

Espejo L., Justo F.

Working Paper

Efectos macroeconómicos del control ambiental en Bolivia

Documento de Trabajo, No. 04/96

Provided in Cooperation with:

Instituto de Investigaciones Socio-Económicas (IISEC), Universidad Católica Boliviana

Suggested Citation: Espejo L., Justo F. (1996) : Efectos macroeconómicos del control ambiental en Bolivia, Documento de Trabajo, No. 04/96, Universidad Católica Boliviana, Instituto de Investigaciones Socio-Económicas (IISEC), La Paz

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/72910>

Standard-Nutzungsbedingungen:

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Terms of use:

Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.

You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.

If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.



Instituto de Investigaciones Socio Económicas

Documento de Trabajo No. 04/96
Mayo 1996

**Efectos Macroeconómicos del Control
Ambiental en Bolivia**

por
Justo F. Espejo L.

Efectos Macroeconómicos del Control Medioambiental en Bolivia*

por:
Justo Espejo Luna

Introducción

La preocupación por el impacto de nuevas explotaciones mineras sobre el ecosistema del territorio boliviano se generó a partir de la constatación del efecto negativo de explotaciones pasadas donde no hubo ningún tipo de cuidado ambiental. Se consideró que el territorio tenía una capacidad de asimilación ilimitada o que la acumulación de desechos no tendría efectos adversos sobre el bienestar de la población o de sus actividades económicas.

Varios autores han descrito las consecuencias ambientales de las actividades mineras en Bolivia (Salinas, 1993). La conclusión común es que aprovechando los recursos mineros se había destruido otra serie de recursos naturales tales como el agua, los recursos forestales y el propio territorio con la acumulación de depósitos de materiales contaminantes.

Como consecuencia se originó un interés por incentivar en las empresas un mayor control sobre sus desechos industriales. Aparentemente este tipo de actividad significa un costo adicional. Sin embargo, en varias explotaciones en curso se encuentra que los desechos mineros pueden ser controlados, tratados y neutralizados sin que esto signifique la quiebra de las empresas. Al introducir la Ley del Medioambiente se ha explicitado una variable productiva que no era estrictamente una preocupación. En algunos aspectos es la ley que faltaba para evitar prácticas nocivas para el ambiente e inútiles desde el punto de vista productivo. Por ejemplo, en el caso del oro aluvial explotado por artesanos, un manejo más cuidadoso de los insumos químicos (mercurio) permite su recuperación y reutilización. Existe tecnología adecuada disponible a bajo costo para realizar este proceso.

La introducción de medidas de resguardo medioambiental evita la posibilidad de una prohibición total de la actividad minero-metalúrgica y permite mas bien que las empresas y las economías internalicen estos costos y continúen con sus actividades. Por tanto, otro de los resultados de la promulgación de la Ley Ambiental es que la estructura de costos de los nuevos proyectos de explotación minera ya incorporan una consideración especial respecto a la disposición de sus desechos. Claramente, los nuevos proyectos sólo se realizarán si la factibilidad financiera señala que aun existen beneficios satisfactorios luego de encarar este tipo de costos.

En la minería boliviana existe la creencia de que nuevos impuestos podrían generar mayores distorsiones (explotación selectiva de minerales de alta ley) y una mayor informalidad. En el caso de la minería establecida los gastos adicionales afectarían la viabilidad financiera de las empresas. En general, se estima que tanto impuestos como gastos en cumplir estándares desincentivarían nuevas inversiones en el sector ante la reducción de los beneficios.

Por otro lado, se evidencia que el sistema de control medioambiental vigente actualmente es efectivo solo parcialmente. Las Prefecturas Departamentales y los Gobiernos Municipales no

* Esta investigación se llevó a cabo con la ayuda de una donación otorgada por el Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo, Ottawa, Canadá.

tienen todavía la capacidad técnica para enfrentar estas obligaciones. El control ambiental se materializa únicamente mediante auditorías e inspecciones realizadas por autoridades nacionales. Ante este cuadro la mayoría de las empresas (mineras o no) aun no están conscientes de las normas ambientales exigidas para su funcionamiento. Por último, recién a fines de Julio de 1997 se puso en vigencia el Reglamento Ambiental para Actividades Mineras.

