieron grandes oportunidades, en particular a los sectores más pobres del país. Sin embargo, hay varios temas pendientes. Uno tiene relación con las tasas de retención y graduación del ciclo escolar. La segunda es la calidad de los servicios educativos que el país entrega, sobre todo a nivel de la enseñanza pública. El acceso a la educación pre-escolar también muestra indicadores deficitarios.

En términos de mortalidad infantil y materna se aprecian significativos avances en las últimas dos décadas. Las metas del milenio para ambas variables se cumplen apenas a mediados de los años 2000, manteniéndose las políticas actuales existen. El aumento de la cobertura del sistema de salud y la alta atención profesional de los partos, entre otras razones, lleva a pensar que las actuales tasas de mortalidad infantil y materna en gran parte se explican por situaciones de vulnerabilidad específicas (prematuridad extrema, complejidad del embarazo, aborto, etc.). Lo anterior exigiría, para mejorar los índices más allá de lo establecido por los ODM, de políticas específicas para estos grupos en riesgo. Políticas generales de incrementos en el gasto en salud ya no serían tan efectivas.

En cuanto al acceso al agua potable, tanto a nivel urbano como rural se completaría el 100% de provisión. En términos de los ODM en alcantarillado y agua potable la simulación señala que Chile alcanzará las metas con antelación al año establecido. Cabe destacar además, que uno de los principales logros de los últimos quince años es el espectacular incremento en el tratamiento de aguas servidas, que creció significativamente desde el 0% al inicio de la democracia, hasta rondar el 80% a mediados de los años 2000 con el objetivo de llegar al 95% antes de la fecha establecida en la Cumbre del Milenio.

Hasta inicios de la década de los 2000, los pobres con ingresos menores a US\$1 por día habían disminuido a la mitad respecto del año 1990, situándose en un 2,3% de la población, nivel bastante bajo para los estándares latinoamericanos, y muy cercano a la meta establecida para el 2015 (1,7%). Sin embargo, Chile mostraba hasta el año 2003 un persistente problema de desigual distribución del ingreso, que se mantenía prácticamente invariable desde los años sesenta. De hecho, el coeficiente Gini autónomo por hogar de 0,57 situaba a Chile entre los países con peor desempeño en este ámbito. La última encuesta de caracterización socioeconómica (CASEN) muestra que la mantención de las políticas, su mejora continua y el persistente crecimiento económico ha permitido reducir levemente ese mal indicador.

Los resultados de la senda que mantiene las políticas y el gasto focalizados y una tasa de crecimiento moderada pero alta para estándares Latinoamericanos (4,5%) muestran resultados similares para el 2015. La pobreza se reduce sustancialmente, llegando al 0,9% ese año, superando holgadamente la meta establecida. Otro resultado de gran interés en la senda base es que la distribución del ingreso familiar mejora de manera importante, llegando el índice de Gini a 0,47. Esto rompería una tendencia histórica de *status quo* en la distribución del ingreso.

Estos resultados se explican en buena medida por la evolución que se espera en el mercado del trabajo. Bajo un contexto de estabilidad y crecimiento sostenido de la economía, hay efectos tanto en la oferta como en la demanda de trabajo. Asociado al crecimiento de la economía hay un aumento en la demanda de trabajo en los sectores más dinámicos. Por el lado de la oferta, se observa un estancamiento relativo de la oferta laboral no calificada y un rápido aumento de la calificada. En consecuencia, el salario de los no calificados y semi calificados aumenta a una tasa promedio anual más alta que la de los calificados. Lo anterior tiene tres

consecuencias importantes. Primero, los salarios promedio aumentan en el periodo; segundo, la brecha salarial entre calificados y no calificados se reduce de 9,7 veces a 8,1 veces. Tercero, la disminución del desempleo conlleva una mayor incorporación relativa de la mujer y a la vez su ingreso laboral promedio aumenta más fuertemente que el de los hombres. Con ello se reduce la pobreza y a la vez se mejora la distribución del ingreso familiar.

Sin embargo todos los positivos resultados anteriores no están asegurados. Para una tasa de crecimiento promedio en el periodo por debajo del 3% no se cumplirían los objetivos de agua y saneamiento. Un crecimiento de la economía cercano al 1% impediría alcanzar además la meta de mortalidad infantil. En las simulaciones alternativas a la senda base en las que se analizan los efectos de diversas políticas de financiamiento para lograr el cumplimiento de las ODM al 2015 en Chile, la única meta que requiere de un leve mayor esfuerzo público es la relativa a educación primaria (ODM 2). Al imponer su cumplimiento el año 2015 los impactos sobre las variables macroeconómicas son muy leves, pero los requerimientos financieros adicionales para cumplirla exigiría aumentar la tasa de crecimiento del gasto público en forma transitoria hasta el 6,3%. Si esto se financia con impuestos directos a los hogares, el efecto sobre éstos sería significativo debido a que por cinco años debieran aumentar en promedio un 22%. Considerando este impacto sobre impuestos directos, parece razonable que el logro de esta meta se financie vía endeudamiento interno o financiamiento externo. No obstante, políticas más agresivas de mejoramiento de acceso y calidad en la educación secundaria y universitaria requerirán reformas fiscales más agresivas aún.

En síntesis, Chile no deberá incurrir en mayores costos para cumplir las metas del milenio. Bastará que siga con una senda de crecimiento del gasto público y del PIB como la que se proyecta. Sin embargo debe hacer ajustes en el gasto para cumplir el objetivo de educación, lo que implica aumentarlo de manera importante durante algunos años.

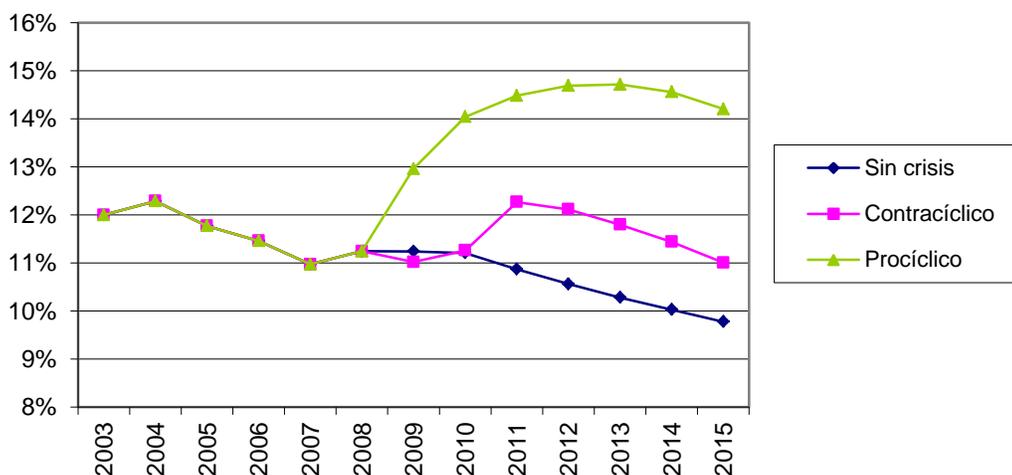
En O’Ryan, Pereira y De Miguel (2011) se evalúan, con el mismo modelo de EGC, los efectos de la crisis financiera originada en el año 2008 en la senda sobre la que Chile avanzaba a paso firme para el cumplimiento de los ODM. En efecto, considerando la magnitud de esta crisis se consideró necesario volver a evaluar el cumplimiento de los ODM con el modelo MAMS¹⁷. Para ello, se desarrollaron diversos análisis comparativos de escenarios que incorporan un menor crecimiento y la aplicación, por parte del gobierno, de una política contracíclica que permite aminorar los efectos de la crisis. Esta última, asume que Chile aumenta el gasto social en un 7,8% y el gasto en infraestructura en un 8,8% en el año 2009, como entonces fuera anunciado, y se evalúan las fuentes de financiamiento.

En el mercado laboral, ligado a los indicadores sociales y al objetivo de educación, el modelo no arrojó mayores efectos sobre el empleo no calificado y semi calificado bajo ninguno de los escenarios considerados. Sin embargo, el desempleo de los trabajadores calificados varía

¹⁷ Se utilizó la matriz de contabilidad social del 2003 y microsimulaciones, siguiendo Vos y Sánchez (2010), para la meta de pobreza.

considerablemente en relación al escenario sin crisis. Como se aprecia en el Gráfico 15, en el año 2015 el aumento del desempleo de los trabajadores con educación terciaria bajo el escenario con crisis varía entre un 15% (con política contracíclica) y un 45% (sin política contracíclica) con respecto al escenario sin crisis.

Gráfico 15: EVOLUCIÓN DEL DESEMPLEO TERCIARIO ANTE DISTINTOS ESCENARIOS
(Porcentaje de la población económicamente activa)



Fuente: O'Ryan, Pereira y De Miguel (2011) sobre la base del modelo MAMS

Respecto del cumplimiento de los ODM, los resultados permiten concluir que las diferencias no serán tan significativas (Cuadro 19). Habrá un retroceso en cuanto al avance en los indicadores pero el cumplimiento de las metas solo se afecta levemente. Además, los resultados obtenidos muestran la importancia de aplicar políticas contracíclicas y de disponer de recursos para financiarlas, como sucede en el caso chileno por medio del fondo de estabilización económico y social (FEES). En efecto, considerando un escenario base con crisis y sin políticas paliativas contracíclicas, en el año 2015 se amplía levemente la brecha de cumplimiento respecto de la meta de educación (se llega a 99% vs 99,2%). Además, las metas de agua potable y alcantarillado no se cumplirían, aunque la brecha sería marginal. Pese a que se cumplen las metas de pobreza y de mortalidad infantil, la holgura en su cumplimiento respecto de un escenario base sin crisis, se vería reducida.

Por tanto, ante la crisis, las políticas contracíclicas impulsadas por el gobierno y su financiamiento por el FEES permiten mitigar levemente el aumento en las brechas de incumplimiento y las reducciones en la holgura de las metas ya cumplidas. De hecho la meta de agua potable se cumpliría gracias a las políticas contracíclicas. Además, estas políticas permiten reducir el impacto de la crisis sobre la pobreza (Cuadro 20). Sin estas medidas paliativas, producto de la crisis, la pobreza al 2015 sería un 27% más alta y la indigencia un 14% mayor. Al aplicarlas, el efecto de la crisis sobre estos indicadores baja en cerca de 40%. Cabe destacar que

con las políticas contracíclicas el porcentaje de la población que vive con 1US\$ al día incluso mejora levemente su situación respecto del escenario precrisis.

Cuadro 19: CUMPLIMIENTO DE LOS ODM

	Meta	Indicador	Año 2003	Meta al 2015	Sin crisis	Contra cíclico	Pro cíclico
					Indicador al 2015*		
ODM 2	Que todos los niños y niñas (del cohorte de edad) puedan terminar un ciclo completo de enseñanza	Tasa de graduación de la enseñanza primaria a tiempo	86.3	100	99.2	99.1	99.0
ODM 4	Reducir en dos terceras partes la mortalidad de niños menores de 5 años	Tasa de mortalidad infantil bajo 5 años (por 1000 nacidos vivos)	9.6	6.4	5.0	5.2	5.2
ODM 5	Reducir en tres cuartas partes mortalidad materna	Mortalidad materna (por 100.000 nacidos vivos)	19	10	10	10	10
ODM7a	Reducir a la mitad el porcentaje de personas que carezcan de acceso sostenible al agua potable	Porcentaje de hogares con acceso a agua potable	98.0	99.0 ¹	99.8	99.0	98.9
ODM7b	Reducir a la mitad el porcentaje de personas que carezcan de acceso sostenible a servicios básicos de saneamiento	Porcentaje de hogares con acceso a alcantarillado	94.4	97.2 ¹	99.3	97.1	97.1

Fuente: O'Ryan, Pereira y De Miguel (2011) sobre la base del modelo MAMS

* Los números remarcados en gris indican que no se logra la meta.

1/ En virtud de que la meta ya está cumplida al 2003, para efectos de los ejercicios de simulación con el modelo MAMS se re estimó la misma, tomando 2003 como año base en lugar de 1990.

Cuadro 20: ANÁLISIS DE POBREZA E INDIGENCIA, 2006-2015

		2006	2015	Evolución 2006-2015
Pobreza	Sin crisis	13.7	7.1	-48%
	Contracíclico	13.7	8.3	-39%
	Procíclico	13.7	9.0	-35%
Indigencia	Sin crisis	3.2	2.1	-35%
	Contracíclico	3.2	2.2	-32%
	Procíclico	3.2	2.4	-26%
Porcentaje de la población que vive con 1usd al día	Sin crisis	0.72	0.63	-12%
	Contracíclico	0.72	0.60	-16%
	Procíclico	0.72	0.64	-11%
Porcentaje de la población que vive con 2usd al día	Sin crisis	2.0	1.5	-25%
	Contracíclico	2.0	1.6	-22%
	Procíclico	2.0	1.7	-18%

Fuente: O'Ryan, Pereira y De Miguel (2011) sobre la base de micro simulaciones y resultados del modelo MAMS

Lo anterior pone de manifiesto la importancia de ahorrar durante las “vacas gordas” para permitir gastar cuando hay una crisis. De hecho este ahorro permite aumentar el gasto para los ODM en el 2008 y 2009 y financiar las políticas contracíclicas que se aplican posteriormente en la simulación realizada. Gracias a ello no hace falta aumentar el gasto público del 2010 en adelante para cumplir las metas de los ODM, ni aplicar otros instrumentos como impuestos, que afectarían otros indicadores económicos de manera negativa al generar un efecto expulsión (*crowding out*) en la economía que hubiera reducido el efecto de las políticas sociales.

IV.2 Políticas para enfrentar la contaminación atmosférica y efectos sociales cruzados¹⁸

A inicios de los años noventa la contaminación atmosférica en las grandes ciudades, y en particular en Santiago de Chile, era uno de los principales problemas ambientales, con graves consecuencias sobre la salud de los chilenos (tanto mortalidad prematura como morbilidad asociada principalmente a enfermedades respiratorias) y sobre el sistema económico por sus efectos negativos sobre la productividad laboral, costes en salud, y degradación de infraestructura, además de los efectos sobre bienestar y calidad de vida (Cuadro 21).

Cuadro 21: ZONAS SATURADAS DE CONTAMINACIÓN EN CHILE

<i>Región</i>	<i>Territorio</i>	<i>Saturado de:</i>	<i>Año</i>
II	Áreas de María Elena y de Pedro de Valdivia	PM-10	1993
II	Campamento de Chuquicamata	SO ₂ , PM-10	1991
II	Área de la fundición de Potrerillos	SO ₂ , PM-10	1997
III	Área de la fundición Hernán Videla	SO ₂	1993
V	Localidad de Chagres	Latente de SO ₂	1991
V	Área de la fundición de Ventanas	SO ₂ , PM-10	1993
VI	Área de Caletones	SO ₂ , PM-10	1994
RM	Área Metropolitana de Santiago	PM-10, CO ₂ , O ₃ , latent de NO _x	1996

Fuente: CONAMA (1997, 1998)

Es por ello que O’Ryan, Miller y De Miguel (2003) encaran el análisis de medidas para el control de la contaminación atmosférica, artículo que se reproduce íntegramente en el Anexo 1. En O’Ryan, de Miguel, Miller y Munashinghe (2005), también reproducido en el Apéndice 1, se profundiza este análisis estudiando los efectos cruzados de las políticas ambientales y sociales para Chile. O’Ryan, De Miguel, Pereira y Lagos (2008) y De Miguel, O’Ryan, Pereira y Carriquiri (2011), sesgan este análisis enfrentando las políticas ambientales y energéticas, y la relación de éstas con el cambio climático, respectivamente. Todos estos análisis utilizan el modelo ECOGEM-Chile (véase capítulo II).

El primero de los artículos mencionados analiza los impactos de aplicar bien un impuesto a las emisiones de material particulado grueso, bien un impuesto a los combustibles, con el

¹⁸ Basado en O’Ryan, Miller y De Miguel (2003) y O’Ryan, De Miguel, Miller y Munashinghe (2005).

objetivo de reducir las emisiones de PM-10 en un 10%. Siguiendo la estrategia de no alterar los equilibrios fiscales, para mantener el ahorro público real constante, se eligió compensar la mayor recaudación derivada de los impuestos ambientales reduciendo el impuesto a las empresas o el IVA como alternativas de impuestos compensadores. Las siguientes conclusiones pueden derivarse como resultado de esa política:

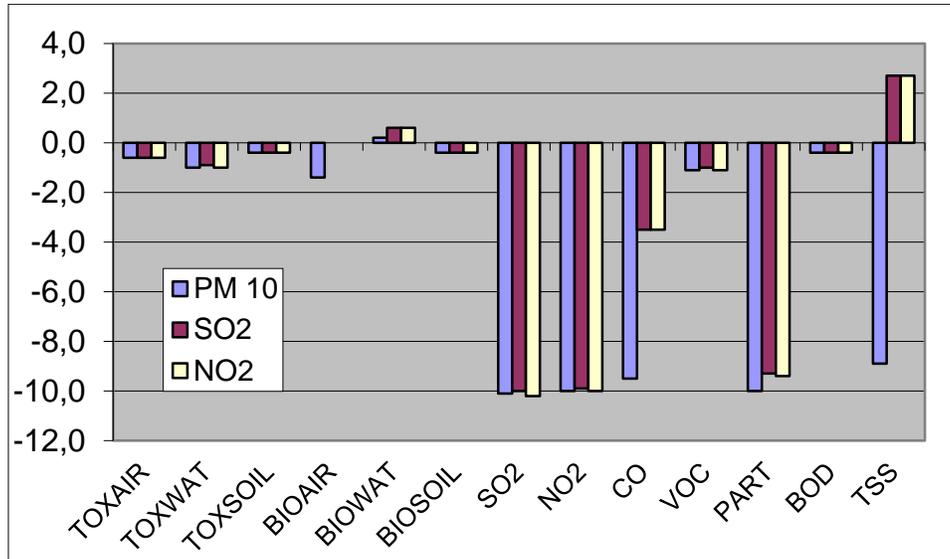
- (a) Los impactos macroeconómicos son negativos, aunque no significativos, con independencia del instrumento de política aplicado.
- (b) Los sectores ganadores y perdedores sufren impactos asimétricos considerables. Los sectores perdedores enfrentan impactos severos mientras que los sectores ganadores ganan poco.
- (c) La magnitud del impacto en cada sector depende fuertemente del instrumento utilizado. La mayor disminución en el valor de la producción (en refinación del petróleo) alcanzó el 10% del producto sectorial cuando se aplicó un impuesto a las emisiones del PM-10, y más del 20% cuando se gravaron los combustibles. Por otro lado, los sectores que más se beneficiaron fueron el del agua (con el impuesto a las emisiones del PM-10) y el de gas (cuando se aplicó un impuesto a los combustibles), aumentando los valores de su producto en 3.3% y 2.4%, respectivamente.
- (d) En general, los impuestos compensadores, si se eligen adecuadamente, pueden reducir significativamente los impactos regresivos. Sin embargo, no tienen consecuencias sobre los impactos macroeconómicos ni sectoriales. Compensar con IVA es en general menos regresivo que reducir los impuestos a las empresas.
- (e) Las autoridades puede también evaluar recortes considerables en los impuestos a las empresas (de hasta el 15%) como una alternativa. Aunque son más regresivos, pueden hacer más digerible para el sector privado la aplicación de las políticas ambientales.

El segundo de los artículos profundiza este análisis en dos sentidos: primero se pregunta a qué contaminantes atmosféricos se debiera aplicar los impuestos ambientales de manera de alcanzar mejor los objetivos ambientales; segundo, analiza las políticas sociales a la luz de las políticas ambientales. Esto permite ver los efectos cruzados entre ambas. Para ello se simulan seis políticas: tres políticas ambientales, que respectivamente aplican impuestos a las emisiones de tres contaminantes del aire, PM10, SO₂ y NO₂, para reducir las emisiones de cada uno de ellos en un 10%, respectivamente; una política social relacionada con el sistema de transferencias a los hogares de Chile; un política combinada de impuestos al PM10 y transferencias a los hogares; y finalmente se simula el impuesto a las emisiones de material particulado en un contexto de desempleo.