En este contexto surgen las preocupaciones macroeconómicas para estimar los efectos sobre la economía de un mayor control sobre las emisiones de materiales contaminantes. En el presente trabajo se cuantifica, mediante un Modelo de Equilibrio General (MEG), las consecuencias económicas de controlar la emisión de contaminantes mediante medidas alternativas tales como impuestos y la imposición de estándares. Es claro que se pueden introducir también varias medidas complementarias. La conclusión más importante señala que el control medioambiental puede producir una reducción en las exportaciones mineras. Este resultado no es conveniente para la economía boliviana pues genera un menor disponibilidad de divisas y un incremento en el déficit fiscal. Si se diseña un sistema tal que el control medioambiental no signifique una caída en la producción, y por ende en las exportaciones, y más bien incentive el uso de tecnologías de abatimiento entonces se tendrían sólo efectos positivos. Por otra parte, no existe un resultado claro acerca de la preferencia entre un sistema basado en impuestos o en estándares. En ambos casos existen bajas en la producción aunque con estándares estas bajas pueden ser menos considerables.

El presente trabajo se divide en cinco partes. En la primera se analiza la nueva política ambiental boliviana; la segunda parte introduce los instrumentos de control utilizados en este tipo de problemas. En la tercera parte se desarrolla un modelo de equilibrio general. En la cuarta parte se muestran los resultados de las simulaciones realizadas con diferentes escenarios en el control medioambiental. Por último, se presentan los comentarios finales.

I. Política Ambiental Nacional

Dentro del marco del desarrollo económico sostenible, Bolivia ha seguido la preocupación internacional por cuestiones ambientales. Más allá de los efectos contaminantes de los núcleos poblacionales, este interés incluye también las actividades industriales fuera de estos centros. Se ha creado el Ministerio de Desarrollo Sostenible y Medioambiente dedicado a estas actividades y una autoridad ambiental (Secretaría Nacional de Recursos Naturales y Gestión Ambiental) con suficiente fuerza para exigir el cumplimiento de normas. Estas normas han sido legisladas y existen leyes y reglamentos en vigencia. Por último, la Secretaría Nacional de Minería (hoy Viceministro de Minería y Metalurgia) tiene una Dirección encargada de asuntos ambientales y ha apoyado el cumplimiento sectorial de las normas en minería. En el presente capítulo se presentará las características de los contaminantes mineros y luego la legislación existente respecto a su control.

Contaminantes en el Sector Minero

Es un hecho que la explotación de recursos mineros producen externalidades negativas y la solución para no generar impactos ambientales adversos pueden provenir de esfuerzos sectoriales o de regulación estatal. A nivel sectorial se puede incentivar el uso de tecnologías mejoradas para un mejor aprovechamiento del recurso o la adopción de tecnologías de abatimiento. Mediante regulación estatal se puede resguardar el medioambiente a través de medidas generales que no sólo incluyan a la actividad minera. Sin embargo, las medidas deben ser apropiadas para el sector.

En minería, se diferencian dos tipos de externalidades: las corrientes y las acumuladas. Las externalidades corrientes son las que están provocadas por las explotaciones actuales. Sin embargo, se debe mencionar la existencia de externalidades acumuladas debido a explotaciones pasadas. Existen acumulaciones de material contaminante de orden significativo en Bolivia. No obstante, para una administración idónea, el costo de su control debe ser primero reconocido. Hasta la fecha sólo se ha intentado un mejor aprovechamiento económico de algunos de sus minerales y no se ha tratado de neutralizarlos. Para ilustrar este último punto, son típicos en Bolivia, los yacimientos del Cerro Rico de Potosí y los que se encuentran a lo largo de los ríos que desembocan en el Lago Poopó. Las estimaciones que se realizan del tamaño de los depósitos están entre las decenas de millones de toneladas. La Secretaría Nacional de Minas ha realizado auditorías ambientales sobre estas acumulaciones y obtener líneas de base sobre el cual evaluar los impactos ambientales de nuevas explotaciones.

Para estimar impactos macroeconómicos nos interesa las explotaciones mineras cuyo funcionamiento provocan externalidades corrientes. Existen una amplia gama de contaminantes que se producen en una explotación minera y la complejidad de su análisis aumenta cuando se incluye cuestiones propias a cada lugar geográfico. Sin embargo, los estudiosos del tema tienden a generalizar estos materiales en colas y desmontes, agua ácida y desechos químicos.

Colas

Es el producto de los procesos de extracción, molido y concentración del mineral sacado de la mina. Normalmente la producción minera implica el manejo de grandes cantidades de minerales para obtener sólo una pequeña cantidad de mineral económicamente útil. Por

supuesto que la cantidad del material contaminante generado dependerá tanto de la calidad del yacimiento como de la composición de los minerales. Existen mediciones realizadas en diferentes yacimientos y lugares sobre las cantidades de materiales por producción que se liberan y que necesitan control. Sin embargo, estas mediciones sólo son significativas para lugares específicos y difícilmente pueden ser generalizados. En este contexto habrá que considerar dos tipos de externalidades corrientes negativas: aquella emitida durante la explotación misma y aquella producida debido a la acumulación de materiales depositados sin control afectando al ecosistema.

Aguas Acidas

El origen de las aguas ácidas tiene tres fuentes: Primero, las aguas que se producen al cavar en las minas o remover la tierra. Estas aguas que sin una explotación minera permanecerían dentro de la tierra y aun estancadas comienzan a fluir y contaminar. En Bolivia, donde la minería ha sido mayoritariamente de socavón, este tipo de agua es abundante. Segundo, el agua usada en el manipuleo de minerales en los ingenios donde se emplea agua de ríos y otras fuentes superficiales que luego de ser utilizados terminan convirtiéndose en aguas ácidas. Tercero, las aguas de lluvias que han lixiviado las colas y desmontes acumulados a aire libre. La acumulación de aguas ácidas genera contaminación de otras aguas a través del proceso de dilución natural debido a que esta aguas escurren por ríos y manantiales favorecidos por la humedad y las lluvias.

El agua es necesaria para el procesamiento de los minerales, por tanto, se hace un uso intensivo de ella. Por lo sucedido hasta ahora la explotación minera no ha aprovechado eficientemente este recurso en áreas geográficas donde precisamente el agua es más escasa. En el pasado sólo COMIBOL diseñó un proceso de reciclaje del agua pero el proyecto no pasó de la fase experimental. La consecuencia es que el agua es contaminada por químicos y desechos sólidos que prácticamente la hacen no utilizable y además altamente contaminante para los territorios aledaños a medida que esta agua va recorriendo su camino a través de ríos. Existen mediciones de la calidad del agua en el origen de los efluentes, pero es difícil realizar estimaciones sobre la extensión territorial del efecto negativo de las aguas o del uso que se habría dado al agua contaminada.

Agentes Químicos

Muchas de las explotaciones emplean reactivos químicos para realizar sus tareas de beneficio de minerales. Estos reactivos no son recuperados y se los dispersa en los terrenos vecinos o en los ríos. Este es el caso del mercurio en la explotación y beneficio del oro. El uso de estos materiales por parte de la industria minera será cada vez mayor dado que los últimos métodos de recuperación de minerales útiles son a través de lixiviación y reacciones químicas. Este es el caso de la recuperación del zinc en Porco y del oro en Inti Raymi. El control de los efluentes en estos casos es total y son ejemplos de control de desechos que podrían afectar el medioambiente. Estos métodos de control usan pozas y diques cuya construcción es aparentemente segura y garantizada. No obstante, pueden surgir problemas provocados por catástrofes (naturales o no)

que pueden dispersar los materiales acumulados por años a través de extensos territorios. El incidente de Porco en 1996 es un buen referente.¹

Las mediciones de la cantidad de químicos empleados en la explotación minera son relativamente exactas dado que se citan cifras por unidad de producto. Sin embargo, es incierta la medición de la extensión de los daños, una vez que los químicos son lanzados al medioambiente.

El control de las externalidades corrientes negativas señaladas es tratable y a un costo aceptable tal como puede colegirse de proyectos exitosos como el de Inti Raymi donde de una inversión total de 145 millones de dólares se destinan 15 al manejo de materiales contaminantes. El problema general consiste en el tipo de enfoque que se da a la cuestión. Si se controla la generación de contaminantes desde el principio hasta el fin del proyecto, luego del cual se supone que no se deja ningún pasivo medioambiental, entonces se resolvería el asunto y se cumplirían tanto la Ley como los reglamentos ambientales. Sin embargo, si el tratamiento es parcial, material por material, se corre el riesgo de dejar elementos libres. La diferencia es el costo donde se supone que la última alternativa es más barata y más asequible para explotaciones en curso.

CUADRO 1

GENERACION DE MATERIAL CONTAMINANTE Volumen por cada 1.000 TN de Metal Fino

| Metal | Mineral Extraído (TN) | Concentrado s (TN) | Ley (%) | Material Contaminante (TN) | | |
|-------------------------|-----------------------------|--------------------------|------------|----------------------------|-------|---------|
| | | | | Ganga | Colas | Al Agua |
| (Explotación formal) | | | | | | |
| Estaño | 66.000 | 2.500 | 40.00 | 13.333 | 5.000 | 1.000 |
| Wolfram | 66.000 | 2.500 | 40.00 | 13.333 | 5.000 | 1.000 |
| Antimonio | 5.000 | 2.000 | 50.00 | 1.500 | 300 | 0.366 |
| Zinc, Plomo, Plata | 10.630 | 2.353 | 42.50 | 1.063 | 5.951 | 0.533 |
| (Explotación Artesanal) | | | | | | |
| Oro (1.000 kilos) | 400.000 | -- | -- | 399.999 | -- | 0.020 |

Fuente: Elaboración propia con estimaciones que aparecen en Peñaranda (1996).