Después de analizar las tres primeras políticas ambientales, la conclusión es que gravar el PM10 obtiene mejores resultados en materia ambiental que implementar impuestos para los otros dos contaminantes atmosféricos (Gráfico 16 y Cuadro 22), sin que esto genere diferencias en los efectos macroeconómicos, sectoriales y sociales (Cuadro 23). La inferencia de política es clara, desde un punto de vista ambiental no es necesario gravar las emisiones de todos los

contaminantes al aire, basta con aplicar un impuesto a uno de ellos para reducir las emisiones de todos. Esto se debe a que los distintos contaminantes están conectados en general a los mismos procesos productivos. Además, encarar las emisiones de PM10 contribuye, a diferencia del caso de SO₂ y NO₂, a reducir los sólidos totales suspendidos y las sustancias bioacumulativas del aire, además de reducir comparativamente más otros tóxicos, el monóxido de carbono y los compuestos volátiles orgánicos.

Gráfico 16: IMPACTOS AMBIENTALES DE LOS IMPUESTOS A LAS EMISIONES DE CONTAMINANTES EN EL AIRE



Fuente: O’Ryan, De Miguel, Miller y Munashinghe (2005)

Nota: Las columnas relacionadas con el PM10 muestran los impactos sobre todos los contaminantes cuando se aplican impuestos al PM10; lo mismo aplica a las columnas del SO₂ y NO₂, respectivamente.

Cuadro 22: IMPACTOS AMBIENTALES DE LOS IMPUESTOS AL PM10

	Efecto Combinado	Efecto Producción	Efecto Demanda
TOXAIR	-0.6%	-0.6%	-2.8%
TOXWAT	-1.0%	-0.8%	-6.3%
TOXSOIL	-0.4%	-0.4%	0.0%
BIOAIR	-1.4%	-1.5%	-0.1%
BIOWAT	0.2%	-2.2%	0.7%
BIOSOIL	-0.4%	-0.4%	0.1%
SO2	-10.1%	-7.8%	-16.5%
NO2	-10.0%	-7.7%	-16.5%
CO	-9.5%	-8.5%	-16.3%
VOC	-1.1%	-1.3%	-0.0%
PART	-10.0%	-7.8%	-16.5%
BOD	-0.4%	-0.4%	-0.0%
TSS	-8.9%	-8.9%	-10.3%

Fuente: O’Ryan, De Miguel, Miller y Munashinghe (2005)

Cuadro 23: IMPACTOS MACROECONÓMICOS DE LOS IMPUESTOS AMBIENTALES

Impuestos al	PM 10	SO2	NO2
PIB Real	-0.2% [-0.1%]	-0.2%	-0.2%
Inversión	0.8% [0.9%]	0.6%	0.7%
Consumo	-0.6% [-0.5%]	-0.5%	-0.6%
Exportaciones	-1.1% [-1.0%]	-1.0%	-1.0%
Importaciones	-1.0% [-0.9%]	-0.9%	-0.9%

Fuente: O’Ryan, De Miguel, Miller y Munashinghe (2005)

Nota: En paréntesis los resultados de las simulaciones para el PM10 asumiendo desempleo alto.

Considerando que el impuesto al PM10 es superior para lograr reducir las emisiones de distintos contaminantes de la atmósfera –el artículo anterior también había demostrado que era mejor que aplicar un impuestos a los combustibles desde un punto de vista macroeconómico y social-, la política debe enfocarse en él, aunque con la suficiente progresividad para mitigar los leves efectos macroeconómicos y sociales. Los ingresos generados por este nuevo impuesto pueden contribuir a este fin. Las simulaciones también muestran que una situación de desempleo en Chile no sería razón para evitar la imposición ambiental, dado que ello facilitarían el ajuste intrasectorial, sin prácticamente modificar el resto de resultados aunque con un sesgo positivo.

Por otro lado, la política social simulada consistió en un aumento de transferencias equivalente al costo de crear 100.000 nuevos empleos públicos, lo que permitiría reducir la tasa de desempleo existente en ese momento, del 10%, en casi 2 puntos porcentuales. Esta política no tuvo prácticamente efectos sobre las emisiones de los contaminantes controlados en el análisis.

Cuando se combinan las políticas ambientales y sociales anteriores, los resultados mejoran tanto desde el punto de vista macroeconómico, como social. En este último caso, el efecto distributivo de la política social predomina (Cuadro 24), reforzando los beneficios de una mejor calidad ambiental sobre la salud y el bienestar de las personas, que no están calculado en este trabajo. Ambientalmente los efectos son prácticamente los mismos. Desde un punto de vista de los sectores productivos afectados, la combinación de políticas es nuevamente positiva, mitigando el efecto sobre varios de los sectores afectados negativamente por los impuestos ambientales, aunque los sectores ligados al transporte y los hidrocarburos mantienen su signo negativo.

Cuadro 24: IMPACTOS SOCIALES COMPARADOS

Ingreso real disponible	Impuesto al PM 10	Transferencias	PM10+Transf.
I Quintil	-0.6%	3.2%	2.6% (2.5%)
II Quintil	-0.6%	1.7%	1.1% (1.1%)
III Quintil	-0.6%	1.0%	0.4% (0.3%)
IV Quintil	-0.6%	0.4%	-0.2% (-0.1%)
V Quintil	-0.6%	0.0%	-0.6% (-0.2%)

Fuente: O’Ryan, De Miguel, Miller y Munashinghe (2005).

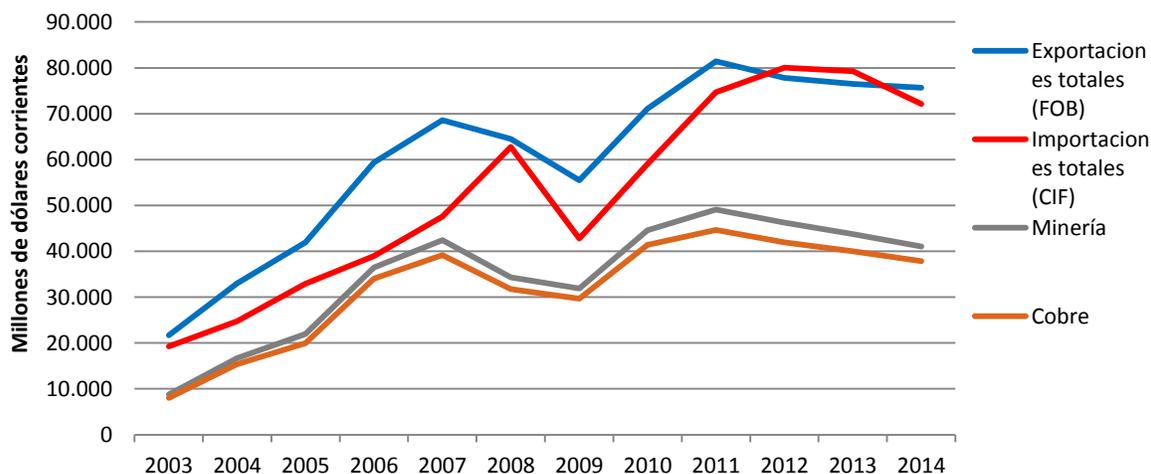
Nota: Niveles de utilidad en paréntesis.

En suma el documento muestra efectos cruzados relativamente bajos, aunque los resultados mejoran cuando se combinan las políticas sociales y ambientales, haciendo un llamado de atención sobre la necesidad de mayor coordinación de políticas y de estrategias de compensación para los sectores y hogares afectados.

IV.3 La dependencia de los recursos naturales y el desarrollo sostenible en Chile¹⁹

Chile es un país que depende de la explotación de los recursos naturales para su desarrollo. La minería representa entre el 50 y 60 del total de exportaciones, compuestas en su mayor parte por cobre. Por ello cualquier variación en su precio internacional o cualquier política que modifique el sistema impositivo en el sector, como por ejemplo la aplicación de una regalía, tendrá importantes consecuencias en el desarrollo a largo plazo del país. Por otro lado, si bien la riqueza natural de Chile es innegable, el país es también totalmente dependiente de los hidrocarburos importados para mantener su sector energético. Alteraciones en los precios internacionales del petróleo o falta de suministro de energía por sus proveedores impondrá limitaciones y serios costos en un modelo de desarrollo intensivo en el uso de energía.

Gráfico 17: EXPORTACIONES TOTALES, DE LA MINERÍA Y DEL COBRE, E IMPORTACIONES TOTALES



Fuente: Banco Central de Chile

Para analizar los impactos que el cobre genera en la economía, en Pereira, Ulloa, O’Ryan y De Miguel (2009), siguiendo la problemática del momento, se simula un aumento en el precio del metal (del 10% en el corto plazo y de un 3,6% para la estimación de largo plazo) y varias opciones de política pública. En particular, se analizan los efectos de la aplicación de una regalía del 5% a las rentas del cobre, junto a varias alternativas fiscales para el uso de la recaudación asociada: invertir lo recaudado, transferirlo directamente a los hogares, reducir el IVA o generar

¹⁹ Basado en Pereira, Ulloa, O’Ryan y De Miguel (2009) y De Miguel, O’Ryan, Pereira y Carriquiri (2011).

una mayor actividad sectorial vía rebaja de impuestos a las empresas. Se utiliza el modelo ECOGEM-Chile en su versión dinámica y una matriz de contabilidad social para el año 1996.

El análisis del aumento transitorio del precio internacional del cobre, sin cambio en las políticas públicas, permite concluir que induce un fenómeno de síndrome holandés que se manifiesta en el corto plazo y que afecta negativamente a los otros sectores exportadores (Cuadro 25).

En el corto plazo se produce una caída del tipo de cambio real y un aumento de todos los componentes del PIB. Aumentan los ingresos de los hogares pero también la desigualdad. El sector del cobre aumenta su producción, pero los demás sectores se contraen como resultado de la pérdida de competitividad y el aumento de las importaciones, lo que mantiene estable la producción total de la economía. Estos resultados no tan positivos se explican en parte por el hecho de que el sector del cobre muestra un insuficiente arrastre con otros sectores que se puedan beneficiar de su crecimiento. En el mediano y largo plazo tiende a revertirse paulatinamente la contracción del resto de sectores productivos, gatillando aumentos paulatinos en el PIB. Lo anterior genera un incremento promedio de la producción de toda la economía del 0,5% para el período de análisis 2000-2025, pero con un cambio en la estructura productiva que se enfoca más en la producción de cobre.

Cuando se cobra una regalía en un ciclo expansivo del precio del cobre, el crecimiento económico en el corto plazo no varía, pero en el largo plazo éste depende del escenario de política simulado. En los escenarios en que se otorgan mayores transferencias a los hogares y en que se aplica una reducción del impuesto al valor agregado se produce un aumento del producto menor, aunque existen mayores niveles de igualdad en la distribución del ingreso. Por el contrario, con las políticas de mayor inversión y de rebaja del impuesto a las empresas, se crece más pero la distribución del ingreso es más desigual (Cuadro 26).

Cuadro 25: VALOR BRUTO DE LA PRODUCCIÓN EN LOS ESCENARIOS SIMULADOS
(Variaciones porcentuales con respecto a la senda base)

	2005		2025		Variación promedio entre escenarios 2005-2025
	Aumento del precio	Aumento del precio y regalía	Aumento del precio	Aumento del precio y regalía	
Cobre	25,2%	22,2%	2,0%	0,2%	-2,4%
Otros Sectores	-3,0%	-2,6%	0,6%	1,0%	0,4%
Economía	-0,1%	-0,1%	0,8%	0,9%	0,1%

Fuente: Pereira, Ulloa, O’Ryan y De Miguel (2009).

En términos generales, la regalía atenúa el efecto del síndrome holandés que se produce al comienzo del ciclo, evitando que otros sectores reduzcan tan bruscamente su producción. El aumento del PIB se da en todos los escenarios salvo cuando la recaudación se utiliza para aumentar las transferencias a los hogares, en cuyo caso se presenta un efecto nulo en el largo plazo.

Cuadro 26: VARIACIÓN EQUIVALENTE DE DISTINTOS ESCENARIOS DE GASTO DE LAS REGALÍAS

(Variaciones porcentuales con respecto al escenario de aumento en el precio del cobre)

Escenarios	Quintiles	VPN*	2005	2015	2025
Inversión	VE quintil 1	-6%	-10%	-5%	-5%
	VE quintil 5	-4%	-8%	-4%	1%
	VE total	-4%	-8%	-4%	1%
Transferencia a hogares	VE quintil 1	705%	986%	617%	692%
	VE quintil 5	-52%	-19%	-53%	-97%
	VE total	12%	72%	3%	-34%
Rebaja de impuestos a las empresas	VE quintil 1	-6%	-7%	-5%	-7%
	VE quintil 5	-4%	-5%	-4%	-2%
	VE total	-4%	-5%	-4%	-2%
Rebaja de IVA	VE quintil 1	34%	86%	24%	-1%
	VE quintil 5	-6%	37%	-11%	-42%
	VE total	-1%	44%	-7%	-38%

Fuente: Pereira, Ulloa, O’Ryan y De Miguel (2009).

* El valor presente neto (VPN) se calcula al año 2005 usando una tasa social de descuento del 8%.

La mejor política de uso de los recursos de las regalías aplicadas al sector cuprífero depende de los objetivos del gobierno. Si la prioridad es el crecimiento, destinarlo a la inversión o disminuir el cobro de los impuestos directos a las empresas resulta la mejor opción. Si la prioridad es la igualdad en la distribución de la riqueza, la opción es aumentar las transferencias a los hogares.

Por otro lado, el segundo de los artículos, De Miguel, O’Ryan, Pereira y Carriquiri (2011), se centra en alta dependencia externa en el abastecimiento de hidrocarburos de Chile; este hecho ocasiona una alta sensibilidad a las variaciones en los precios de los energéticos y en sus volúmenes importados, con efectos que se transmiten a toda la economía. La dependencia energética se ejemplifica en que en el año 2005, el país importaba el 98% de las necesidades de petróleo, un 75% del gas natural (cifra que en el 2008 cae al 29%) y un 92% del consumo de carbón (aumentando a un 99% en el 2008) (CNE 2009a y CNE 2010).

La dependencia externa se incrementa aún más en el caso del gas natural, ya que el 100% de las importaciones de este energético provenían de Argentina. Sin embargo, desde el año 2004 estas importaciones se han interrumpido en forma continua y creciente debido a problemas de abastecimiento interno en Argentina. En el año 2005, estas restricciones alcanzaron en momentos un 50% respecto a los requerimientos normales, en el 2006 estas interrupciones alcanzaron el 60%, y en los años 2007 al 2009 se produjeron cortes de hasta el 100% de las importaciones comprometidas (CNE, 2009b). De hecho, entre los años 2005 y 2008 se ha registrado una contracción acumulada del gas natural usado para fines primarios de un 68%. Estas restricciones han afectado en mayor magnitud al sector industrial y a la generación de energía (CNE, 2009a y CNE, 2010). Para diversificar las fuentes de abastecimiento de gas natural, en el año 2004 se

anunció el proyecto de Gas Natural Licuado (GNL) que incluye la construcción de dos plantas de regasificación.

Por su parte el precio del petróleo ha experimentado un sostenido aumento desde el 2003. El precio promedio anual del Petróleo Brent, entre el 2003 y 2008, se incrementó en un 235%, llegando a los 97 US\$ promedio en el 2008. Por otro lado entre los años 2003 y 2004, período coincidente con las primeras restricciones de gas natural, se incrementó en un 32%. A su vez, el precio de paridad de la gasolina automotriz se ha incrementado en un 173% en el período 2003-2008 y entre los años 2003 y 2004 aumentó en un 28%.

Las proyecciones internacionales de altos precios del petróleo y la inestabilidad en la provisión energética desde Argentina hacían necesario estimar los potenciales efectos a nivel social, económico y ambiental en Chile. Con el modelo de equilibrio general ECOGEM-Chile, en su versión estática, en De Miguel, O’Ryan, Pereira y Carriquiri (2011) se analizan los impactos de un alza en el precio del petróleo y sus derivados. Además, se estudian los efectos de importar gas natural licuado (GNL) para compensar la restricción impuesta por Argentina de importar gas natural desde el país trasandino. Una vez analizados los impactos de los *shocks* energéticos, el documento evalúa, primero, si los cambios de precios relativos generan incentivos ambientalmente beneficiosos y, segundo, la posible aplicación de instrumentos de política fiscal que permitan descarbonizar la economía, aprovechando además el financiamiento disponible a partir de los mecanismos de flexibilidad establecidos en el Protocolo de Kioto.

El escenario central del estudio consistió en simular un aumento de los precios internacionales del petróleo en un 30% y de los combustibles en un 25%, lo que corresponde al aumento de precios observado en el período 2003-2004. A este aumento de precios se le agregó la restricción del abastecimiento de gas natural procedente de Argentina, lo que obliga a sustituirlo por gas natural licuado, en condiciones en las que Chile es incapaz de producir crudo y gas natural. Dentro de las reglas de cierre se asume que el gasto de gobierno se mantiene fijo y las variaciones en los ingresos se saldan a través de un mayor ahorro/déficit público, es decir, no hay políticas sociales compensatorias. Además, se consideran condiciones de corto plazo, es decir, asumiendo bajos grados de sustitución energética y de movilidad en los mercados²⁰.

El escenario simulado de incremento de los precios internacionales del petróleo y de los combustibles y la ausencia de suministro de gas natural de Argentina genera diversos impactos socioeconómicos y ambientales. A nivel macroeconómico se observa un impacto levemente contractivo negativo sobre el PIB (-0,2% a -0,5%), explicado principalmente por un menor dinamismo del consumo. Este último se contrae en un 1,8% asociado al aumento del precio de petróleo y derivados y otro 2,1% debido a los cortes de suministro del gas. A nivel sectorial, las mayores contracciones productivas se dan en los sectores de la producción de combustibles y en el transporte. Por otro lado, la producción de carbón aparece fuertemente beneficiada. Los

²⁰ Posteriormente, este supuesto es relajado al realizar un análisis de sensibilidad que permite incluir consideraciones de más largo plazo.

impactos sociales, en ausencia de medidas compensatorias, no son positivos. Por el aumento de precios en la cesta de consumo se pierde poder adquisitivo en cada quintil lo que resulta negativo y regresivo. Las caídas de ingreso real son sustancialmente mayores en los quintiles de menor ingreso; de hecho el quintil más pobre reduce su ingreso real en un -9.8% mientras que el quintil más rico lo hace en un -3.5%.

Desde un punto de vista ambiental, en la medida que los insumos energéticos no sean fácilmente sustituibles, los impactos serían positivos en lo que respecta a las emisiones totales de dióxido de carbono, que se reducirían desde un 0,7% hasta un 1,7% cuando se añaden los recortes de gas. La emisiones de buena parte del resto de contaminantes atmosféricos también bajarían. El *shock* internacional de precios de hidrocarburos genera una disminución de las emisiones de CO₂, en el corto plazo, debido a la menor actividad en general, y del sector del transporte en particular, y por el aumento en el costo de los insumos. Esta disminución inicial en las emisiones tendería a revertirse, aumentando en el mediano plazo a causa de la mayor sustitución de gas por carbón, principal insumo emisor de CO₂.

Por otro lado, si se quisiera aplicar un impuesto a las emisiones de CO₂, que genere una reducción similar de emisiones (-1,7%) que el *shock* energético externo, no habría efectos contractivos sobre la economía, marcando una diferencia con los producidos por el *shock* de precios de hidrocarburos. El impuesto no sería regresivo y sus impactos sociales serían despreciables (Cuadro 27). Además se producirían mayores co-beneficios ambientales por reducción de las emisiones al aire de otros contaminantes y se generarían señales de precios adecuadas para descarbonizar la economía y alterar los precios relativos entre el carbón y otras fuentes energéticas como las renovables. Finalmente, la venta de los certificados de la reducción de emisiones fruto del impuesto permite obtener mayores beneficios sobre la economía, principalmente a través de un incremento del ahorro del gobierno.