En el Cuadro 1 se muestra datos generales sobre la generación de material contaminante debido a la explotación de minerales. Si consideramos solamente la situación en cuanto al estaño. Por cada tonelada de concentrado se producen cuatro toneladas de material contaminante que necesitan control. Cabe aclarar que en esta proporción de efluentes no se incluye la totalidad de material removido.

Legislación Vigente

La actual legislación boliviana para el control ambiental se basa en la Ley 1333 de Abril de 1992. En anteriores períodos se dictaron varias Leyes y Reglamentos que no fueron cumplidos.² El instrumento principal es la regulación directa (fijación de normas) y el control de su cumplimiento (Command and Control). La Ley ha sido reglamentada mediante el Decreto Supremo No 24176 de Diciembre de 1995. El reglamento contiene un Reglamento general de

¹ Una descripción de este incidente aparece en Evia (1997).

² Estas disposiciones pueden verse en Eguivar y Heinrich (1991).

Gestión Ambiental y otro de Prevención y Control Medioambiental. Forman parte del Decreto reglamentos específicos para controlar la contaminación atmosférica, la contaminación hídrica, el desarrollo de actividades con sustancias peligrosas y la gestión de residuos sólidos. Es decir, el reglamento tiene capacidad para regular la emisión de contaminantes sólidos, líquidos y químicos. Sin embargo, aun no se publica las reglamentaciones ambientales sectoriales cuya promulgación está prevista (salvo el de minería). El Reglamento Ambiental para Actividades Mineras fue aprobado en Julio de 1997 mediante el Decreto Supremo No 24782. Contiene varias especificaciones respecto a sustancias peligrosas, responsabilidades y procedimientos simplificados para el cumplimiento de las obligaciones ambientales sobretodo para el sector minero cooperativizado y la pequeña minería. En el Anexo I del mencionado decreto se detallan las 72 sustancias que se identifican como peligrosas. En el Título III se describe la introducción de las Auditorías Ambientales de Línea de Base (ALBA). Este es un procedimiento que permite deslindar responsabilidades para un operador nuevo sobre los pasivos ambientales generados anteriormente. Finalmente, se introduce el formulario EMAP para Actividades Mineras Menores con Impactos Ambientales Conocidos no Significativos (AMIAC). Se entiende de que se trata de operaciones mineras establecidas con poca capacidad de extracción (300 toneladas mes) y que utilizan tecnologías tradicionales. No obstante, todos los proyectos mineros nuevos deben presentar Estudios de Evaluaciones de Impacto Ambiental (EEIA) y Manifiestos Ambientales (MA) para proyectos ya en ejecución.

En relación a la minería, también se considera el Código de Minería de 1991 donde se establece que las operaciones extractivas mineras deben desarrollarse considerando el aprovechamiento integral de las materias primas, el manejo de los desechos y la disposición segura de colas, relaves y desmontes. Durante y una vez concluidas su actividad deberá contemplar la recuperación de las áreas aprovechadas a fin de reducir y controlar la erosión, estabilizar el terreno y proteger las aguas corrientes y termales.

En la evaluación de este conjunto de medidas se encuentra aproximaciones diferentes. El Código de Minería favorece un enfoque por objetivo (estándar ambiental) mientras que las demás medidas señalan un manejo detallado por efluente (estándar por efluente). Si bien estos criterios no son contradictorios permiten aproximaciones diferentes a la solución en la fase de planeación de la explotación. El enfoque por objetivo señala las características que debe cumplir el recurso luego de la explotación. Es más apropiada para yacimientos conocidos en sus características mineralógicas y extensión. Por su parte, el tratamiento detallado por efluente es determinado de acuerdo a normas. Es más apropiado para operaciones donde no se tiene una estimación válida de las características del yacimiento y se sigue sólo indicadores parciales. La variable de decisión es el costo de implementar el tratamiento en relación al rendimiento esperado del yacimiento. En algunos casos el costo relativo del tratamiento por objetivo es alto y sería prohibitivo realizar el proyecto.

En general, todas las actividades productivas deberían contar con una licencia ambiental o certificado de una dispensación. En el Cuadro 2 se muestran datos sobre de la presentación de requisitos desde la puesta en vigencia de la Ley 1333. Sectorialmente, minería y metalurgia ocupan el tercer lugar en cuanto a proyectos. Por otra parte, la mayor parte de los requerimientos se refieren a proyectos localizados en Santa Cruz, presumiblemente en proyectos agropecuarios.