En conclusión, la aplicación de incentivos fiscales para la descarbonización de la economía chilena, en los niveles simulados en este trabajo tienen importantes beneficios y cobeneficios ambientales, sin presentar consecuencias negativas significativas sociales o económicas. En contra, los vaivenes en los precios internacionales de hidrocarburos y gas natural, si bien en términos de emisiones al aire, tienen implicaciones positivas a corto plazo, son costosos en términos sociales y económicos. Además dirigen la economía hacia los sectores con mayores ventajas comparativas, es decir, los recursos naturales, reprimarizándola y, a medio plazo, carbonizan la matriz energética revirtiendo la reducción inicial de emisiones. Por tanto es importante fomentar políticas de señales de precios, innovación y competitividad que aumenten la eficiencia energética, la menor dependencia de hidrocarburos y el aumento en la diversificación productiva con sectores ambientalmente amigables y de mayor valor agregado.

Cuadro 27: INGRESO DE LOS HOGARES
(Variaciones porcentuales sobre los niveles del año base)

	Petróleo, combustibles y gas natural	Impuesto al CO ₂	Impuesto al CO ₂ y venta de certificados a 20 US/ton
Emisiones de CO2 totales	-1.7%	-1.7%	-1.6%
PIB real a precios de mercado	-0.5%	0.0%	0.0%
Ingreso real Quintil1	-9.8%	-0.1%	-0.1%
Ingreso real Quintil2	-7.0%	-0.1%	-0.1%
Ingreso real Quintil3	-4.0%	-0.1%	-0.1%
Ingreso real Quintil4	-3.2%	-0.1%	0.0%
Ingreso real Quintil5	-3.5%	-0.2%	-0.1%
Índice de precios Quintil1	11.4%	0.2%	0.2%
Índice de precios Quintil2	8.4%	0.2%	0.2%
Índice de precios Quintil3	5.1%	0.2%	0.2%
Índice de precios Quintil4	4.3%	0.2%	0.2%
Índice de precios Quintil5	4.0%	0.2%	0.2%

Fuente: De Miguel, O'Ryan, Pereira y Carriquiri (2011), sobre la base de simulaciones con el modelo ECOGEM-Chile

V. LAS RELACIONES EXTERNAS Y EL DESARROLLO SOSTENIBLE EN CHILE

En los últimos 35 años, Chile ha experimentado cambios estructurales importantes, específicamente en su patrón de comercio internacional, al pasar desde uno básicamente dependiente de la minería y la explotación de recursos naturales como el cobre, el carbón y el salitre, —con cuyas exportaciones financiaba el crecimiento “hacia adentro”, también denominado modelo de industrialización por sustitución de importaciones (ISI)— hacia un modelo de apertura y liberalización comercial basado en el crecimiento “hacia fuera” y en una mayor integración a los mercados internacionales de bienes y servicios.

Entre 1973 y 1989, Chile apostó fuertemente por un patrón de crecimiento hacia afuera, con un fuerte apoyo al sector privado como agente dinamizador del cambio estructural esperado. En este período, el Estado promueve activamente un programa de reforma estructural que tiene como objetivo central conseguir la integración del país a la economía mundial. La liberalización del comercio se realizó en forma unilateral, bajo dos principios básicos: a) la “no-discriminación” en términos de país o región del mundo; y b) la “neutralidad”, en cuanto a la eliminación horizontal de la protección a todos los sectores productivos nacionales. El antiguo patrón protector pasó a un segundo plano, con la eliminación de subsidios. La nueva política de comercio exterior se centró en la reducción del nivel y la dispersión de los aranceles. Estos niveles se fueron sistemáticamente rebajando hasta alcanzar en el período 1980-1982 su nivel más bajo, de 10%, revertiéndose esta tendencia sólo entre los años 1983-1985, debido a políticas de estabilización económica frente a la crisis de la deuda, para luego retomar la senda de apertura desde fines de los años ochenta y comienzos de los noventa.

Desde 1990, los diferentes gobiernos han hecho esfuerzos para mantener la política comercial liberalizadora emprendida en el pasado, destacándose en primer lugar la profundización de la reforma arancelaria, al reducirse los aranceles desde un 15% a un 11%, para luego, a partir de 1998, comenzar un plan de desgravación anual de 1 punto porcentual, que ha llevado a que el arancel, a mediados de la década de los 2000, esté en torno al 6%. En segundo lugar, se menciona la aplicación de una política comercial lateral, que ha llevado a que Chile haya firmado acuerdos comerciales con una gran cantidad de países de América Latina y el Caribe, con la Unión Europea, los países del EFTA y Estados Unidos, y se haya acercado también a los países del Sudeste Asiático, formando parte del APEC, y llevado últimamente a concluir negociaciones comerciales con Corea, China, India y Japón, entre otros. Esto ha hecho que con independencia de los bajos aranceles nación más favorecida del 6%, actualmente más del 91% de las exportaciones de Chile se realizan en el marco de acuerdos comerciales, lo que reduce el arancel promedio efectivo a entorno 0.5%.

Cuadro 28: EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE ACUERDOS BILATERALES Y PREFERENCIAS ARANCELARIAS CONCEDIDAS POR CHILE, 1992-2007

(El año corresponde a la entrada en vigor del Acuerdo)

Años	1992- 1993	1995	1996	1997	1998	1999
Socios Comerciales	México(1992) Venezuela (1993) Bolivia (1993) Colombia (1993)	Ecuador	MERCOSUR ^a Argentina Brasil Uruguay Paraguay	Canadá	Cuba Perú	Guatemala Honduras Nicaragua México
% liberalizado de importaciones	4.2%	7.7%	23.2%	26.0%	26.1%	25.0%
Estimación arancel efectivo ^a	10.5	9.9	8.8	8.6	8.6	7.4

Años	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Socios Comerciales	Costa Rica El Salvador	Unión Europea	Estados Unidos Corea EFTA	...	Nueva Zelanda Singapur Brunei China Panamá Colombia Perú India	Japón
% liberalizado de importaciones	37.3%	56.2%	76.4%	77.0%	84.2%	87.2%
Estimación arancel efectivo ^a	4.7	2.9	2.1	1.9	1.0	0.8

Fuente: Schuschny, Durán y De Miguel (2008), sobre la base de información de la Dirección de Economía (DIRECON) de Chile, Sáez, (2005), Becerra (2005), y Durán y Mulder (2007).

^a Las estimaciones para el período 1992-1999 corresponden a Durán y Mulder (2007), y las del período 2001 a 2005 a cálculos efectuados por Becerra (2005). Los cálculos para 2006 y proyecciones posteriores fueron realizados por los autores, siguiendo la metodología de Durán y Mulder (2007).

La denominada política comercial “lateral”, o también conocida en la literatura como “regionalismo aditivo” tiene como argumento principal la ampliación del tamaño de mercado para los exportadores chilenos, mediante la búsqueda de acuerdos comerciales con diversos socios, apuntalado la política unilateral. Además, se generan nuevas condiciones para la venida de inversión extranjera directa (IED). En el caso del acercamiento comercial hacia países de similar desarrollo relativo al de Chile, es destacable el beneficio conseguido por ciertos sectores productores de bienes y servicios más elaborados. Todos los acuerdos comparten objetivos básicos, como son: i) establecer un espacio económico ampliado en términos de bienes, servicios y factores; ii) ampliar, diversificar y facilitar el intercambio comercial; iii) abaratar las importaciones de bienes intermedios y de capital; iv) alcanzar disciplinas comerciales y mecanismos de solución de diferencias que aseguren el adecuado acceso a mercados; y v) estimular inversiones, y con ello el desarrollo productivo.

El elemento que más se destaca en el último tiempo es la apuesta estratégica de Chile de estrechar relaciones comerciales con Asia, como una secuencia lógica de todo el esfuerzo de

liberalización comercial desplegado en los últimos treinta años. Asia es una región bastante dinámica, y con un potencial mercado muy atractivo para Chile. En los últimos años, la zona, y especialmente China e India, es reconocida como motor del crecimiento económico mundial, destacándose además en comercio internacional, IED e innovación tecnológica.

Esta vocación aperturista favorecedora del libre comercio ha sido determinante en los cambios estructurales y la sostenibilidad del modelo de desarrollo, por ello este apartado se enfocará en los análisis realizados con modelos de equilibrio general sobre este tema. Es importante además destacar que el proceso de apertura no solo incide en el patrón productivo y la estructura de los intercambios comerciales, sino que es fundamental para la evolución de la economía y tiene consecuencias para las políticas sociales y ambientales. En el contexto de los tratados comerciales, Chile asumió compromisos relevantes para promover normas estrictas de protección ambiental, hacer cumplir las leyes ambientales con eficacia y no derogar leyes para la protección del medio ambiente con el fin de atraer inversiones. Además, ello ha contribuido a estimular la responsabilidad social corporativa, con especial atención al manejo ambiental en sectores claves de exportación, permitiendo que las empresas exportadoras chilenas avanzaran en la certificación de productos y en su gestión ambiental. La imagen país se ha visto fortalecida, aunque persisten los efectos ambientales negativos asociados al efecto escala fruto del crecimiento de las exportaciones de sectores basados en recursos naturales. No obstante, la OCDE señaló que “gran parte del progreso ambiental de Chile durante el periodo 1990-2004 fue impulsado por las consideraciones relativas a las consecuencias de la contaminación en la salud y a la necesidad de una responsabilidad ambiental empresarial en los sectores que exportan principalmente a los países de la OCDE” (OCDE-CEPAL, 2005).

Por otro lado, para entender la evolución del comercio exterior de Chile también es fundamental conocer la situación de los países de su entorno. Muchos de ellos comparten estructuras productivas similares, compiten entre sí por los mismos socios en determinados sectores productivos, y algunos tienen estrategias de internacionalización similares, lo que implica tener que analizar la apertura comercial en un contexto dinámico con participación de numerosos actores, como veremos en este capítulo.

Finalmente, no solo los aspectos comerciales son determinantes en el comercio internacional. Cada vez más la necesidad de proteger el medio ambiente global y enfrentar la problemática del cambio climático condicionará el comercio vía restricciones o alteración de los precios relativos de aquellos productos asociados a externalidades ambientales. La aplicación de un impuesto al carbono a nivel global también será analizada de manera de anticipar futuras dinámicas en el comercio mundial y sus efectos sobre el bienestar de los diferentes países de la región.

V.1 Los acuerdos comerciales de Chile con sus principales socios y los efectos sobre el desarrollo sostenible

En O’Ryan, de Miguel, Miller y Pereira (2010), artículo reproducido en forma íntegra en el Anexo 2, se evalúan distintos escenarios comerciales para Chile: reducción arancelaria unilateral, acuerdos de libre comercio de Chile con dos potencias comerciales, los EEUU y la Unión Europea, y el efecto combinado de estos acuerdos con una subida del IVA o de la IED. Se utilizan las versiones estática²¹ y dinámica del modelo ECOGEM-Chile. Los resultados en un contexto dinámico son similares a los estáticos (Cuadro 29 y Cuadro 30), mostrando que las ganancias asociadas netamente a las rebajas arancelarias son leves pero positivas y que en el largo plazo la capacidad del efecto reputación para atraer inversión extranjera directa será fundamental para aumentar los beneficios de los acuerdos comerciales. En efecto, las ganancias esperadas en eficiencia y competitividad de cualquiera de los acuerdos comerciales no son tan significativas dados los aranceles relativamente bajos existentes para los sectores relevantes. El acuerdo con la UE sería algo más beneficioso que el firmado con los EEUU.

Cuadro 29: RESULTADOS MACROECONÓMICOS DE LOS ESCENARIOS COMERCIALES, 2005

(porcentaje de variación sobre el escenario base)

	Unilateral	TLC EEUU	TLC UE	TLC UE-EEUU
PIB real	0.3	0.1	0.4	0.5
Consumo	1.3	0.4	1.2	1.6
Inversión	-2.5	-0.8	-0.9	-1.5
Exportaciones	3.1	1.0	1.1	2.1
Importaciones	3.2	1.1	1.7	2.8

Fuente: a partir de O’Ryan, de Miguel, Miller y Pereira (2010).

Cuadro 30: RESULTADOS MACROECONÓMICOS DE LOS ESCENARIOS ADICIONALES, 2005

(porcentaje de variación sobre el escenario base)

	TLC UE-EEUU	TLC UE-EEUU+IVA	FTA UE-EEUU+Inv.
PIB real	0.5	0.6	1.1
Consumo	1.6	1.1	2.3
Inversión	-1.5	0.3	4.3
Exportaciones	2.1	2.3	-0.5
Importaciones	2.8	3.1	4.5

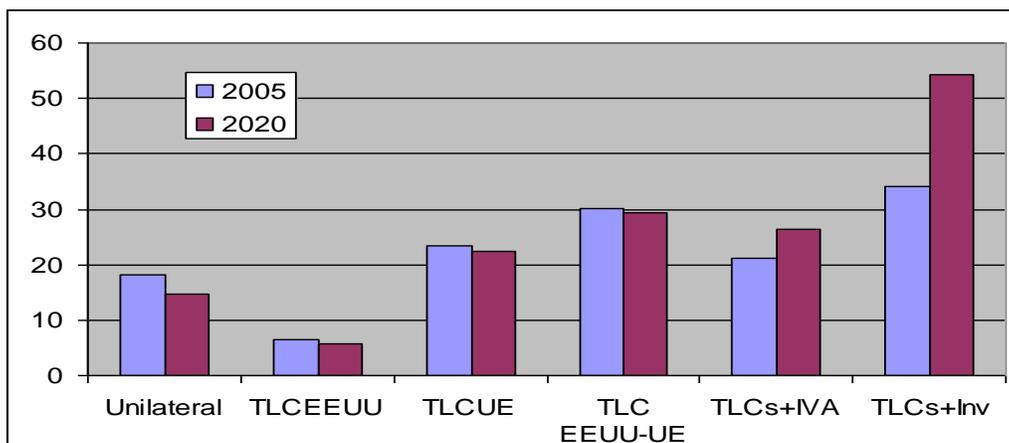
Fuente: a partir de O’Ryan, de Miguel, Miller y Pereira (2010).

Sin embargo, desde un punto de vista social, ambos acuerdos beneficiarían más a los más pobres, lo que está ligado al aumento del empleo de trabajadores con menor nivel educativo, aunque la mala distribución del ingreso de Chile apenas mejoraría (Gráfico 18 y Gráfico 19).

²¹ que ya fuera utilizada para apoyar las negociaciones.

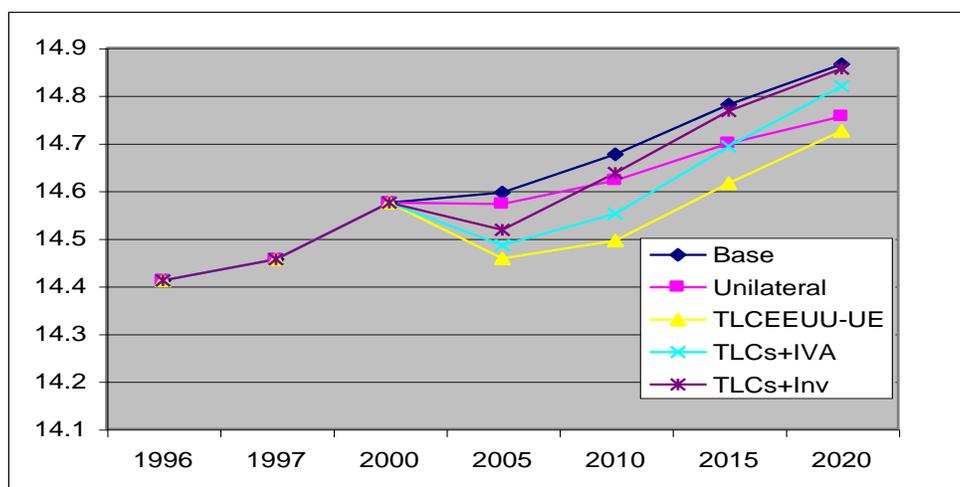
Gráfico 18: VARIACIÓN EQUIVALENTE DE GRUPO DE HOGARES EN EL QUINTIL DE INGRESO MÁS POBRE

(millones de pesos Chilenos de 1996)



Fuente: a partir de O’Ryan, de Miguel, Miller y Pereira (2010).

Gráfico 19: INGRESO REAL DISPONIBLE DE LOS HOGARES: COCIENTE ENTRE EL QUINTIL DE INGRESO MÁS RICO RESPECTO DEL MÁS POBRE



Fuente: a partir de O’Ryan, de Miguel, Miller y Pereira (2010).

El impacto sobre los sectores productivos induce a pensar en un aumento en la presión sobre los recursos naturales, aunque los sectores afectados varían dependiendo de la política comercial. La liberalización unilateral modifica las producciones sectoriales, pero no de forma significativa. Los tratados de libre comercio con la UE y los EEUU provocan un aumento importante de la producción de los sectores pesquero y frutícola, que en promedio muestran un salto de alrededor del 100% y el 60%, respectivamente, en comparación con el escenario base o BAU. Dos conglomerados productivos, el frutícola y el pesquero/conservero, se benefician de cualquiera de las políticas comerciales consideradas. Ello requerirá mejorar las políticas de Chile para proteger estos recursos y, sobretodo, mejorar la vigilancia y el cumplimiento de la legislación y estándares existentes.

En comparación con el escenario BAU, los acuerdos comerciales no provocan cambios importantes en las emisiones de contaminantes gracias al efecto composición. La simulación de políticas/*shocks* complementarios cambia la situación. Los resultados dependen tanto del efecto composición, que está asociado a las intensidades de emisión de los sectores afectados por la política, como del efecto escala, que depende de la magnitud del impacto sobre los sectores. Un crecimiento más vigoroso gatillado por mayor inversión extranjera genera un aumento del 1.5% de las emisiones en el largo plazo. Con la política de aumento del IVA, las emisiones en el largo plazo aumentan, aunque levemente. Al final, la intensidad de las emisiones de CO₂ se reduce en alrededor del 8%, siendo este resultado relativamente robusto e independiente del acuerdo comercial considerado.

En general, los beneficios de los acuerdos sólo se mantendrán en el largo plazo si el ahorro, interno o externo, aumenta. En ese sentido, la política de subir el IVA para compensar la caída en los ingresos fiscales debido a la rebaja arancelaria, manteniendo el ahorro público, mejora tanto los resultados macroeconómicos de corto como de largo plazo. No obstante, este estudio, que permite un análisis detallado de los efectos sobre la sostenibilidad del desarrollo de Chile de firmar tratados con dos poderosos socios comerciales, la UE y EEUU, también muestra dos necesidades: analizar el efecto en un contexto donde los países vecinos también se ven afectados por la política comercial de Chile, y ver la incidencia sobre Chile que tendrán políticas similares de sus socios de América Latina. Estos efectos se verán en los siguientes apartados utilizando un modelo global como el GTAP.

V.2 La evolución de las preferencias arancelarias en América Latina y los efectos sobre el bienestar de los países a inicios del nuevo milenio²²

El capítulo II presentó la metodología para simular los acuerdos comerciales de la región a través del modelo de EGC GTAP. La revisión de los cambios en términos de bienestar entre los años 2001 y 2004, considerando los acuerdos suscritos por Chile (Estados Unidos, la Unión Europea, EFTA, Corea) y México, y las concesiones otorgadas por parte de Estados Unidos bajo la Ley de Preferencias Arancelarias Andinas y Erradicación de la Droga (ATPDEA, por sus siglas en inglés) indican que en el caso de Chile se habría producido un aumento de bienestar ponderado en 0,7% entre 2001 y 2004, habiendo alcanzado un alza de bienestar acumulado del orden del 1,2% del PIB. El aumento del PIB también fue significativo y superior al 1%, cuando se consideran los efectos de naturaleza estática, pudiendo superar el 3% cuando contemplamos efectos de estado estacionario. Los países de la Comunidad Andina beneficiarios del ATPDEA también habrían mejorado su bienestar en 0,1% en promedio (véase el Cuadro 31). En este análisis se está mostrando que las políticas de apertura de Chile fueron beneficiosas para el país en el corto plazo, en un contexto comercial distinto al de *ceteris paribus* mostrado en el apartado anterior; siendo además el país con mayores ganancias de bienestar en el periodo de análisis. Además, los resultados positivos son robustos ante un análisis sistemático de sensibilidad de las elasticidades Armington, así como a las agregaciones sectoriales (Schuschny, Durán y De Miguel, 2007).