A la fecha sólo ha sido aplicada una sanción. Esta se refiere a un proyecto industrial llevado a cabo en Warnes (Santa Cruz). La infracción fue la iniciación de actividades productivas sin contar con la licencia ambiental y la multa fue de \$us. 20.000. Por otra parte, se

han emitido varias amonestaciones a las empresas, por escrito, dando un plazo para el cumplimiento de normas. Si no lo hacen las empresas amonestadas pagarán una multa de tres por mil sobre su patrimonio. El máximo castigo es la revocatoria de la licencia ambiental. Cabe señalar que cualquier empresa que inicia actividades, tiene un plazo para llenar una ficha ambiental.

En realidad, existen varios puntos que podrían considerarse para medir la idoneidad de las disposiciones contenidas tanto en la Ley como en su reglamento. Específicamente, se trata de considerar de una mejor manera la dimensión espacial (local), la dimensión temporal y el propio recurso que se quiere proteger el proceso de cumplimiento de las disposiciones.

CUADRO 2

PRESENTACION DE REQUISITOS AMBIENTALES (Hasta Junio de 1997)

| Sector | Evaluación del Impacto Ambiental | Manifiesto Ambiental | Total |
|-------------------------|----------------------------------|----------------------|-------|
| Agropecuario | 42 | 128 | 170 |
| Industria y Turismo | 3 | 24 | 27 |
| Hidrocarburos | 35 | 10 | 27 |
| Saneamiento Básico | 14 | 68 | 82 |
| Energía | 10 | 1 | 11 |
| Agua Potable | 2 | 0 | 2 |
| Minero Metalúrgico | 8 | 59 | 67 |
| Transportes | 4 | 17 | 21 |
| Recursos Hídricos | 15 | 7 | 22 |
| Urbanización y vivienda | 0 | 6 | 6 |
| Multisectorial | 1 | 7 | 8 |
| Otros | 2 | 9 | 11 |
| Total: | 136 | 336 | 471 |

Fuente : Elaboración propia con datos proporcionados en la Secretaría Nacional de Medioambiente

De acuerdo a la Ley se establecen los efluentes contaminadores de acuerdo al tipo de Sin embargo, Bolivia tiene un territorio diverso y un tanto incomunicado, razón por la cual la calidad de los recursos, la necesidad de estos recursos en ecosistemas específicos y los esfuerzos de medición resultan complicados de evaluar.³ En algunos casos puntuales, se puede encontrar que la contaminación de un recurso (agua), no es considerado importante localmente pero al expandirse en el espacio, se encuentra que el agua contaminada afecta territorios poblados densamente. Por tanto, la descentralización del control ambiental es necesaria. Sin embargo, la Ley es un marco general y abstracto, y por tanto, para su cumplimiento las Prefecturas y las Municipalidades deberían contar con plantas administrativas idóneas pero esto es costoso para la autoridad desde un punto de vista regional o local.

Por otra parte, la Ley y sus reglamentos tienen fecha de promulgación y se mantienen a través del tiempo. Sin embargo, las actividades económicas tienen una evolución natural donde cambian tanto materiales como subproductos contaminantes. En la actividad minera son notorios los casos en que la actividad dura muy poco tiempo. Se explota el recurso y después se abandona el lugar dejando pasivos medioambientales muy grandes. Ni la Ley ni sus

³ Por ejemplo, en Peñaranda (1996) utiliza una división del territorio boliviano en cinco regiones donde se desarrolla la minería. Las regiones son: El Precámbrico, la Cuenca del Amazonas, la Cuenca del Río de La Plata y la Cuenca Endorréica del Altiplano. Existen marcadas diferencias entre estas regiones tanto en recursos naturales como en infraestructura.

reglamentos generales tienen elementos para considerar estos cambios. Las soluciones son las actualizaciones sucesivas, los programas ambientales de corto plazo y una mayor flexibilización de las reglamentaciones sectoriales. Otro criterio sobre el que se evalúa la idoneidad del instrumento es el esfuerzo para el control del cumplimiento de las disposiciones de la Ley. Si bien los manifiestos ambientales son un excelente medio para examinar el trabajo de la unidad productiva, es necesario verificarlas mediante auditorías de modo de detectar violaciones sobretodo en casos discutibles. La notificación sobre la violación y la aceptación de una sanción son cuestiones que en principio están resueltas en la Ley pero que pueden dar origen a reclamaciones ante tribunales de justicia. Esto es costoso para ambas partes y para la economía por la falta de producción. La fijación del monto de la multa será siempre discrecional porque no existe un cálculo exacto del daño producido por la falta de cumplimiento de la Ley.