²² Basado en Schuschny, Durán y De Miguel (2007).

Cuadro 31: VARIACIÓN EQUIVALENTE EN DIVERSOS ESCENARIOS SIMULADOS

(En millones de dólares del 2001 y como porcentaje del PIB)

	Escenario Simulado 2001. cambios sobre la línea de base original (GTAP 2001)		Escenario Simulado GTAP 2004 base CEPAL, sobre línea de base GTAP 2001		Efectos Netos de Bienestar al 2004, considerando TLC entre 2002 -2004 (Δ Base 2004)	
	(Millones US\$)	(Porcentaje PIB)	(Millones US\$)	(Porcentaje PIB)	(Millones US\$)	(Porcentaje PIB)
Comunidad Andina	-160	-0,1	229	0,1	388	0,1
Bolivia	-8	-0,1	10	0,1	18	0,2
Colombia	-44	-0,1	88	0,1	132	0,2
Ecuador	-22	-0,1	20	0,1	42	0,2
Perú	-21	0,0	121	0,2	142	0,3
Venezuela ^a	-64	-0,1	-10	0,0	54	0,0
MERCOSUR	113	0,0	-90	0,0	-203	0,0
Argentina	67	0,0	-42	0,0	-109	0,0
Brasil	-21	0,0	-42	0,0	-21	0,0
Uruguay	67	0,4	-6	0,0	-73	-0,4
Chile	302	0,4	784	1,2	482	0,7
México	651	0,1	-5	0,0	-656	-0,1
A. Central y Caribe	185	0,1	-53	0,0	-238	-0,1
Estados Unidos	-1432	0,0	-287	0,0	1144	0,0
UE15+PECOS+EFTA	1479	0,2	752	0,1	-727	-0,1
Japón	-95	0,0	-104	0,0	-10	0,0
Asia	-120	0,0	-171	0,0	-51	0,0
Resto del Mundo	-113	0,0	42	0,0	155	0,0
Mundo	925	0,0	1005	0,0	80	0,0

Fuente: Schuschny, Durán y De Miguel (2007), sobre la base de simulaciones realizadas por los autores.

^a Al elaborarse este estudio Venezuela pertenecía a la Comunidad Andina y no al MERCOSUR.

V.3 La influencia de los acuerdos de libre comercio de los países andinos en la región²³

El principal objetivo del estudio “Los acuerdos comerciales de Colombia, Ecuador, y Perú con los Estados Unidos: efectos sobre el comercio, la producción y el bienestar”, reproducido íntegramente en el Anexo 3, consiste en realizar una evaluación de los efectos socioeconómicos de la liberalización comercial que tendría la suscripción de tratados de libre comercio (TLC) entre tres países andinos, Colombia, Ecuador y Perú, y los Estados Unidos. Dado que estos países son a su vez miembros de la Comunidad Andina de Naciones (CAN), de la cual Bolivia también lo es y Venezuela lo ha sido hasta fechas recientes, las mediciones aquí presentadas también incluyen una eventual liberalización del comercio de todos los países andinos con los Estados Unidos. Por su parte, dado el peso de este proceso, el resto de países de la región también se verá afectado por los efectos de complementariedad, sustitución o desviación de comercio. De esta forma, los resultados permiten inferir también conclusiones para los países

²³ Basado en Duran, De Miguel y Schuschny (2007) y su documento de trabajo previo.

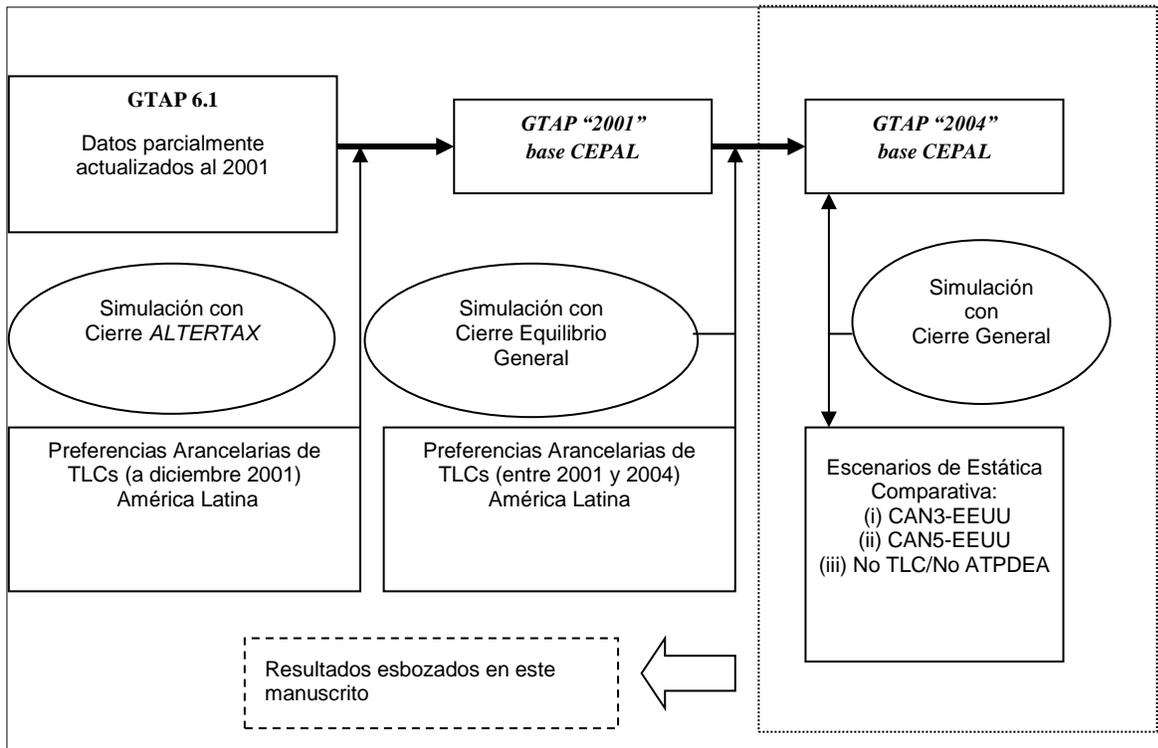
que no suscribirían el TLC, o que ya lo suscribieron como es el caso de Chile. En efecto, este proceso de negociaciones de TLCs bilaterales con los EEUU, como con la UE, no es un fenómeno aislado a los países andinos, como hemos visto, y en parte responde a un contexto internacional tanto político (intereses geoestratégicos y competencia por áreas de influencia) como comercial (estancamiento de las negociaciones multilaterales). En Durán, Ludeña, Alvarez y De Miguel (2008) se analiza la negociación de cinco economías de América Central —Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras y Nicaragua—de un Acuerdo de Asociación con la Unión Europea, aunque por su poca incidencia sobre la economía de Chile, nos centraremos en sus vecinos más cercanos de la Comunidad Andina.

Una suma de factores puede indicarse entre los principales motivos que los países andinos tuvieron para aceptar la invitación de los Estados Unidos a comenzar las negociaciones comerciales para la firma de un TLC. Entre estos factores se identifican: i) el limitado tamaño del mercado regional, que no supera el 10% en su conjunto, llegando a ser en su mejor momento un 12%; ii) La debilidad de la integración regional en varios ámbitos, especialmente en políticas de convergencia macroeconómica, junto a la escasa credibilidad institucional y falta de acuerdos al momento de alcanzar consensos en temas claves como la aprobación definitiva del Arancel Externo Común, la profundización del comercio de servicios, etc.; iii) La nula probabilidad de conseguir avances en las negociaciones del ALCA, técnicamente y políticamente paralizadas desde marzo de 2004; y v) El escepticismo sobre la posibilidad de alcanzar resultados concluyentes y rápidos en las negociaciones multilaterales de la Ronda Doha. Todos estos factores han de combinarse con la necesidad individual de cada país por alcanzar relaciones comerciales predecibles con los Estados Unidos, ante la que era inminente finalización del ATPDEA en diciembre de 2006. Esta suma de factores determinó que Colombia, Ecuador y Perú decidieran aceptar la invitación de los Estados Unidos a iniciar negociaciones comerciales para la firma de un TLC. Bolivia mantuvo el estatus de observador a lo largo del proceso negociador, sin llegar a sumarse efectivamente en las negociaciones.

El trabajo, reproducido en su parte central en el Anexo 3, analiza los efectos en términos macroeconómicos y sectoriales (PIB, exportaciones, importaciones y comercio intrarregional) así como en sus efectos sobre bienestar, partiendo del 2004 como año base para las simulaciones. Con este propósito, se utilizó la base de datos GTAP (versión 6.1) y su modelo estándar de equilibrio general computable (EGC). La línea de base de los ejercicios de simulación se fijó en el año 2004, actualizando la información de protección arancelaria hasta ese año, cuya metodología de actualización y resultados principales se presentaron en los apartados II.2e y V.2, respectivamente (Gráfico 20).

De esta manera, ya se incorpora los efectos de las preferencias unilaterales ATPDEA otorgadas por los EEUU, y es posible filtrar los efectos reales de los acuerdos en negociación.

Gráfico 20: METODOLOGÍA SECUENCIAL PARA LA ACTUALIZACIÓN DE DATOS Y ESCENARIOS DE POLÍTICA COMERCIAL PARA TLC ENTRE TRES PAÍSES ANDINOS Y ESTADOS UNIDOS



Fuente: Duran, De Miguel y Schuschny (2007), sobre la base de Schuschny, Durán, de Miguel (2007).

Se definieron cinco escenarios de simulación:

1. CAN3–EEUU Ultraliberalización: En este caso se considera que todos los productos transables se abren a los Estados Unidos, es decir, que sus aranceles se bajan a cero y viceversa.
2. CAN3–EEUU excluyendo productos sensibles: En este escenario se considera que algunos productos importados por Colombia, Ecuador y Perú, así como por los Estados Unidos, se abren, alcanzando aranceles bilaterales nulos, aunque otros no. La lista de productos que no forman parte de los acuerdos de liberalización, cuando los países andinos se abren, está formada por: arroz, trigo, otros cereales, semillas oleaginosas, aceites vegetales, azúcar, otros cultivos, lácteos, otros alimentos, pesca, textil, confección, cuero y calzado, vehículos y partes. Análogamente, en este escenario, se considera que los Estados Unidos abre su economía a todos los productos transados, excluyendo sólo al azúcar. En este estudio, se supone que Bolivia prorroga la finalización del acuerdo ATPDEA.
3. NO TLC / Fin ATPDEA: En este escenario se supone que, finalizado el acuerdo ATPDEA (Andean Trade Promotion and Drug Eradication Act) el 31 de diciembre del 2006, ningún TLC es firmado; por lo que Estados Unidos vuelve a cerrar su economía a

los productos que incluía en ese acuerdo. Así, Colombia, Ecuador y Perú, al igual que Bolivia, pierden el acceso preferencial de carácter unilateral al mercado norteamericano, que gozan hasta esa fecha. Si bien, este es considerado como el escenario más pesimista, no deja de ser plausible en caso de que no se firmaran TLC o que estos no sean ratificados por los respectivos poderes legislativos de los países en consideración. En términos de la agregación de sectorial con la que se trabajó, los productos que perderían el acceso preferencial serían: frutas y vegetales, otros cultivos, bebida y tabaco, pesca, textil, confección, cuero y calzado, madera, combustibles, petróleo y carbón, y metal.

4. CAN5-EEUU Ultraliberalización: En este caso, y a los efectos de hacer un análisis comparado, se considera que todos los productos transados, entre todos los miembros de la Comunidad Andina (incluyendo a Bolivia y Venezuela), se abren con aranceles nulos a los Estados Unidos de Norteamérica y, este último, hace también lo propio.
5. CAN5-EEUU Excluyendo productos sensibles: En este escenario se considera que algunos productos importados por Colombia, Ecuador y Perú, así como por Bolivia y Venezuela y, recíprocamente, por los Estados Unidos, se abren, alcanzando aranceles bilaterales nulo, y otros no. La lista de productos que no forman parte de los acuerdos de liberalización, cuando los países andinos se abren, está formada por: arroz, trigo, otros cereales, semillas oleaginosas, aceites vegetales, azúcar, otros cultivos, lácteos, otros alimentos, pesca, textil, confección, cuero y calzado, y vehículos y partes. Análogamente, en este escenario, se considera que los Estados Unidos abren su economía a todos los productos transados, excluyendo sólo al azúcar.

Como puede apreciarse en el escenario base, los países de la Comunidad Andina que se benefician de preferencias del ATPDEA (todos a excepción de Venezuela) obtuvieron ya mejoras en su bienestar, que equivalen al 0,1% de su PIB, con la excepción de Perú donde ascienden al 0,2% (Cuadro 31). Asimismo, Chile, que en ese periodo suscribió TLCs importantes con sus principales socios comerciales (EEUU, UE, Corea y diversos países latinoamericanos) muestra un fuerte incremento en su bienestar (que en valor triplica al obtenido por la CAN), y que representa el 1,1% de su PIB. El resto de países de América Latina sufre, indirectamente, una pérdida de competitividad relativa (o erosión de preferencias previas) con respecto a los países con nuevo acceso preferencial, principalmente en los mercados norteamericano y europeo, que lleva a leves reducciones del bienestar tanto en MERCOSUR, como en México y Centro América y el Caribe. En todo caso, estas no son significativas en relación con sus respectivos PIB. Estos efectos, tanto positivos como negativos, se explican principalmente por los cambios en los términos de intercambio, aunque, con la excepción de México, el efecto asignación muestra el mismo signo (Cuadro 31).

Cuando a los efectos anteriores se añaden los derivados de la firma simultánea de TLCs entre Colombia, Ecuador y Perú con los EEUU (Bolivia aunque no firma, se supone que mantiene sus preferencias ATPDEA), los efectos acumulados sobre bienestar y producto se

tornan negativos tanto en Ecuador como en Colombia, incluso cuando se excluyen los productos sensibles (Cuadro 32 y Cuadro 33). En ambos países, el efecto negativo sobre los términos de intercambio lidera las caídas en bienestar, aunque en Ecuador el efecto final debido a la mejor asignación de recursos se mantiene positivo. En Ecuador el efecto negativo sobre los términos de intercambio se debe principalmente en los sectores de otros alimentos, otras manufacturas y ganadería²⁴, mientras que en Colombia se centra en todas las manufacturas pesadas, textil, confección y otros alimentos. Otros cultivos, especialmente en Colombia, combustibles y, en Ecuador, el sector de autopartes, contrarrestan este efecto negativo sobre el bienestar.

En el caso de Perú, los efectos sobre bienestar se mantienen positivos, aunque se empeora con respecto a la situación anterior. Sin embargo, se debe considerar que el efecto neto negativo fruto del TLC se debe exclusivamente al impacto sobre los términos de intercambio, ya que la asignación de recursos incluso mejora. Recuérdesse, que estos tres países se habían beneficiado de preferencias de acceso otorgadas por los EEUU en forma unilateral, por lo que ahora el acuerdo implica una mayor cesión relativa en sus rebajas arancelarias. Por su parte EEUU experimenta una mejora de su bienestar, aunque no es relevante en relación a su PIB (Cuadro 33).

Cuadro 32: PRODUCTO INTERNO BRUTO (DIVERSOS ESCENARIOS)

(Variación porcentual con respecto al escenario base = 2004)

	CAN5-EEUU Liberalización completa	CAN5-EEUU (excluyendo sensibles)	CAN3- EEUU Liberalización completa	CAN3-EEUU (excluyendo sensibles)	NO TLC Fin ATPDEA
Comunidad Andina	-1,1	-0,8	-0,7	-0,6	-0,6
Bolivia	-0,8	-0,3	-0,4	-0,1	-0,7
Colombia	-1,7	-1,3	-1,1	-0,9	-0,9
Ecuador	-1,4	-1,0	-1,2	-0,9	-0,4
Perú	-0,8	-0,7	-0,7	-0,7	-1,6
Venezuela	-0,9	-0,6	-0,3	-0,2	0,0
Estados Unidos	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0
MERCOSUR	-0,2	-0,1	-0,1	-0,1	0,0
Argentina	-0,2	-0,1	-0,1	-0,1	0,0
Brasil	-0,2	-0,1	-0,1	-0,1	0,0
Uruguay	-0,2	-0,1	-0,1	-0,1	0,0
Chile	-0,3	-0,2	-0,2	-0,1	0,0
México	-0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
Centroamérica y El Caribe	-0,1	-0,1	0,0	0,0	0,0
ALCA	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
UE15+PECOS+EFTA	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Japón	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Asia (excluido Japón)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Resto del Mundo	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Fuente: sobre la base de Duran, De Miguel y Schuschny (2007), a partir de las simulaciones con el modelo GTAP 6.1.

²⁴ Para un análisis detallado de los impactos sobre el sector agropecuario en el Ecuador, véase Ludeña, Schuschny, De Miguel y Durán (2009).

Cuadro 33: EFECTOS ACUMULADOS SOBRE BIENESTAR DE LOS ESCENARIOS CAN3-EEUU Y NO TLC / NO ATPDEA

(Comparación de variaciones equivalentes, en millones de dólares del 2001 y porcentaje del PIB del 2004)

	Base 2004	Sin sensibles		Con sensibles		No TLC y fin ATPDEA	
	Millones US\$	Millones US\$	% en el PIB	Millones US\$	% en el PIB	Millones US\$	% en el PIB
ALC	864	422	0,0%	529	0,0%	644	0,0%
ALC (excl. Mx. y Chile)	85	-285	0,0%	-191	0,0%	-150	0,0%
Comunidad Andina	229	-27	0,0%	26	0,0%	-27	0,0%
Bolivia	10	6	0,1%	9	0,1%	2	0,0%
Colombia	88	-75	-0,1%	-40	0,0%	-7	0,0%
Ecuador	20	-11	-0,1%	-3	0,0%	5	0,0%
Perú	121	78	0,1%	85	0,2%	-21	0,0%
Venezuela	-10	-24	0,0%	-25	0,0%	-6	0,0%
MERCOSUR	-90	-179	0,0%	-151	0,0%	-98	0,0%
Argentina	-42	-78	0,0%	-57	0,0%	-45	0,0%
Brasil	-42	-92	0,0%	-86	0,0%	-46	0,0%
Uruguay	-6	-8	0,0%	-8	0,0%	-7	0,0%
Chile	784	757	1,1%	760	1,1%	782	1,1%
México	-5	-50	0,0%	-40	0,0%	12	0,0%
Centroamérica y Caribe	-53	-79	0,0%	-66	0,0%	-25	0,0%
Estados Unidos	-287	472	0,0%	341	0,0%	-183	0,0%
UE15+PECOS+EFTA	752	607	0,0%	612	0,0%	790	0,0%
Japón	-104	-165	0,0%	-146	0,0%	-92	0,0%
Asia	-171	-269	0,0%	-241	0,0%	-83	0,0%
Resto del Mundo	-48	-196	0,0%	-165	0,0%	-68	0,0%
Mundo	1 005	872	0,0%	930	0,0%	1 009	0,0%

Fuente: Duran, De Miguel y Schuschny (2007), a partir de las simulaciones con el modelo GTAP 6.1.

Nota: Variación Equivalente a partir de efectos acumulados desde el año 2001 para todos los escenarios, incluido el escenario de base al año 2004.