Desde el punto de vista sectorial minero conviene analizar el costo de cumplir con la reglamentación. El punto importante es la imposibilidad de determinar con certeza la magnitud correcta de las variables ambientales. Los estándares incorporan siempre algún grado de subjetividad. Ante esta situación existen dos métodos para abordar la cuestión. Primero, colocar estándares amplios en la esperanza de incluir todos los esfuerzos de controlar la contaminación y no tener que recurrir a sanciones. Bajo esta alternativa, se estaría penalizando a las empresas que tratan de controlar sus efluentes de forma eficiente. En este caso, se retrasa el programa de mejoramiento ambiental y se crea expectativas negativas acerca de nuevas medidas. Segundo, comenzar con estándares estrictos. Se espera que las unidades productivas se adapten en el empleo de tecnologías de abatimiento rápidamente. Se esperaría un conflicto de plazos y disponibilidad de recursos financieros.

Aún no están claros los efectos definitivos de las actuales disposiciones sobre la producción minera y hasta ahora solo se tienen evaluaciones parciales. Sin embargo, cumplir con la Ley y los reglamentos puede causar que el mineral explotado tenga un costo más elevado que el que debería tener sin un control ambiental. Como la producción boliviana difícilmente cambiará el precio internacional de minerales entonces se afectará directamente el margen de beneficios.

Los sectores mineros bolivianos comprometidos con este asunto no han tenido una conducta de oposición abierta. Al contrario, la minería mediana se ha mostrado dispuesta a cumplir con las disposiciones. La minería chica o cooperativa no ha tomado una posición frontal, pese a que son los más afectados y los que menos recursos tienen para solventar los nuevos requerimientos.

Por último, aunque en la aplicación de la Ley y sus reglamentos se tenga un resultado satisfactorio y no sea necesaria una reformulación o una actualización, siempre se podrá mejorar la eficiencia de su aplicación. Bajo esta última perspectiva se puede actuar en dos frentes. Primero, la publicación de reglamentos sectoriales. Es importante fijar estándares particulares para las diferentes actividades con el propósito de facilitar el diseño de una estructura de costos empresarial, que contemple el cumplimiento de normas específicas. Se reduce la incertidumbre para las nuevas inversiones. Segundo, la implantación de programas especiales con objetivos específicos. La adopción de metas determinadas tanto en lugar geográfico como en material contaminante y con un intervalo de tiempo fijo permitiría concretizar reglamentos. En los reglamentos de la Ley se prevé la existencia de programas. Con este método se puede controlar fácilmente los impactos ambientales de proyectos nuevos con muy rápido desarrollo. Un ejemplo fue el desarrollo de las explotaciones de oro en regiones del norte de Bolivia (Araras).

II. Alternativas de Políticas de Control y su Diseño

Una vez identificados los contaminantes que emite el sector minero y la estructura de la Ley Medioambiental se discuten varias medidas ya sea para operacionalizar su implementación o mejorar su eficacia mediante el uso de alternativas citadas en la Ley o en su reglamento. La eficacia de los instrumentos dependen en gran parte del diseño del mecanismo general de control. Ya se ha descrito la importancia del sector minero para la economía boliviana en los trabajos de Evia y Morales (1995 y 1996). Es evidente que no se puede eliminar la actividad minera por tanto los esfuerzos concentran en el control de la emisión de efluentes. La preocupación es minimizar el costo financiero y las distorsiones que podría generar la actividad de control. Es también cierto que la propia naturaleza es capaz de anular los efectos negativos de cierta cantidad de contaminantes mediante su capacidad de asimilación.

Por otra parte, en Bolivia no se ha explotado siempre el mismo mineral y en el mismo lugar. Aún más, la calidad de los yacimientos fueron desmejorando paulatinamente y se ha explotado minerales de más baja ley. Sin embargo, cuanto más desmejoraba la calidad del yacimiento aumentaba la generación de material contaminante; es decir, se pasaba a yacimientos donde se generaba una mayor contaminación por unidad de producto.

En general, las condiciones de generación de contaminantes dependen de varios factores y esto hace muy difícil identificar un patrón común necesaria para la promulgación de disposiciones de carácter general.⁴ Aun más, después de 1985 se ha tenido un progresivo desplazamiento de la producción desde el sector estatal (COMIBOL) hacia la minería mediana y chica. La respuesta de estos sectores a la generación de contaminación es diferente. Mientras que la minería mediana trabaja con ciertos estándares de producción y por tanto, cuidado con los aspectos ambientales; la minería chica tiene poco cuidado y emplea tecnología muy rudimentaria y contaminadora. Su explotación es intensiva en mano de obra y emplean muy poca maquinaria en operaciones que son pequeñas y poco rentables.⁵ Es muy difícil exigirles el cumplimiento de reglamentos ambientales.