El escenario alternativo a la firma del TLC con los EEUU de estos tres países implica la posible pérdida de las preferencias del ATPDEA, que implicaría una pérdida neta de bienestar sobre el escenario base 2004 que varía entre el 0,1% del PIB en Colombia y Ecuador y el 0,3% en Perú. En este escenario, el efecto neto negativo para los tres países (Cuadro 34) incluso implica un efecto acumulado sobre el bienestar negativo en los casos de Colombia y Perú (Cuadro 33). Este escenario no tiene incidencia para Chile. Comparando los efectos adicionales sobre el escenario base de la opción con acuerdos y sin acuerdos, el peor escenario para Colombia y Ecuador sería la firma de acuerdos con los EEUU que no consideren productos sensibles. Para Perú y los EEUU el peor escenario sería no firmar, lo que incluye el término de las preferencias ATPDEA. El caso de Perú es el más claro de entre todos los países involucrados.

Cuando la comparación se hace entre los aumentos o disminuciones de bienestar adicionales que generan los 5 escenarios simulados, es decir, los tres casos anteriores más el caso en que los cinco países de la CAN firmen TLCs con los EEUU (con y sin productos sensibles), los resultados presentan algunos matices. Para Perú, no firmar el TLC y perder las preferencias sigue siendo su peor escenario, siendo la mejor opción la firma de TLC con los EEUU excluyendo sus productos sensibles (y que Bolivia y Venezuela no firmen). Para Colombia y Ecuador no firmar el TLC aparece como la mejor opción. Igual le ocurre a Venezuela. En el caso de Bolivia no hay diferencia entre no firmar y perder preferencias y firmar (cuando todos los países de la CAN firman). Para EEUU el mejor escenario es TLCs con liberación completa con

los 5 países de la CAN. En el caso de Chile, cualquier escenario que implique la firma de TLC con EEUU de los países de la CAN implica una pérdida, aunque marginal, del bienestar. Cuantos más países firmen, mayor será la pérdida, que se asocia a procesos de desviación de comercio y empeoramiento de los términos de intercambio. El escenario que deja a Chile indiferente sería aquel en que no se firman los TLC por los países andinos y éstos pierden las preferencias arancelarias asociadas a la ATPDA.

Cuadro 34: EFECTOS NETOS SOBRE BIENESTAR DE LOS ESCENARIOS CAN3-EEUU Y NO TLC / NO ATPDEA

(Diferencias sobre los resultados del escenario GTAP 2004 base CEPAL, en millones de dólares del 2001 y porcentaje del PIB del 2004)

	Sin sensibles		Con sensibles		No TLC y fin ATPDEA	
	Millones US\$	% en el PIB	Millones US\$	% en el PIB	Millones US\$	% en el PIB
ALC	-442	0,0%	-335	0,0%	-220	0,0%
ALC (excl. Mx. y Chile)	-370	0,0%	-276	0,0%	-235	0,0%
Comunidad Andina	-256	-0,1%	-203	-0,1%	-255	-0,1%
Bolivia	-4	-0,1%	-1	0,0%	-9	-0,1%
Colombia	-163	-0,2%	-128	-0,2%	-95	-0,1%
Ecuador	-31	-0,2%	-23	-0,1%	-14	-0,1%
Perú	-43	-0,1%	-35	-0,1%	-141	-0,3%
Venezuela	-15	0,0%	-15	0,0%	4	0,0%
MERCOSUR	-89	0,0%	-61	0,0%	-8	0,0%
Chile	-27	0,0%	-24	0,0%	-2	0,0%
México	-45	0,0%	-35	0,0%	17	0,0%
Centroamérica y Caribe	-26	0,0%	-13	0,0%	28	0,0%
Estados Unidos	759	0,0%	628	0,0%	105	0,0%
UE15+PECOS+EFTA	-145	0,0%	-140	0,0%	38	0,0%
Japón	-61	0,0%	-42	0,0%	12	0,0%
Asia	-97	0,0%	-70	0,0%	88	0,0%
Resto del Mundo	-148	0,0%	-117	0,0%	-20	0,0%
Mundo	-133	0,0%	-75	0,0%	4	0,0%

Fuente: Duran, De Miguel y Schuschny (2007), sobre la base de las simulaciones con el modelo GTAP 6.1.

Nota: El efecto neto descuenta el resultado de la Variación Equivalente ya alcanzada hasta el 2004, de la obtenida en los distintos escenarios.

No obstante los resultados anteriores realizados en un contexto de estática comparativa, cuando se utiliza un cierre que recrea el estado estacionario (véase capítulo II), que permite, con ciertas limitaciones, incorporar efectos dinámicos en los escenarios bajo análisis, los resultados sobre el bienestar cambian de manera importante. Los tres países firmantes de la CAN pasan a tener un efecto neto positivo sobre el bienestar, mientras que en Bolivia y Venezuela se incrementaría el impacto negativo. Para EEUU la situación mejora levemente. Por su parte no firmar los tres TLCs y perder las preferencias ATPDEA aumenta considerablemente el impacto negativo sobre Colombia y Ecuador (prácticamente se duplica) y, especialmente sobre Perú (más que se triplica).

En conclusión y tal como la evidencia empírica ya ha demostrado, los efectos sobre el PIB de los TLC bajo todos los escenarios analizados fueron reducidos (Cuadro 32). En cuanto a los efectos comerciales, estos fueron lógicamente positivos para Ecuador, Colombia y Perú en todos los escenarios, con la excepción del escenario pesimista de no suscripción de los TLC (No TLC / No ATPDEA). Bolivia y Venezuela también alcanzan resultados positivos sobre su comercio cuando todos los países de la Comunidad Andina suscriben un TLC con los Estados Unidos en forma simultánea. En general los acuerdos de libre comercio tienen un impacto positivo sobre la exportación de manufacturas livianas, junto con una gran alza simultánea de las importaciones. Ahora bien, es necesario destacar también que las importaciones de maquinarias y equipo — que pueden ser consideradas de bienes de capital— son las que más aumentan y al ser adquiridas en el escenario post tratado a precios relativamente más bajos, pueden servir de catalizadores para sectores productivos que requieran de insumos importados, estimulando e impulsando el crecimiento económico de los países.

El efecto neto en términos de bienestar de los TLC en las simulaciones tiende a ser negativo. Adicionalmente, al momento de comparar los efectos netos de los TLC en los diversos escenarios debe tenerse en cuenta que la alternativa es no suscribir ningún acuerdo, o lo que es lo mismo, dejar que el ATPDEA expire y sea retirado. En cuyo caso, se retraen los beneficios alcanzados en el escenario base, volviendo a aumentar los aranceles de la cesta de productos ATPDEA.

Los principales resultados para cada país, una vez realizado el análisis de sensibilidad sobre los parámetros relevantes, son (Cuadro 35):

- Los resultados para **Colombia** no son del todo concluyentes a la hora de elegir la mejor alternativa, ya que todos ellos caen dentro del intervalo de confianza en el análisis de sensibilidad del escenario CAN3-EEUU. Todos los escenarios alternativos de estática comparativa arrojaron resultados negativos en términos de bienestar. Es por ello que la elección de la alternativa depende mucho más de los efectos dinámicos, los cuales resultaron ser indudablemente positivos en los casos de la suscripción del TLC. Así mismo, en esta decisión cabe especular sobre el peso relevante de otros factores explicativos adicionales, basados más bien en políticas domésticas, fuera del ámbito del análisis aquí desplegado.
- Los resultados para **Ecuador** son similares a los de Colombia, debido a que aunque todos los escenarios registran valores negativos sobre el bienestar neto, estos caen dentro del intervalo de confianza del escenario CAN3-EEUU, escenario donde bajo ciertas condiciones los resultados también pudieran ser positivos en términos de bienestar acumulado. El caso del escenario No TLC / No ATPDEA arrojó un resultado positivo. A pesar de ser aparentemente el mejor escenario, en términos de PIB no puede concluirse con claridad que es la mejor opción al considerar el corto plazo. Ahora bien, si se considera los efectos de largo plazo en un escenario “cuasi-dinámico”, tanto en términos de comercio y bienestar los resultados son positivos si se

firma el TLC. En cualquiera de los casos en que se opte por suscribir el TLC, hacerlo excluyendo productos sensibles sería la mejor opción. El caso de Ecuador, que se trató con mayor detalle en Ludeña, Schuschny, De Miguel y Durán (2009), con la variante del modelo GTAP-AGR, datos microcensales y representación espacial de los resultados, muestra la distribución de los impactos en el sector agropecuario. El tratado afecta en forma distinta a diferentes tipos de agricultores en distintas zonas del país, aunque los más perjudicados son las empresas agrícolas modernas.

- En el caso del **Perú**, sin ninguna duda, el término de las preferencias ATPDEA sin la suscripción de un TLC es la peor alternativa desde cualquier ángulo (PIB, comercio o bienestar). Los resultados de los ejercicios simulados arrojan evidencia a favor de la suscripción de un TLC, especialmente si se excluyen los productos sensibles del acuerdo. Los resultados para el ejercicio cuasi-dinámico confirman estas conclusiones.
- Cuando se analiza los efectos de los TLC para **Bolivia**, la evidencia no es del todo concluyente, ya que los efectos son muy pequeños en el caso de bienestar, PIB y comercio. En los escenarios dinámicos, el mejor escenario en términos de bienestar neto sería el de la no firma del TLC, lo que estaría determinando la necesidad de políticas nacionales encaminadas a mitigar los efectos dinámicos adversos que la desviación de comercio, asociada a la firma de los TLCs por el resto de sus socios de la CAN, ocasionaría sobre el bienestar.
- El caso de **Venezuela** resulta ser especial, sobre todo porque el país no es beneficiario de las preferencias ATPDEA. Para dicho país el peor escenario es aquel en que todos los países andinos suscriben un TLC con los Estados Unidos. Situación que persiste en el caso en que se suscribiera el TLC excluyendo productos sensibles. Resumiendo todos los posibles efectos bajo los siete escenarios detallados en el Cuadro 35, la mejor opción para Venezuela sería aquella en que ningún país de la subregión suscribe un TLC con los Estados Unidos. Con todo, se aclara que en términos de PIB, los efectos serían muy pequeños.
- Los resultados para los **Estados Unidos** arrojaron evidencia empírica que confirma la estrategia seguida por su política comercial hacia la suscripción de acuerdos de libre comercio bilaterales, puesto que mientras mayor es el número de países con los que suscriba un TLC, y menor el número de productos sensibles excluidos, mayores son los beneficios alcanzados, en todos los ámbitos. Sin embargo, nuevamente se destaca que ponderados por el PIB, los resultados parecerían irrelevantes. Probablemente, en la arena política, la mayor amplitud en la red de acuerdos de libre comercio con países en desarrollo sea muy valorada.

Finalmente, los resultados sugieren que los TLC mejorarían los términos de intercambio de todos los países suscriptores. Por otro lado, se recalca que, en general, el peor escenario es el de la no conclusión de las negociaciones y la pérdida de los beneficios del ATPDEA. En este

sentido, cabe preguntarse si las negociaciones no han sido atrapadas por las preferencias ATPDEA, que las precedieron.

Cuadro 35: COMUNIDAD ANDINA: PRINCIPALES RESULTADOS DE LAS SIMULACIONES
(*PIB, Exportaciones, Importaciones y Bienestar*)

Escenarios	EGC, Modelos Estáticos "resultados de mediano plazo"					ECG Modelos cuasi-dinámicos "resultados de largo plazo"	
	CAN3-EEUU Ultralibera- lizador	CAN3-EEUU Excluyendo Sensibles	No TLC / No ATPDEA	CAN5-EEUU Ultralibera- lizador	CAN5-EEUU Excluyendo Sensibles	CAN3- EEUU Ultralibe- ralizador	No TLC / No ATPDEA
Resultados por país							
COLOMBIA							
PIB	-	-*	--	-	-	-*	--
Exportaciones	++	+	--	+	+	++	--
Importaciones	++	+	--	+	+	++	--
Bienestar (VE) Efecto bruto	-	-	-*
Bienestar (VE) Efecto neto	-	-	-*	--	-	++	--
ECUADOR							
PIB	-	-	-*	--	-	-	-*
Exportaciones	++	+	--	+	+	++	--
Importaciones	++	+	--	+	+	++	--
Bienestar (VE) Efecto bruto	-	-	+
Bienestar (VE) Efecto neto	-	-	-*	--	-	++	--
PERÚ							
PIB	-	-	-	--	-	-*	--
Exportaciones	++	+	--	+	+	++	--
Importaciones	++	+	--	+	+	++	--
Bienestar (VE) Efecto bruto	++		--
Bienestar (VE) Efecto neto	-	-*	--	-	-	++	--
BOLIVIA							
PIB	-	-	--	-	-*	-*	--
Exportaciones	-	-	--	-	++	-*	--
Importaciones	-	-	--	-	++	-*	--
Bienestar (VE) Efecto bruto	+	++	+
Bienestar (VE) Efecto neto	-	-*	--	-	-	-	-*
VENEZUELA							
PIB	-	-	Indiferente	-	-*	-	-*
Exportaciones	--	-	Indiferente	++	+	-	Indiferente
Importaciones	--	-	Indiferente	++	+	-	-*
Bienestar (VE) Efecto bruto	-	-	-*
Bienestar (VE) Efecto neto	-	-	++	--	-	--	++
Comunidad Andina							
PIB	-	-*	-	--	-*	-*	--
Exportaciones	+	+	-	++	+	++	--
Importaciones	+	+	-	++	+	++	--
Bienestar (VE) Efecto bruto	-	++	-
Bienestar (VE) Efecto neto	-	-*	-	--	-	++	--

Fuente: sobre la base de Duran, De Miguel y Schuschny (2007), a partir de las simulaciones con GTAP 6.1.

Nota: ++ Mejor alternativa; -- Peor alternativa; -* Escenario con mínimas pérdidas.

No obstante, los TLCs desviarían comercio intra-subregional hacia los Estados Unidos, así como también desde otros países no suscriptores, particularmente Bolivia y Venezuela que registrarían pérdidas en producción y exportaciones hacia el resto de los países del grupo. No

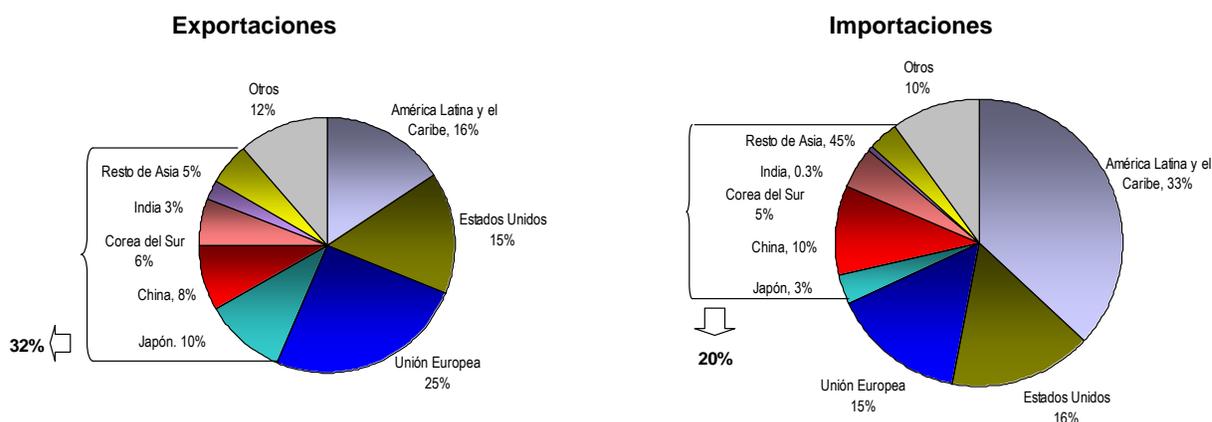
firmar un TLC con Estados Unidos para Bolivia y Venezuela tiene un costo importante en términos de erosión de las preferencias que ahora gozan en el mercado andino. Adicionalmente, algunos países de la región como Chile y México, sufrirán alguna erosión de sus preferencias comerciales en el mercado de los Estados Unidos.

Para Chile estos resultados infieren que su política activa de apertura internacional y la firma de tratados con sus principales socios comerciales le ha permitido “llegar primero”, obteniendo unas preferencias que se ha solidificado a través de su desarrollo industrial, manteniendo las ganancias de bienestar conseguidas y pese a los pasos en la misma dirección de los países vecinos, la erosión de sus preferencias y competitividad comercial apenas se ha visto afectada.

V.4 La carrera por el acceso preferencial a nuevos mercados: orientación de Chile hacia Asia²⁵

Asia, a mediados de los 2000 ya representa el 32% de las exportaciones de Chile, con Japón y China como el segundo y tercero socios más importantes de Chile, siendo de lejos, como región, el principal destino de las exportaciones, aún por encima de la Unión Europea (véase el Gráfico 21). Así mismo, Asia era la fuente de una quinta parte de sus importaciones totales, especialmente de equipo y bienes de capital.

Gráfico 21: CHILE: ESTRUCTURA DE SUS INTERCAMBIOS COMERCIALES, 2006
(En porcentajes del total)



Fuente: Schuschny, Durán y De Miguel (2008), sobre la base de información proporcionada por el Banco Central de Chile.

Abrir los mercados asiáticos, y sobre todo el de Japón, para Chile representa un logro muy importante, máxime porque este último es uno de los países más proteccionistas del mundo desarrollado, especialmente en productos como carnes, lácteos, frutas, vegetales y otros alimentos, donde se concentran algunas de las ventajas comparativas de Chile. Precisamente es

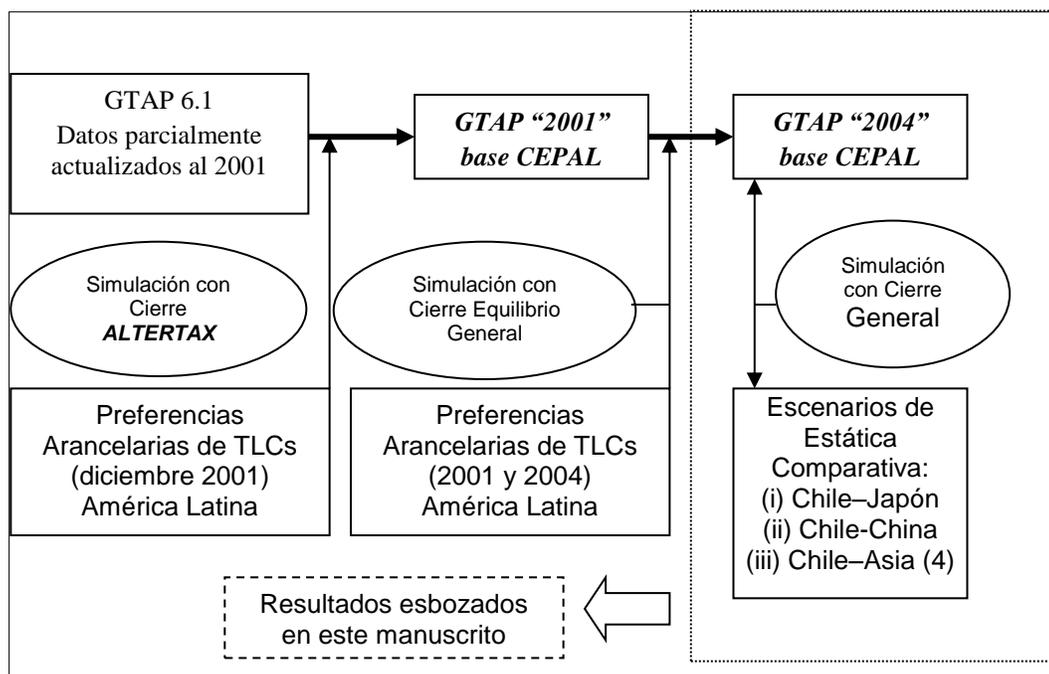
²⁵ Basado en Schuschny, Durán y De Miguel (2008).

ahí donde los aranceles son bastante altos, tanto en Japón como en China, Corea del Sur e India. Además significa abrir un mercados al que los países vecinos no han llegado aún.

Si bien es cierto Chile ya tiene un arancel bajo, con un nivel de protección parejo, para Japón y los países Asiáticos suscribir un TLC también resulta atractivo, ya que para estos países pagar el 6% les significa una desventaja relativa en el acceso de sus productos a Chile, que en 2005 ya había otorgado acceso preferencial al 77% de sus socios importadores (Becerra, 2005). Esto en términos prácticos significaba que a fines de 2005, el arancel efectivo de Chile se ubicó en torno al 1.9%, y para entonces, tanto China, como India y Japón estaban pagando un arancel de 4.1% adicional para sus productos, por encima del promedio de lo que el resto de socios con acuerdos estaba pagando. Desde esta perspectiva, la suscripción de un TLC con Chile para los países asiáticos tiene un enorme significado en cuanto a nivelar las condiciones de acceso para sus productos, tornándolos más competitivos.

Para la simulación de estos TLC, se definió el escenario base, referido al año 2004 (Schuschny, Durán y de Miguel, 2007). Baste aquí recordar que la primera etapa consistió en la revisión de los aranceles efectivos empleados incorporados en la base original GTAP 6.1 al 2001 y se actualizó los aranceles no contemplados. Luego se incorporan los acuerdos preferenciales suscritos entre principios del 2002 y fines del 2004. Los resultados de esta nueva línea de base (*GTAP 2004 base CEPAL*) son útiles para filtrar nuevos escenarios, evitando de este modo el que se imputen efectos indebidos a nuevas preferencias arancelarias por obtenerse mediante la firma de nuevos acuerdos de libre comercio (véase capítulo II y Gráfico 22).

Gráfico 22: METODOLOGÍA SECUENCIAL PARA LA ACTUALIZACIÓN DE DATOS Y ESCENARIOS DE POLÍTICA COMERCIAL A 2001 Y 2004



Fuente: Schuschny, Durán y De Miguel (2008), sobre la base de Schuschny, Durán, de Miguel (2007).

Una vez definida la línea de base, se procedió a analizar los impactos potenciales de las iniciativas de liberalización más recientes de Chile. Para tal efecto se calibraron cuatro tipos de escenarios:

1. Escenario Ultraliberalización. En este escenario se considera que los países suscriptores de un TLC reducen a cero todas las líneas arancelarias. En tres ocasiones se realizó un ejercicio como este: (i) simulaciones Chile – Japón; (ii) simulaciones Chile – China; y (iii) simulaciones Chile – Asia⁴. Los dos primeros casos suponen la firma de acuerdos con preferencias arancelarias entre los países firmantes, mientras que en el tercer caso, se supone una liberalización simultánea entre Chile y cuatro socios en Asia (China, Corea, Japón e India). En todas estas calibraciones se adoptaron los supuestos y cierres de equilibrio general estándar.
2. Escenario de liberalización parcial con exclusión de productos sensibles. En este caso, el supuesto empleado fue el de apertura parcial, liberalizando las líneas arancelarias que caen fuera de la cesta de productos con sensibilidades en Chile, Japón y China, según el caso. Este tipo de escenario sólo se calculó para los acuerdos bilaterales entre Chile y China, y Chile y Japón. Los productos excluidos y que conservan el arancel de la línea de base se indican en el Cuadro 36.
3. Escenario de liberalización parcial con exclusión de sensibles y desempleo. Este escenario reproduce los *shocks* arancelarios asumidos en el numeral previo, con la salvedad de que se relaja el supuesto de pleno empleo mediante la fijación del salario, que pasa a ser considerado como exógeno en las calibraciones.
4. Escenario Ultraliberalización con desempleo. Sigue la estructura de supuestos arancelarios del escenario tipo 1, ahora bajo una situación de desempleo. Se destaca que en este caso, el escenario contrafáctico de base 2004, también fue recalibrado para hacer comparable los ejercicios con respecto a un año de base en el que también se considere el mismo supuesto de desempleo, y no pleno empleo como se realizó en Schuschny, Durán y de Miguel (2007).
5. Escenario con Estado Estacionario. Para el caso de Japón, se simuló un escenario de estado estacionario, “*cuasi dinámico*”, en el evento de un acuerdo ultraliberalizador en un contexto de pleno empleo. A diferencia de los anteriores, este permite evaluar los efectos de la acumulación de capital.

Los resultados muestran que los impactos macroeconómicos de los TLC evaluados son positivos para Chile. Los efectos comerciales para Chile son considerables, especialmente en el caso de la expansión de sus exportaciones a China y Japón. En todos los resultados, la “creación” de comercio domina después de la apertura de tales mercados. Los efectos de “desviación” de comercio no son significativos, y más bien reducidos, aunque sólo se aplican en el caso de Argentina, Brasil y Perú, que son los países con mayor comercio con China y Japón, y competidores con Chile en la exportación de algunos recursos naturales y productos

agroindustriales. Con el resto de países de la región, la diferencia en los patrones de exportación hace que la “desviación” sea prácticamente nula.

Cuadro 36: DETALLE DE SUPUESTOS DE EXCLUSIÓN DE SECTORES SENSIBLES SEGÚN AGRUPACIONES GTAP

N°	Grupos	Productos incluidos	Sensibles Chile respecto de Japón	Sensibles Japón respecto de Chile	Sensibles Chile respecto de China	Sensibles China respecto de Chile
1	Arroz	pdr (Paddy rice), pcr (Processed rice)	X	X	X	X
2	Trigo	wht (Wheat)	X	X	X	X
3	Otros cereales	gro (Cereal grains nec)				X
5	Sem. oleaginosas	osd (Oil seeds)	X	X	X	X
6	Aceites vegetales	vol (Vegetable oils and fats)	X		X	X
7	Azúcar	c_b (Sugar cane, sugar beet), sgr (Sugar)	X	X	X	X
8	Fibras vegetales	pfb (Plant-based fibers), wol (Wool, silk-worm cocoons)	X	X		
9	Otros cultivos	ocr (Crops nec)				X
10	Bebidas y Tabaco	b_t (Beverages and tobacco products)	X	X		
12	Carnes	cmt (Meat: cattle,sheep,goats,horse), omt (Meat products nec)	X	X		
13	Lácteos	rmk (Raw milk), mil (Dairy products)	X	X		X
14	Otros alimentos	ofd (Food products nec)				X
15	Pesca	fsh (Fishing)				X
16	Forestal	frs (Forestry)				X
17	Textil	tex (Textiles)	X	X	X	X
18	Confección	wap (Wearing apparel)	X	X	X	X
19	Cuero y Calzado	lea (Leather products)	X	X	X	X

Fuente: Schuschny, Durán y De Miguel (2008), sobre la base de información oficial de los acuerdos señalados.

Chile alcanza a mejorar su posición exportadora en los mercados de Asia, especialmente en Japón, lo que redundaría en una mayor diferenciación de su estructura exportadora. Los productos agrícolas y las manufacturas livianas, en general, y las carnes y los lácteos, en particular, son los sectores más beneficiados en el caso del TLC con Japón. En el caso de China, los beneficios son menores y más distribuidos entre sectores. En cualquier caso, los cambios en la estructura exportadora hacia una mayor diversificación quedan respaldados. Además, el TLC con Japón permitiría reducir la alta dependencia de la estructura exportadora chilena en las industrias ambientalmente sensibles (Low y Yeats, 1992; Schaper, 1999). En el caso del acuerdo con China el efecto no es tan claro (Cuadro 37).

La apertura a los mercados de Asia aporta mejoras de bienestar del orden del 0.8% del PIB si se incluyen todos los TLC, y si la liberalización es completa. La exclusión de los productos sensibles reduce las ganancias de bienestar por debajo del 0.5%. El acuerdo con Japón es, en el contexto de este análisis de estática comparativa, el más beneficioso para Chile, cuyo bienestar aumentaría en casi el 0.7% del PIB. Por el contrario el de China apenas logra mejorar el bienestar de Chile en un 0.1% del PIB. Para China y Japón los acuerdos no representan variaciones significativas en su bienestar, lo que se debe principalmente a la pequeña

participación de Chile en el comercio de estas potencias. La exclusión de productos sensibles en el acuerdo reduce considerablemente las ganancias de bienestar para Chile.

Cuadro 37: TRATADOS DE LIBRE COMERCIO ENTRE CHILE Y JAPÓN Y CHILE Y CHINA: IMPACTO SOBRE EL PATRÓN EXPORTADOR EN FUNCIÓN DE LAS INDUSTRIAS AMBIENTALMENTE SENSIBLES

(Variación porcentual con respecto al escenario base = 2004)

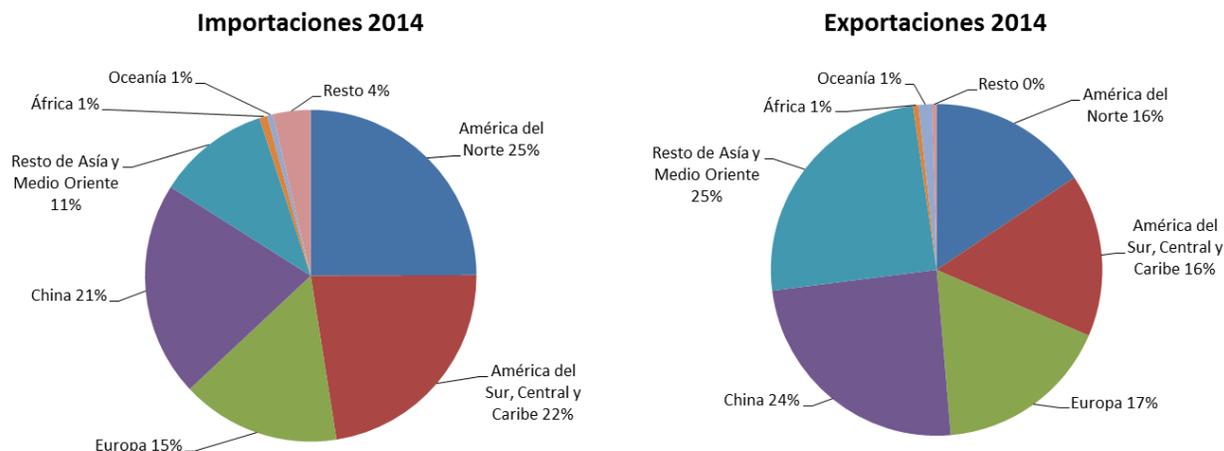
TLC (liberalización completa)		Chile – Japón		Chile – China	
Grado (mundo)	Sectores Ambientalmente Sensibles	Mundo	Japón	Mundo	China
B	Otros alimentos	0.28	13.67	1.08	37.17
A	Forestal	-2.03	-1.64	-0.31	8.18
B	Madera	-4.20	-3.22	0.00	26.19
B	Minería	-2.52	-2.50	-0.25	-0.12
A	Derivados del petróleo	-0.04	16.65	0.15	0.20
A	Química	-3.74	-3.61	2.16	49.61
A	Metal	-5.27	2.38	0.48	14.48
A	Productos Metálicos	-4.95	-5.36	0.12	183.10
A	Otras manufacturas	-5.61	-2.75	0.03	1.81
	Total IAS	-3.60	2.17	0.50	11.85
	Total Otros sectores	17.50	1074.00	1.42	193.87
	Total Xs bienes	2.56	71.70	0.77	20.67

Fuente: Schuschny, Durán y De Miguel (2008), sobre la base de simulaciones GTAP 6.1.

Notas: A = Alta sensibilidad ambiental; B = Baja sensibilidad ambiental.

Como principal conclusión se destaca la complementariedad en las relaciones comerciales bilaterales entre Chile y Asia, en el sentido de que los acuerdos fortalecerán la estrategia de crecimiento económico seguida por Chile en cuanto a su apuesta por una mayor apertura, liberalización y diversificación comercial, buscando hacer de Chile una plataforma de negocios dentro de América Latina y el Caribe. Por otra parte, Japón podrá recuperar la cuota de mercado que tenía en América Latina, la cual ha sido decreciente en los últimos años, mientras China continúa expandiendo su frontera de posibilidades comerciales y presencia en la región y el mundo. En efecto, la evidencia empírica casi una década después muestra que China ha pasado a ser el principal destino de las exportaciones chilenas, que sumadas a las del resto de Asia alcanzan el 50% del total exportado, desplazando a la UE como el principal destino. De igual manera las importaciones procedentes de China han duplicado su participación, y si se considera toda la zona asiática, su cuota ha aumentando en un 50% a costa de sus socios de América Latina y EEUU (Gráfico 23).

Gráfico 23: CHILE: ESTRUCTURA DE SUS INTERCAMBIOS COMERCIALES, 2014
(En porcentajes del total)



Fuente: Autor, sobre la base de información proporcionada por el Banco Central de Chile.

V.5 Comercio y cambio climático²⁶

El cambio climático es uno de los mayores desafíos que enfrenta la humanidad. Reducir el potencial aumento de temperaturas, entre otros efectos, requiere estabilizar y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, y esa tarea obliga a un acuerdo de todos los países del planeta. La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y el Protocolo de Kioto proveen el marco internacional para cooperar en este tema. El Protocolo (UNFCCC, 1997) estableció compromisos legales de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero para algunos países industrializados (los llamados países Anexo 1), así como mecanismos para lograr en forma más eficiente esas reducciones, tales como el comercio de emisiones, el Mecanismo de Desarrollo Limpio y la Implementación conjunta. Las emisiones globales de los países del Anexo 1 representan aproximadamente un 63% de las totales. Los países no incluidos en este anexo, entre ellos todos los de América Latina y el Caribe, no tienen restricciones para emitir ni obligaciones de reducir más allá de sus compromisos voluntarios. No obstante, cuentan con incentivos financieros para desarrollar proyectos de mitigación que generen certificados de reducción vendibles a los países con compromisos. En el futuro cercano, tanto por la magnitud del problema del cambio climático, como por el aumento del peso relativo en las emisiones de los países en desarrollo, es probable un acuerdo de mitigación que involucre compromisos de ambos bloques.

²⁶ Basado en Ludeña, De Miguel y Schuschny (2015).

Si bien existen estudios sobre los costos asociados a los impactos del cambio climático en América Latina y el Caribe (CEPAL, 2010), así como para Chile (CEPAL, 2012), que proveen evidencia que sugiere pérdidas anuales superiores al 1% del PIB hasta el año 2100, el análisis de los impactos sobre estas economías derivados de la implementación de instrumentos económicos a escala global para reducir las emisiones son aún pocos. Los resultados aquí presentados ahondan en los efectos de un posible mercado de carbono en el que los países de América Latina podrían participar. Para ello se usó la versión del modelo GTAP-E desarrollada por McDougall y Golub (2009). El modelo GTAP-E, explicado en el capítulo II, modifica el GTAP estándar para incluir una base de datos de emisiones de CO₂ por regiones, productos y uso (tanto para uso intermedio, como para consumo privado y de gobierno, de productos nacionales e importados) y permite el comercio de permisos de emisión entre bloques comerciales. Este mecanismo de flexibilidad ayudaría a las economías cuyos productos tienen mayor contenido carbónico a reducir sus emisiones a un menor costo.

El artículo simula los efectos del cumplimiento del Protocolo de Kioto por los países firmantes con y sin comercio de certificados de emisión entre ellos, así como con otros socios comerciales (se calcula el impuesto al carbono equivalente). Se incluye además el escenario en que EEUU, que no ha ratificado el Protocolo, tiene un objetivo equivalente de reducción. Además también se simula el caso de una reducción pareja de un 5% de los grandes países en desarrollo (China, India, México, Brasil y Sudáfrica - CIMBSA) y el efecto *hot air*. Todos los escenarios simulados pueden verse en el Cuadro 38.

Cuadro 38: ESCENARIOS DE POLÍTICA DE COMERCIO DE EMISIONES

No	Escenario	Descripción	EEUU	FSU	CIMBSA
1	Kyontr1a	Kioto sin comercio de emisiones, con EEUU	✓		
2	Kyontr1b	Kioto sin comercio de emisiones, sin EEUU			
3	Kyontr2a	Kioto sin comercio de emisiones, con EEUU y CIMBSA (-5%)	✓		✓
4	Kyontr2b	Kioto sin comercio de emisiones, sin EEUU y con CIMBSA (-5%)			✓
5	Kyotr0	Kioto con comercio de emisiones en países Anexo I (FSU <i>hot air</i>)	✓	✓	
6	Kyotr1c	Kioto con comercio de emisiones Anexo I, con EEUU (FSU=0)	✓		
7	Kyotr2a	Kioto con comercio de emisiones Anexo I, sin EEUU (FSU=0)			
8	Kyotr3a	Kioto con comercio de emisiones Anexo I, con EEUU & CIMBSA-5%	✓		✓
9	Kyotr3b	Kioto con comercio de emisiones Anexo I, sin EEUU y con CIMBSA-5%			✓
10	Kyotrla1	Kioto con comercio de emisiones Anexo I, con EEUU y América Latina	✓		
11	Kyotrla2	Kioto con comercio de emisiones Anexo I, sin EEUU, con América Latina			
12	Kyowtr1	Kioto con comercio de emisiones mundial, con FSU <i>hot air</i>	✓	✓	
13	Kyowtr2	Kioto con comercio de emisiones mundial, FSU=0 & CIMBSA-5%	✓		✓

Fuente: Ludeña, De Miguel y Schuschny (2015).

Nota: EEUU denota que los Estados Unidos reducen sus emisiones y participan en el comercio de emisiones si el escenario lo considera; FSU denomina los escenarios donde se toma en cuenta el efecto de aire caliente o "hot air" en los países de la Antigua Unión Soviética; CIMBSA se refiere a los escenarios donde se reducen 5% las emisiones de China, India, México, Brasil y Sudáfrica.

Los resultados, algunos de los cuales se muestran en el Cuadro 39 y en el Cuadro 40, confirman algunos hechos estilizados. En primer lugar, la participación de EEUU, segundo emisor del mundo tras China, es crucial para reducir las emisiones en el planeta, así como a la hora de determinar el impuesto al carbono. Su participación beneficiará a los países en desarrollo a través del aumento de su competitividad (considerando que no tendrían que pagar el impuesto al carbono), y por la posibilidad de participar en el mercado de carbono como oferentes de certificados de reducción. En segundo lugar, el papel de los países que componían la antigua Unión Soviética y el efecto de “hot air” es significativo, dado que mientras exista y los compromisos de reducción sean limitados reducirá el costo de la mitigación. Tercero, la participación en el mercado de carbono de los países en desarrollo es crucial para reducir el costo de la mitigación, efecto que se magnifica cuando sus principales emisores realizan también acciones de mitigación.

El efecto sobre los países en desarrollo es siempre muy bajo, aunque difiere entre países exportadores e importadores de energía. Los primeros sufren de disminuciones en su bienestar principalmente a consecuencia de un empeoramiento de sus términos de intercambio. Esto se debe a que las reducciones en las emisiones están ligadas a la bajada del componente carbónico de las economías y, por ende, incide en una disminución en el apetito por materias primas como carbón, petróleo y sus derivados. Países como México, Venezuela, Colombia y Argentina son los más afectados, especialmente si su principal socio, los EEUU, acepta compromisos de mitigación. En cualquier caso, la variación en el bienestar de los países de América Latina es generalmente positiva cuando participan en los mercados de carbono. Solo Venezuela sufrirá ante un mercado mundial de carbono en el que participen con compromisos de reducción todos los principales países contaminantes.

En el caso de Chile, los resultados muestran que, en ausencia del comercio de emisiones, tendería a aumentar las suyas, ya que al no tener compromisos de reducción, sus productos (sin impuestos al carbono) se harían más competitivos aumentando su producción y emisiones. Cuando puede participar en el mercado de emisiones, el país tendría reducciones importantes, que serán tanto mayores como cuanto profundo sea el mercado de carbono. En cualquiera de los casos los efectos sobre el PIB y el bienestar son nulos.

En suma, los países en desarrollo pueden jugar un papel importante en la disminución de los costos de reducir las emisiones de carbono en el caso de existir mercados para sus certificados de reducción. Sin embargo, un impuesto al carbono, aunque lleve asociado mecanismos de flexibilidad como mercados de certificados de reducción, alterará los precios relativos en detrimento de aquellos bienes que generen una mayor externalidad climática, haciendo menos competitivos los sectores que los produzcan y los países en cuya estructura exportadora representen una mayor participación. Así, los países en desarrollo exportadores de energías con alto contenido de carbono pueden verse negativamente afectados.