En esta sección se describe alternativas de control mediante instrumentos tales como cuotas, impuestos y estándares que están señalados en la reglamentación de la Ley 1333. También se discute factores de transmisión que podrían afectar a otras variables que se consideran importantes dentro de la economía.

Cuotas

Bajo este nominativo se pueden enumerar varios sistemas de control de contaminación mencionados en el D.S. 24176. Estos son: cargos por efluentes, permisos negociables y depósitos reembolsables.

Es un método efectivo para controlar la emisión de efluentes en la medida en que se pueda establecer niveles tope de contaminación. Las modalidades para emitir permisos escritos para la emisión de contaminantes son variados. El trabajo de control de la autoridad ambiental se reduciría a controlar que se cumpla la licencia concedida con el permiso. Sin embargo, este

⁴ En Peñaranda (1996) se señalan varios factores que influyen en la generación de contaminantes. Los más importantes son: la naturaleza mineralógica del yacimiento y de la roca encajonante, la distribución de los minerales del yacimiento, el tipo de explotación minera y los sistemas metalúrgicos que se emplean en la concentración y los factores climáticos del área del yacimiento.

⁵ El Reglamento Ambiental para Actividades Mineras define como pequeña operación a aquellas que no superan las 300 toneladas métricas mensuales de mineral explotado.

método no ha sido puesto en práctica todavía en Bolivia pese a que existen oportunidades para su empleo. Este podría ser el caso de la Cuenca Endorréica del Altiplano donde se ubica las minas de estaño tradicionales y cuyos ríos desembocan en el Lago Poopó. Dada que esta área no tiene ninguna posibilidad de dispersión de contaminantes es importante no excederse en la cantidad de efluentes que podría absorber el ecosistema. Por otra parte y siguiendo la propuesta de crear programas específicos de control ambiental se podría construir un único dique de colas donde necesariamente deberán acumularse los residuos de la región. Los permisos transables darían derecho a utilizar este depósito. El costo de implantar, mantener y neutralizar los contaminantes sería cubierto por el costo del permiso. El sistema de permisos transferibles de descarga limitaría la generación de contaminantes impulsando el uso de tecnologías de abatimiento.^{6/} Se enfrentará la dificultad de convencer a la gran cantidad de unidades productivas artesanales que constituyen un grupo de presión muy fuerte en contra del cumplimiento de las disposiciones.

Estándares

Este método ha sido empleado por el gobierno para implementar el control ambiental. Requiere de mucha información previa acerca del territorio particular donde se aplicará el estándar. La falta de especificidad espacial crea problemas de cumplimiento pues la interpretación de las disposiciones resulta discrecional sino se cuenta con cifras detalladas. La mayor dificultad reside en compatibilizar las consecuencias de la aplicación de los estándares fijados. Por un lado, los estándares ambientales resultan generales. Por otro lado, un estándar por efluente exige cumplimiento de una medida determinada pero no tipifica el objetivo perseguido. Es más no introduce en el productor un sentido de beneficio en el cumplimiento de la norma y este termina tratándolo como un costo adicional que debe ser cumplido bajo la amenaza de multa. En todo caso se puede afirmar que la introducción de los estándares por efluente permite a la comunidad establecer una referencia sobre el nivel adecuado de materiales considerados contaminantes.

En el Cuadro 3 se presenta datos sobre los estándares bolivianos relacionadas al agua de mina junto con datos sobre algunas explotaciones mineras ubicadas en diferentes regiones. Se puede establecer que para cumplir los estándares las explotaciones mineras deben hacer un esfuerzo significativo.⁷

En este punto conviene resaltar las características de la multa que se señala en el Reglamento en caso de incumplimiento de normas. En primer lugar, la determinación del monto exacto de la multa es discrecional. En segundo lugar, una multa difícilmente esta prevista en los programas financieros de los proyectos al ser imprevisibles y resultado de acciones ilegales. La consecuencia de una multa por una infracción no deseada es dificultar el cumplimiento de cualquier programa financiero.

⁶ En Evia y Morales (1995) se desarrolla una idea parecida con la diferencia de que no contempla la construcción de un dique único sino se confía en el poder de absorción y recuperación del ecosistema local.

⁷ Por el momento el reglamento se trata como una norma general que debe cumplirse en todas sus instancias y en toda circunstancia. Por consiguiente no existe flexibilidad para una implementación gradual de las disposiciones ambientales.