Cuadro 39: VARIACIÓN EN LAS EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO

(%)

Región	Sin comercio				Comercio de emisiones								Comercio Mundial	
	kyontr1a	kyontr1b	kyontr2a	kyontr2b	kyotr0	kyotr1c	kyotr2a	kyotr3a	kyotr3b	kyotrLA1	kyotrLA2	kyowtr1	kyowtr2	
EEUU	-20,78	0,41	-20,78	0,48	0,36	-14,78	0,29	-9,34	0,22	-13,52	0,27	0	-7,94	
EU 15	-5,37	-5,37	-5,37	-5,37	0,20	-7,96	-4,67	-4,94	-2,37	-7,31	-3,82	0	-4,12	
Japón	-11,80	-11,80	-11,80	-11,80	0,26	-5,26	-3,11	-3,24	-1,69	-4,80	-2,57	0	-2,74	
RdAI	-15,89	-15,89	-15,89	-15,89	0,27	-11,37	-6,31	-7,05	-3,23	-10,19	-5,04	0	-5,84	
EU 12	1,54	0,95	1,63	1,04	2,19	-16,93	-10,22	-11,57	-5,77	-15,75	-8,64	0,01	-10,07	
EUSTAI	0,98	0,58	1,06	0,65	0,27	-12,58	-6,64	-7,72	-3,38	-11,51	-5,42	0	-6,58	
EEFSU	1,99	0,94	2,11	1,05	0,37	-15,37	-8,56	-9,65	-4,40	-13,93	-6,90	0	-7,95	
China	0,63	0,28	-5,00	-5,00	-0,02	0,69	0,23	-19,71	-10,41	0,46	0,14	0,01	-17,32	
India	0,09	-0,32	-5,00	-5,00	0,00	0,17	-0,08	-24,59	-13,73	0,22	-0,03	5,32	-22,23	
Sudáfrica	1,73	0,99	-5,00	-5,00	-0,05	2,07	0,86	-11,53	-5,24	1,42	0,53	0	-9,34	
Exp. de Energía.	1,26	0,44	1,34	0,51	-0,03	1,39	0,41	1,04	0,29	1,16	0,32	0	-5,52	
Argentina	1,02	0,36	1,15	0,48	-0,03	1,13	0,35	0,91	0,27	-6,14	-2,91	0	-3,35	
Brasil	1,90	0,63	-5,00	-5,00	-0,04	1,90	0,52	-5,97	-2,84	-8,73	-4,45	0	-5,02	
Chile	0,39	0,22	0,44	0,27	-0,01	0,37	0,12	0,33	0,11	-9,05	-5,51	0,01	-6,13	
Colombia	2,67	0,66	2,83	0,79	-0,06	2,43	0,54	1,76	0,39	-8,22	-4,28	0	-4,49	
México	1,43	0,34	-5,00	-5,00	-0,03	1,28	0,27	-5,23	-2,30	-8,19	-3,77	0	-4,35	
Perú	2,20	0,69	2,37	0,84	-0,05	2,19	0,58	1,68	0,44	-9,05	-5,51	0,01	-6,13	
Uruguay	1,36	0,30	1,45	0,38	-0,03	1,05	0,17	0,85	0,17	-9,05	-5,51	0,01	-6,13	
Venezuela	1,98	0,55	2,14	0,68	-0,04	1,85	0,44	1,48	0,37	-10,75	-5,43	0	-6,25	
Bolivia -Ecuador	2,72	0,67	2,90	0,82	-0,06	2,53	0,56	1,89	0,43	-7,02	-3,69	0	-3,63	
Resto de SAm	2,47	0,85	2,67	1,03	-0,06	2,63	0,78	1,94	0,54	-10,58	-6,27	0,15	-6,6	
C. América	1,77	0,57	1,88	0,67	-0,04	1,82	0,50	1,35	0,35	-5,74	-2,89	0	-2,98	
Caribe	1,52	0,74	1,67	0,87	-0,04	2,07	0,79	1,49	0,52	-30,40	-22,59	0,2	-24,57	
RdM	1,08	0,42	1,19	0,52	-0,03	1,16	0,36	1,00	0,31	0,95	0,27	0	-5,86	

Fuente: Ludeña, De Miguel y Schuschny (2015), sobre la base de simulaciones con GTAP-E.

Cuadro 40: VARIACIÓN EN EL PIB
(%)

Región	Sin comercio				Comercio de emisiones								Comercio Mundial	
	kyontr1a	kyontr1b	kyontr2a	kyontr2b	kyotr0	kyotr1c	kyotr2a	kyotr3a	kyotr3b	kyotrLA1	kyotrLA2	kyowtr1	kyowtr2	
EEUU	-0,17	0	-0,17	0	0	-0,09	0	-0,04	0	-0,08	0	0	-0,03	
EU 15	-0,03	-0,07	-0,02	-0,07	0	-0,09	-0,06	-0,03	-0,02	-0,07	-0,04	0	-0,01	
Japón	-0,21	-0,21	-0,21	-0,21	0	-0,06	-0,03	-0,03	-0,01	-0,05	-0,03	0	-0,02	
RdAI	-0,28	-0,28	-0,27	-0,28	0	-0,17	-0,08	-0,08	-0,04	-0,15	-0,06	0	-0,06	
EU 12	0,04	0,01	0,04	0,02	0	-0,25	-0,1	-0,12	-0,04	-0,21	-0,07	0	-0,09	
EUSTAI	-0,05	-0,02	-0,06	-0,02	0	-0,76	-0,26	-0,36	-0,11	-0,67	-0,2	0	-0,31	
EEFSU	0,22	0,08	0,24	0,09	0,01	-0,97	-0,49	-0,52	-0,22	-0,85	-0,37	0	-0,4	
China	0,01	0	-0,03	-0,04	0	0,01	0	-0,31	-0,1	0,01	0	0	-0,25	
India	0,06	0,02	0,05	0,01	0	0,06	0,01	-0,17	-0,06	0,06	0,01	0	-0,13	
Sudáfrica,	0,07	0,03	-0,05	-0,08	0	0,07	0,02	-0,26	-0,09	0,04	0,01	0	-0,2	
Exp. de Energía	-0,01	0	-0,01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,11	
Argentina	0,02	0	0,02	0	0	0,01	0	0,01	0	-0,09	-0,04	0	-0,04	
Brasil	0,02	0,01	-0,05	-0,05	0	0,02	0,01	-0,06	-0,02	-0,1	-0,04	0	-0,05	
Chile	0,05	0,02	0,06	0,03	0	0,05	0,02	0,05	0,01	-0,08	-0,04	0	-0,03	
Colombia	0,02	0	0,02	0	0	0,01	0	0,01	0	-0,15	-0,06	0	-0,08	
México	0,01	0	-0,02	-0,03	0	0,01	0	-0,03	-0,01	-0,05	-0,02	0	-0,02	
Perú	0,06	0,02	0,06	0,03	0	0,06	0,02	0,04	0,01	-0,08	-0,04	0	-0,03	
Uruguay	0,02	0	0,02	0,01	0	0,02	0,01	0,02	0	-0,08	-0,04	0	-0,03	
Venezuela	-0,05	-0,01	-0,05	-0,01	0	-0,04	-0,01	-0,04	-0,01	-0,22	-0,09	0	-0,08	
Bolivia -Ecuador	0,05	0,01	0,05	0,01	0	0,05	0,01	0,03	0,01	0,04	0,02	0	-0,1	
Resto de SAm	0,06	0,04	0,07	0,05	0	0,09	0,04	0,06	0,02	-0,05	-0,02	0	0,03	
C. América	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,14	-0,06	0	-0,03	
Caribe	0,02	0	0,02	0	0	0,01	0	0,01	0	0,02	0,01	0	-0,07	
RdM	0,02	0	0,02	0,01	0	0,02	0,01	0,01	0	-0,15	-0,04	0	-0,05	

Fuente: Ludeña, De Miguel y Schuschny (2015), sobre la base de simulaciones con GTAP-E.

CONCLUSIONES

Chile es considerado internacionalmente como una economía exitosa. Sus cifras e indicadores así lo atestiguan. Desde 1990 el país ha venido construyendo un modelo de desarrollo socialmente más justo y ambientalmente más sostenible basado en una economía de mercado con un papel subsidiario del Estado. No obstante, en los aspectos sociales y ambientales aún queda mucho camino por recorrer. La provisión de bienes públicos es insuficiente, la desigualdad es extremadamente alta y la degradación del medio ambiente afecta la salud y calidad de vida de las personas. La insatisfacción ciudadana gatilla crecientes demandas por un mayor bienestar, donde el ingreso nacional deja de ser una medida relevante. El desarrollo sostenible es pues una prioridad de futuro que se ha de construir sobre los resultados de las políticas adoptadas en décadas recientes y actualmente en discusión.

El diseño de políticas que contemplen los aspectos económicos, sociales y ambientales, la coordinación entre las distintas políticas, los sistemas de incentivos y desincentivos, el entorno internacional que permea y modifica los resultados de las políticas públicas, entre otras cosas, son aspectos que hacen que una investigación con modelos de equilibrio general centrada en el desarrollo sostenible de Chile sea muy útil y a la vez interesante.

Las herramientas son mucho más numerosas, tanto dentro de la ciencia económica como fuera. No obstante, se ha elegido usar modelos de equilibrio general computable para adentrarse en la evaluación de la sostenibilidad del desarrollo. La teoría en que se fundamentan, el tipo de modelos desarrollados y las aplicaciones prácticas descritas en este ensayo han demostrado con creces su utilidad para entender y analizar interacciones económicas complejas entre mercados y agentes socioeconómicos, determinar precios y cantidades óptimas fruto de las interrelaciones anteriores, evaluar efectos directos e indirectos de políticas, identificar ganadores y perdedores, y diseñar políticas complementarias que mitiguen impactos negativos y refuercen los positivos. La incorporación de aspectos sociales y ambientales ha permitido superar el ámbito de la economía para apoyar las demandas sociales de un modelo de desarrollo más sostenible.

En los documentos presentados, con cuyos análisis se ha acompañado la discusión de varios de los temas más relevantes para el desarrollo de Chile, se pueden encontrar numerosas lecciones, que resumiremos sucintamente a continuación:

- 1) Aplicar políticas sociales y ambientales no tiene por qué afectar a la salud de la economía. No caben las teorías de crecer primero, repartir después y proteger el medio ambiente más tarde. La evidencia mostrada en las aplicaciones así lo demuestra.
- 2) El modelo económico de Chile logrará resolver los problemas básicos del desarrollo, recogidos en los Objetivos de Desarrollo del Milenio, pero éstos son insuficientes para un país miembro de la OCDE que aspira a ser desarrollado.

- 3) Las políticas de estabilidad y equilibrios macroeconómicos y el músculo económico para poder aplicar políticas contracíclicas sin mayor endeudamiento han sido factores clave a la hora de no experimentar retrocesos en los progresos sociales ante *shocks* externos como las crisis financieras internacionales recientes.
- 4) Políticas sociales más agresivas en educación, salud, etc., requerirán de fondos adicionales que solo podrán obtenerse con reformas fiscales que permitan mayor recaudación o endeudamiento adicional.
- 5) Para mejorar el bienestar de los chilenos y lograr un modelo de desarrollo sostenible es imperioso enfrentar los problemas de calidad del medio ambiente. La contaminación atmosférica genera fuertes daños en la salud y calidad de vida de las personas y altos costos económicos tanto privados como públicos.
- 6) Los impuestos ambientales son una opción viable para enfrentar la contaminación atmosférica. Los impuestos a las emisiones de material particulado son superiores desde un punto de vista económico y ambiental a los impuestos a otros contaminantes del aire o a los combustibles.
- 7) La aplicación de impuestos ambientales puede tener diferentes ganadores y perdedores dependiendo de lo que se haga con los recursos recaudados. En un contexto donde se buscarán recursos adicionales para la política social, parece adecuado que los impuestos que gravan males, como lo hacen los ambientales, sean los elegidos. Numerosos cobeneficios pueden derivarse de esta opción.
- 8) En caso de no ser requerida la recaudación adicional fruto de los impuestos ambientales, es posible implementar reformas fiscales que reduzcan otros impuestos. La elección del impuesto a reducir no es neutral, ni para los sectores socioeconómicos ni para los hogares afectados. Reducir el IVA tienen mejores efectos distributivos y beneficia a los sectores más ligados al consumo masivo. Mientras que reducir el impuesto a las rentas (empresas y/o personas) afecta positivamente a los sectores de ingreso más alto y a los sectores más intensivos en capital.
- 9) Chile depende fuertemente de la exportación de recursos naturales para sostener su modelo de desarrollo. El sector cuprífero lidera las exportaciones y es determinante para los indicadores económicos. La bonanza en el precio de las materias primas pueden llevar a Chile a experimentar la enfermedad holandesa, induciendo una mayor dependencia del sector primario, o reprimarización.
- 10) La introducción de regalías genera una fuente adicional de recursos para el gobierno (que puede apoyar las políticas sociales y ambientales) reduciendo además los efectos nocivos de la posible enfermedad holandesa. Esto último depende del monto de la regalía y su forma y las modalidades en que serán usados los recursos.
- 11) Chile está expuesto a los vaivenes en los precios de los hidrocarburos, de los que es totalmente dependiente. Políticas en favor de limitar esa dependencia pueden tener importantes beneficios económicos y ambientales. Los impuestos al carbono (o a otros tipos de contaminantes) no solo generarán los incentivos para fuentes energéticas

alternativas, sino que además de contribuir al cambio climático, tiene el potencial de generar recursos adicionales a través de los mecanismos de flexibilidad del Protocolo de Kioto.

- 12) Chile, por varias décadas ha sido un país muy abierto, que en su momento realizó fuertes rebajas arancelarias unilaterales. Por ello, la política de firma de acuerdos de libre comercio ha sido acertada al permitirle ganar preferencias de acceso a los mercados de sus socios. Además, al liderar en América Latina y el Caribe la firma de estos acuerdos, le ha permitido consolidar una sólida reputación internacional, obtener importantes ventajas comparativas respecto a sus vecinos y liderar la penetración comercial en otras regiones del planeta.
- 13) No obstante, el camino abierto por Chile, también ha sido seguido por sus vecinos, particularmente los países de la Comunidad Andina de Naciones, erosionando las ventajas comparativas adquiridas por el hecho de “llegar primero”. Aunque, en todo caso, ha mantenido su situación de privilegio respecto al número, profundidad y beneficios económicos y sobre bienestar de los acuerdos comerciales.
- 14) En términos socioeconómicos los acuerdos han sido beneficiosos, pero en su mayoría, fruto del efecto escala, han impuesto mayores presiones sobre el medio ambiente y los recursos naturales que Chile explota. El balance es mixto, algunos acuerdos de los aquí evaluados sí han permitido ciertos grados de diversificación productiva, mientras que otros han sesgado al país a aumentar las exportaciones de los sectores tradicionales, es decir, materias primas y manufacturas de baja elaboración dependientes de los recursos naturales.
- 15) El futuro del comercio internacional también se verá afectado por la temática ambiental. Enfrentar el mal público global que es el cambio climático, impondrá acciones para lograr la necesaria mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero, que eventualmente afectarán al comercio. En el posible caso de un impuesto al carbono global, que incluya un mercado de certificados de reducción, Chile apenas se vería afectado. Aunque, obviamente, ello dependerá de si el país asume compromisos, cuales son los compromisos mundiales y quienes participan en el mercado.

Los resultados anteriores, profundizados a lo largo del documento, han sido obtenidos de numerosos ejercicios de simulación con tres modelos de equilibrio general computable: ECOGEM-Chile, en sus versiones estática y dinámica, MAMS y GTAP, en sus versiones estándar, GTAP-AG y GTAP-E. Los ejercicios han nacido de las discusiones y problemáticas que Chile (y la región) ha enfrentado en los últimos 20 años, siempre con vistas a contribuir con un análisis integral como requiere la búsqueda del desarrollo sostenible. Los tres artículos reproducidos íntegramente en los anexos ejemplifican este esfuerzo, que se complementa con otras dos publicaciones en revistas arbitradas, más de quince documentos de trabajo y capítulos de libros y tres libros. En suma, todo ello demuestra la utilidad de estos modelos para contribuir desde la ciencia económica a alcanzar un desarrollo más sostenible.

BIBLIOGRAFÍA²⁷

- Adelman, I. y Robinson, S. (1978), *Income Distribution Policy in Developing Countries*, Stanford University, California.
- Armington, Paul (1969), *A Theory of Demand for Products Distinguished by Place of Production*, IMF Staff Papers, 16, 159–178.
- Arrow, K.J. y Hahn, F. (1971), *General Competitive Analysis*, Holden-Day, San Francisco
- Banco Central de Chile (1992), *Matriz de Insumo Producto de la Economía Chilena 1986*, Octubre.
- Banco Central de Chile (2001), *Matriz de Insumo Producto de la Economía Chilena 1996*, Septiembre.
- Banco Central de Chile (2006), *Cuentas Nacionales de Chile Compilación de Referencia 2003*, Noviembre.
- Banco Central de Chile (2011), *Cuentas Nacionales de Chile Compilación de Referencia 2008*, Noviembre.
- Becerra, G. (2005), *Arancel efectivo de las importaciones chilenas: 2000-2005*. Estudios Económicos Estadísticos. No. 50. Banco Central de Chile.
- Beckman, J.F. y T. Hertel (2009), *Why Previous Estimates of the Cost of Climate Mitigation are Likely Too Low*. GTAP Working Paper No. 54, Purdue University.
- Beghin, J., S. Dessus, D. Roland-Holst y D. Van der Mensbrugghe (1996), “General Equilibrium Modelling of Trade and the Environment”, Technical Paper, N°116, Paris, OECD Development Center.
- Bergman, Lars (1990), “Energy and Environmental Constraint on Growth: A CGE Modeling Approach,” *Journal of Policy Modeling*, 12(4):671-691.
- Berrettoni, D. y M. Cicowicz (2005), *El acuerdo de libre comercio MERCOSUR–Comunidad Andina de Naciones: Una evaluación cuantitativa*. Serie estudios estadísticos y prospectivos, CEPAL, Naciones Unidas.
- Brockmeier, M. (2001), “A Graphical Exposition of the GTAP Model”, GTAP Technical Paper No. 8, https://www.gtap.agecon.purdue.edu/resources/res_display.asp?RecordID=311.
- Burniaux, J.M. y T.P. Truong (2002), *GTAP-E: An Energy-Environmental Version of the GTAP Model*. GTAP Technical Paper No. 16. Center for Global Trade Analysis, Purdue University.
- CEPAL (2010), *La economía del cambio climático en América Latina y el Caribe*. Síntesis 2010 Naciones Unidas LC/G.2474, Santiago.
- CEPAL (2012), *La economía del cambio climático en Chile*. Naciones Unidas LC/W.472, Santiago, mayo.
- CEPAL (2014), *Pactos para la igualdad: Hacia un futuro sostenible*. Trigésimo quinto período de sesiones de la CEPAL, Lima, 5 a 9 de mayo de 2014, Naciones Unidas, CEPAL LC/G2586, Santiago, abril.
- Chumacero, R. y K. Schmidt-Hebbel (2005), *General Equilibrium models for the Chilean Economy*, Banco Central de Chile.
- Carriquiry, Bruno (2008), “Calidad de la estimación de las emisiones contaminantes en el modelo de equilibrio general computable ECOGEM, ¿Cuales con sus consecuencias de los efectos económicos y medioambientales predichos por el modelo?”. Tesis para optar al Grado de Magíster en Economía Aplicada y Memoria para optar al Título de Ingeniero Civil Industrial. Universidad de Chile.
- Clean Air Institute (2012), *La calidad del aire en América Latina: una visión panorámica*. [en línea www.cleanairinstitute.org/calidaddelaireamericalatina].
- CNE (2009a), *Balance Nacional de Energía 2008*, Comisión Nacional de Energía, Ministerio de Economía, Santiago.
- CNE (2009b), *Restricciones de Gas desde Argentina 2004-2009*, Comisión Nacional de Energía, Información de la página web. www.cne.cl/cnewww/export/sites/default/12_Utiles/envio_gas/archivos_bajar/grafico_restricciones_2004-2009.pdf.

²⁷ La bibliografía de los tres artículos de revistas arbitradas que sustentan esta memoria se presenta en los propios artículos.

- CNE (2010), Estadísticas Sector Energía en Chile 1990-2007. Comisión Nacional de Energía, Santiago.
- CONAMA (1994), Ley de bases del medio ambiente. Comisión Nacional del Medio Ambiente, Santiago, Chile.
- CONAMA (1997), Memoria Anual. Comisión Nacional del Medio Ambiente, Santiago, Chile.
- CONAMA (1998), Memoria Anual. Comisión Nacional del Medio Ambiente, Santiago, Chile.
- Dagoumas, A.S., G.K. Papagiannis y P.S. Dokopoulos (2006), An economic assessment of the Kyoto Protocol application. *Energy Policy* 34(1): 26–39.
- Debreu, G. (1959), *Theory of Value*. Wiley, New York.
- De Miguel, C., J. Durán, P. Giordano, J. Guzmán, A. Schuschny y M. Watanuki (eds.) (2010), *Modeling Public Policies in Latin America and the Caribbean*. Libros de la CEPAL 109, LC/G.2461-P, Naciones Unidas, Septiembre.
- De Miguel, C., A. González y E. Muchapondwa (2003), Financing air pollution abatement through lump-sum taxation: the CGE approach. Paper presented at the 2nd Advanced Course on Computable General Equilibrium Modeling (CGE) and the Environment, Trieste, Italy, December.
- De Miguel, C., R. O’Ryan, M. Pereira y B. Carriquiri (2011), “Políticas fiscales, impactos energéticos y emisiones de CO₂ en Chile”. *Serie Medio Ambiente y Desarrollo*, 144, CEPAL LC/L 3434, Santiago de Chile, diciembre.
- Dervis, K. y S. Robinson (1980), “The Sources and Structure of Inequality in Turkey (1950-73)”, in Ozbudun and Ulusan, *The Political Economy of Income Distribution in Turkey*.
- Dervis, K., J. de Melo y S. Robinson (1982), *General Equilibrium models for development policy*. The World Bank, Washington, D.C.
- Dessus, S., D. Roland-Holst y D. van der Mensbrugge (1994). “Input-Based Pollution Estimates for Environmental Assessment in Developing Countries”, Technical Paper N° 101, Paris, OECD Development Center.
- Devarejan, S. y S. Robison (2002), *The influence of Computable General Equilibrium Models on Policy*. TMD discussion paper 98, Washington: International Food Policy Research Institute.
- Dimaranan, B. V. y R. McDougall, (eds) (2005), “Global Trade, Assistance, and Production: The GTAP 6 Data Base”. Center for Global Trade Analysis, Purdue University, https://www.gtap.agecon.purdue.edu/databases/v6/v6_doco.asp.
- Durán, J., C. de Miguel y A. Schuschny (2007), “Trade agreements by Colombia, Ecuador and Peru with the United States: effects on trade, production and welfare”. CEPAL review 91, April.**
- Durán, J., C. Ludeña, M. Alvarez y C. De Miguel (2008), “Acuerdo de Asociación Centroamérica – Unión Europea: Evaluación utilizando Equilibrio General Computable y Equilibrio Parcial”. Documento de proyecto, LC/W.215, CEPAL.
- Durán, J. y N. Mulder (2007), *Trade Liberalisation and Economic Performance: East-Asia versus Latin America, 1970-2005*. Paper prepared to Working Party of the Trade Committee. Organisation for Economic Co-operation and Development (OCDE). March.
- Francois, J. (1998), “Scale Economies and Imperfect Competition in the GTAP Model”. GTAP Technical Paper No. 14. https://www.gtap.agecon.purdue.edu/resources/res_display.asp?RecordID=317.
- Francois, J. y B. J. McDonald (1996), “Trade Liberation and Capital Accumulation in the GTAP Model”. *GTAP Technical Paper No. 7*, Julio. https://www.gtap.agecon.purdue.edu/resources/res_display.asp?RecordID=310.
- Gallopín, G. (2003), *Sostenibilidad y desarrollo sostenible: un enfoque sistémico*. Serie medio ambiente y desarrollo No. 64, mayo, Santiago, Chile.
- Gallopín, G. (2004). “What Kind of System of Science (and Technology) Is Needed to Support the Quest for Sustainable Development?”, in Schellnhuber, HJ and others (eds.) *Earth Systems Analysis for Sustainability*, Cambridge, MIT Press.
- Gunning, J. y M. Keyser (1993), “Applied General Equilibrium Models for Policy Analysis”, en T.N. Srinivisan y Jere Behrman (eds.). *Handbook of Development Economics III*. North-Holland. Amsterdam.

- Hamasaki, H. (2004), Japanese strategy on climate change to achieve the Kyoto Target with steady economic development - An investigation by using the dynamic version of GTAP-E model. Presented at the 7th Annual Conference on Global Economic Analysis, Washington DC, USA.
- Hamasaki, H. and T. Truong (2001), The Costs of Green House Gas Emission Reductions in the Japanese Economy - An Investigation Using the GTAP-E Model. Presented at the 4th Annual Conference on Global Economic Analysis, Purdue University. USA.
- Harrison, W. J. y K. R. Pearson (1996), "Computing Solutions for Large General Equilibrium Models Using GEMPACK". Computational Economics, Vol. 9, No. 2, August.
- Harrison, W. J. y K. R. Pearson (2002), GEMPACK User Documentation: Release 8.0. Center of Policy Studies and IMPACT Project, Melbourne, Australia, <http://www.monash.edu.au/policy/gempack.htm>.
- Hertel, T. (ed.) (1997), Global Trade Analysis: Modeling and Applications. Cambridge University Press, New York.
- Hertel, T. y P. Swaminathan (1996), Introducing Monopolistic Competition into the GTAP Model. GTAP Technical Paper No. 06 https://www.gtap.agecon.purdue.edu/resources/res_display.asp?RecordID=309
- Hertel, T. y M. Tsigas (1997), Structure of GTAP. Mimeo https://www.gtap.agecon.purdue.edu/resources/res_display.asp?RecordID=413.
- Houba, H. and H. Kremers (2007), Bargaining for an Efficient and Fair Allocation of Emissions Permits to Developing Countries. Paper presented at the 2007 GTAP Conference, June 7-9. 2007, Purdue University. USA.
- Howe, H. (1975), "Development of the Extended Linear Expenditure System from simple Saving Assumptions". European Economic Review, 6, http://www.iadb.org/intal/aplicaciones/uploads/publicaciones_e_INTAL_IYC_18_2003_Decreux-Guerin-Jean.pdf.
- Johansen, L. (1960), A Multisector Study of Economic Growth. North-Holland, Amsterdam.
- Keeney, R. and T.W. Hertel (2005), "GTAP-AGR: A framework for assessing the implications of multilateral changes in agricultural policies". GTAP Technical Paper No. 24. Center of Global Trade Analysis, Purdue University.
- Keynes, J. M. (1936), The General Theory of Employment, Interest, and Money. New York: Harcourt.
- Lee, H. (2008), An Emissions Data Base for Integrated Assessment of Climate Change Policy Using GTAP. Center for Global Trade Analysis, Purdue University.
- Leontief, W. (1936), Quantitative input-output relations in the economic system of the United States. Review of economics and statistics, vol 18, núm 3, agosto.
- Löfgren, H (2004). MAMS: An Economy Wide Model for Analysis of MDG Country Strategies. Washington, D.C. Banco Mundial, Development Prospect Group.
- Löfgren, H y C. Díaz-Bonilla (2008), "Capítulo 3: MAMS: Modelo de equilibrio general para el análisis de estrategias de los ODM. Una Aplicación para América Latina y el Caribe". En R. Vos, E. Ganuza, H. Lofgren, M. V. Sánchez y C. Díaz-Bonilla (eds). Políticas Públicas para el Desarrollo Humano ¿Cómo lograr los Objetivos de Desarrollo del Milenio en América Latina y el Caribe? Santiago de Chile: Uqbar Editores y Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), octubre.
- Lofgren, H., R. Lee Harris y S. Robinson (2002), "A Standard Computable General Equilibrium (CGE) Model in GAMS". Microcomputers in Policy Research Vol 5, Washington, DC, IFPRI.
- Low, P. y A. Yeats (1992), "Do 'Dirty' Industries Migrate?". World Bank discussion, paper #159.
- Ludena, C. (2007), CO2 Emissions by fuel and user for GTAP-E. Mimeo. Center for Global Trade Analysis, Purdue University.
- Ludena, C., C. de Miguel y A. Schuschny (2015), "Climate change and carbon trade markets: role and implications for developing countries". CEPAL Review, forthcoming 2015.**
- Ludena, C., A. Schuschny, C. de Miguel y J. Durán (2009), "Trade and Sustainable Development: Spatial Distribution of Trade impacts on agriculture". Serie Medio Ambiente y Desarrollo 138, CEPAL LC/L 3048-P, Santiago de Chile, octubre.
- Ludeña, C. y S. Wong (2006), "Domestic support policies for agriculture in Ecuador and the U.S.-Andean countries free trade agreement: an applied general equilibrium assessment". Contributed paper

- prepared for presentation at the Ninth Annual Conference on Global Economic Analysis, Addis Ababa, Ethiopia, June.
- Malcolm, Gerard (1998), "Adjusting Tax Rates in the GTAP Data Base". *GTAP Technical Paper No. 12*, septiembre, https://www.gtap.agecon.purdue.edu/resources/res_display.asp?RecordID=315.
- McDougall, R. y A. Golub (2009), GTAP-E Release 6: A Revised Energy-Environmental Version of the GTAP Model. GTAP Research Memorandum No. 15. Center for Global Trade Analysis, Purdue University.
- Ministerio del Medio Ambiente (2011), 2a Comunicación Nacional de Chile ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Santiago, Chile.
- Ministerio del Medio Ambiente (2013), Primer Reporte del Estado del Medio Ambiente. Santiago, Chile.
- Munasinghe, M., R. O'Ryan, R. Seroa da Motta, C. de Miguel, C. Young, S. Miller y C. Ferraz (2006), Macroeconomic policies for sustainable growth, analytical framework and policy studies of Brazil and Chile. Edward Elgar, Cheltenham, UK.
- Munasinghe, M., O. Sunkel y C. de Miguel (2001), The Sustainability of Long-term Growth, Socioeconomic and Ecological Perspectives. Edward Elgar, Cheltenham, UK.
- Naciones Unidas (1987), Informe de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo "Nuestro futuro común", Cuadragésimo segundo período de sesiones, Asamblea General, A/42/427, 4 de agosto.
- Naciones Unidas (1993), Integrated Environmental and Economic Accounting. Handbook of National Accounting, Naciones Unidas, ST/ESA/STAT/SER.F/61.
- Naciones Unidas (2012), "El futuro que queremos". Resolución 66/288 de la Asamblea General.
- Nijkamp; P.; S. Wang; H. Kremers (2005), Modeling the impacts of international climate change policies in a CGE context: The use of the GTAP-E model. *Economic Modeling* 22 (2005) 955– 974.
- OCDE-CEPAL (2005), Evaluaciones del desempeño ambiental: Chile. Naciones Unidas, CEPAL LC/L 2305, Santiago, Chile.
- Oleas-Montalvo, J. (2013), El Sistema de Cuentas Ambientales y Económicas (SCAE) 2012: fundamentos conceptuales para su implementación. CEPAL, LC/L.3752, Naciones Unidas, diciembre
- O'Ryan R., C. de Miguel, C. y C. Lagos (2008), "Capítulo 7: El Caso de Chile". En Rob Vos, Enrique Ganuza, Hans Lofgren, Marco V. Sánchez y Carolina Díaz-Bonilla (eds). *Políticas Públicas para el Desarrollo Humano ¿Cómo lograr los Objetivos de Desarrollo del Milenio en América Latina y el Caribe?* Santiago de Chile: Uqbar Editores y Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), octubre.
- O'Ryan, R., C. de Miguel, y S. Miller (1999), Documento Técnico: Modelo ECOGEM-Chile. Informe Final "Estudio Prospectivo de la Sustentabilidad del Desarrollo Chileno". Contrato CONAMA-CAPP N°22-22-011/99, PDS-CAPP / CEA-DII, Universidad de Chile, Chile.
- O'Ryan, R., C. de Miguel, y S. Miller (2000), "Ensayo sobre equilibrio general computable: Teoría y aplicaciones". *Documentos de Trabajo* 73, Centro de Economía Aplicada, Universidad de Chile.
- O'Ryan, R., C. de Miguel y S. Miller (2003), "The ECOGEM-Chile Model: A CGE Model for Environmental and Trade Policy Analysis". Working Papers Central Bank of Chile 247, Central Bank of Chile.
- O'Ryan, R., C. de Miguel y S. Miller (2005), "General Equilibrium Analysis of a Fuel Tax Increase in Chile", in: R. A. Chumacero & K. Schmidt-Hebbel(ed.) "General Equilibrium Models for the Chilean Economy". Series on Central Banking, Analysis, and Economic Policies, Central Bank of Chile, Santiago.
- O'Ryan, R., C. de Miguel, S. Miller y M. Munasinghe (2005), "Computable general equilibrium model analyses of economywide cross effects of social and environmental policies in Chile". *Ecological Economics*, 54-4, 447-472.**
- O'Ryan, R., C. de Miguel, S. Miller y M. Pereira (2010), "The Socioeconomic and environmental effects of free trade agreements: a dynamic CGE analysis for Chile". *Environment and Development Economics*, Cambridge University Press, vol. 16(03), pages 305-327, August.**

- O’Ryan, R., C. de Miguel, M. Pereira y C. Lagos (2008), “Impactos económicos y sociales de shocks energéticos en Chile: un análisis de equilibrio general”. LC/L.2901-P, Serie Medio Ambiente y Desarrollo, 136, CEPAL.
- O’Ryan, R., S. Miller y C. de Miguel (2003), “A CGE Framework to Evaluate Policy Options for Reducing Air Pollution Emissions in Chile”. *Environment and Development Economics*, 8: 285-309.**
- O’Ryan, R., M. Pereira y C. de Miguel (2011), “Financiamiento para el logro de los Objetivos de Desarrollo del Milenio en un contexto de crisis: Indicadores para Chile”. Serie Medio Ambiente y Desarrollo 143, CEPAL LC/L.3405, Santiago de Chile, noviembre.
- Pereira, M., A. Ulloa, R. O’Ryan y C. de Miguel (2009), “Síndrome holandés, regalías mineras y políticas de gobierno para un país dependiente de recursos naturales: el cobre en Chile”. Serie Medio Ambiente y Desarrollo 140, CEPAL LC/L 3139-P, Santiago de Chile, diciembre.
- Robinson, S. (2003), Macro models and multipliers: Leontief, Stone, Keynes, and CGE models. International Food Policy Research Institute (IFPRI), mimeo.
- Rutherford, T. F. y D. Tarr (2003), “Acuerdos regionales de comercio para Chile: ¿Los resultados difieren con un modelo dinámico?”. Revista Integración & Comercio N° 18 (Enero–Junio).
- Saez, S. (2005), Implementing trade policy in Latin America: The cases of Chile and Mexico. Serie Comercio Internacional No. 54. Santiago de Chile, Naciones Unidas, octubre.
- Scarf, H. (1967), “On the Computation of Equilibrium Prices”, in Ten Economic Studies in the Tradition of Irving Fischer, edited by W. Fellner, New York: Wiley.
- Scarf, H. y T. Hansen (1973), The Computation of Economics Equilibria. Yale University Press, New Haven.
- Schaper, M. (1999), “Impactos ambientales de los cambios en la estructura exportadora en nueve países de América Latina y el Caribe: 1980-1995”. CEPAL, Naciones Unidas.
- Schuschny (2010). La metodología de los "Síndromes de Cambio Global": un abordaje para estudiar la sostenibilidad del desarrollo. Revista Brasileira de Ciências Ambientais - Número 17 – Setembro.
- Schuschny, A., J. Durán y C. de Miguel (2007), El modelo GTAP y las preferencias arancelarias en América Latina y el Caribe: reconciliando su año base con la evolución reciente de la agenda de liberalización regional. CEPAL, Serie Manuales No. 53. Febrero.
- Schuschny, A., J. Durán y C. de Miguel (2008), “Política comercial de Chile y los TLC con Asia: evaluación de los efectos de los TLC con Japón y China”. Serie estudios estadísticos y prospectivos 66, CEPAL, LC/L 2951-P, Santiago de Chile, Noviembre.
- Schuschny, A. y H. Soto (2009), Guía metodológica: Diseño de indicadores compuestos de desarrollo sostenible. LC/W.255, Naciones Unidas, mayo.
- Sen, A. K. (1963), “Neo-Classical and Neo-Keynesian Theories of Distribution”. Economic Record, 39 pp 217-236.
- Shoven, J. y J. Whalley (1984), “Applied General Equilibrium Models of Taxation and International Trade: An Introduction and Survey”. Journal of Economics Literature, 22:1007-1051.
- Sunkel, O. (ed) (1996), Sustentabilidad ambiental del crecimiento económico chileno. Programa de Desarrollo Sustentable. Centro de Análisis de Políticas Públicas. Universidad de Chile. Santiago, enero.
- Taylor, L. (1990), Socially Relevant Policy Analysis: Structuralist CGE Models for the Developing World. Cambridge: The MIT Press.
- Taylor, L. y F. Lysy (1979), “Vanishing Income Redistributions: Keynesian Clues about Model Surprises in the Short Run”. Journal of Development Economics 6: 11-29.
- Taylor, L., E. Bacha, E. Cardoso y F. Lysy (1980), Models of Growth and Distribution for Brazil. Oxford University Press, London.
- UNFCCC (1997), Kyoto Protocol to the United Nations framework convention on climate change. United Nations Framework Convention on Climate Change. FCCC/CP/L.7/Add1. Kyoto.
- Universidad de Chile (2000), Informe País. Estado del Medio Ambiente en Chile-1999. Centro de Análisis de Políticas Públicas, Santiago, junio.

- Vos, R., E. Ganuza, H. Lofgren, M. V. Sánchez y C. Díaz-Bonilla (eds) (2008), *Políticas Públicas para el Desarrollo Humano ¿Cómo lograr los Objetivos de Desarrollo del Milenio en América Latina y el Caribe?* Santiago de Chile: Uqbar Editores y Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), octubre.
- Vos, R. y M. V. Sánchez (2010), “A Non-Parametric Microsimulation Approach to Assess Changes in Inequality and Poverty”. *International Journal of Microsimulation* 3(1): 8-23.
- Vos, R., L. Taylor y R. Paes de Barros (eds) (2002). *Economic Liberalization, Distribution and Poverty: Latin America in the 1990s*. Cheltenham y Northampton: Edward Elgar Publishers.
- Walras, L. (1954), *Elements of Pure Economics*. Allen and Unwin, London.

- O'Ryan, R., S. Miller y C. de Miguel (2003), "Un marco de EGC para evaluar opciones de política para reducir las emisiones de contaminación al aire en Chile". Environment and Development Economics, 8: pp. 285-309. Cambridge University Press. DOI: <https://doi.org/10.1017/S1355770X0300159>
- O'Ryan, R., C. de Miguel, S. Miller y M. Pereira (2010), "The Socioeconomic and environmental effects of free trade agreements: a dynamic CGE analysis for Chile". Environment and Development Economics, vol. 16(03): pp 305-327. Cambridge University Press. DOI: <https://doi.org/10.1017/S1355770X10000227>
- Durán, J., C. de Miguel y A. Schuschny (2007), "Trade agreements by Colombia, Ecuador and Peru with the United States: effects on trade, production and welfare". CEPAL review 91, United Nations.
<https://www.cepal.org/es/publicaciones/37451-revista-la-cepal-no91>
- O'Ryan, R., C. de Miguel, S. Miller y M. Munasinghe (2005), "Computable general equilibrium model analyses of economywide cross effects of social and environmental policies in Chile". Ecological Economics, 54-4, pp. 447-472.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2004.07.022>