Cuadro 3

Comparación de parámetros de agua de mina (mg/l)

| Material | Agua, Consumo Humano ONS/1985 | Estándares | | M i n a s | | | | |
|--------------|--|--------------------------|--------------------------------------|--------------------------------|---------|----------------------|----------|---|
| | | Reglamento Canadiense | Reglamento Boliviano "CLASE D" | C. Endorréica del Altiplano | | C. del Macizo Andino | | C. del Río de La Plata Unificada |
| | | | | Japo | Bolívar | Siglo XX | Colquiri | |
| PH | | 6 | 6.9 | 3 | 2.9 | 2.8 | 2.6 | 2.3 |
| S. Disueltos | | | 1.55 | 2.493 | 1.987 | 5.931 | 20.190 | 44.690 |
| Plata | 0.010 | | 0.050 | 0.000 | 0.020 | 0.050 | 0.020 | 0.030 |
| Arsénico | 0.050 | 0.500 | 0.100 | 1.030 | 0.040 | 0.000 | 0.000 | 0.350 |
| Cadmio | 0.005 | | 0.005 | 10.400 | 1.100 | 9.000 | 5.500 | 14.000 |
| Cromo | 0.050 | | 0.050 | 0.020 | 0.000 | 0.040 | 0.060 | 0.200 |
| Cobre | 1 | 0.300 | 1 | 8.380 | 0.140 | 5.500 | 5.750 | 252 |
| Hierro | 3 | | 1 | 438 | 129 | 600 | 1.882 | 5.294 |
| Mercurio | 0.001 | | 0.001 | 0.001 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Manganeso | 0.100 | | 1 | 2.850 | 4.330 | 15.800 | 361 | 24.8 |
| Níquel | 0.050 | 0.500 | 0.500 | 0.280 | 0.080 | 1.250 | 2.060 | 1.300 |
| Plomo | 0.050 | 0.200 | 0.100 | 0.100 | 0.280 | 0.010 | 0.230 | 0.180 |
| Antimonio | 0.010 | | 0.010 | 1.120 | 0.260 | 0.110 | 0.150 | 0.850 |
| Zinc | 5 | .0500 | 5 | 30 | 356 | 224 | 1.330 | 2.942 |
| SO4 | 400 | | 400 | 1.486 | | 3.311 | 7.922 | 7.504 |

Fuente: Extractado del Cuadro 1 de Evia y Morales (1995) y de las Tablas 3 y 4 de Salinas (1993)

Nota: OMS Organización Mundial de la Salud

Impuestos

Este método pretende una solución al interior de una empresa. Los impuestos que pueden efectivizarse son varios y en general llevan a que el empresario decida más racionalmente sobre la tecnología usada en su explotación y la emisión de efluentes.

Estos impuestos pueden colocarse de varios modos:

- Impuesto a la producción de mineral ó Impuestos directos a la emisión de contaminantes.
Se ha señalado que es indistinto desde el punto de vista teórico imponer un gravamen a la producción de minerales o a la producción de contaminantes. Sin embargo, desde el punto de vista dinámico esto no es totalmente cierto pues el segundo método tiene la posibilidad de que el productor aproveche la posibilidad de emplear tecnología de abatimiento para poder gastar menos en impuestos y aprovechar este margen. Por tanto, conviene fijar el impuesto allí donde se esta directamente interesado en la suposición de que existe posibilidad de sustitución tecnológica.
- Impuestos directos a la importación y uso de químicos.
Se esperaría que un impuesto directo a la importación de químicos, en forma de aranceles altos o impuestos específicos, lleve a sustituir su uso al encarecerlo internamente. En realidad, si bien se busca sustituir el uso no se puede encarecer el empleo de insumos más allá de lo aconsejable. La manejo de químicos en la actividad minera debería ser cuidadosa; dado que los últimos métodos de beneficio de minerales son intensivos en su uso.
- Impuestos directos a la exportación del mineral
Un impuesto directo a la exportación de minerales encarecen el precio internacional del bien de exportación haciéndolo menos competitivo. Como la elasticidad precio de la

demanda de exportaciones bolivianas es elástica se provoca una disminución de la cantidad demandada. Se esperaría que a menor exportación se tendría una menor producción y por tanto, una menor generación de contaminantes.

Esta opción de control es la menos costosa; sin embargo, dado que incide directamente en una variable importante en la economía, su aplicación es delicada.

En la actualidad Bolivia tiene legislados varios impuestos a la minería. Estos son: Impuesto a la Utilidad (25%), Impuesto complementario (2,5% sobre ventas), Regalías y otros impuestos aplicables a minerales específicos. Los sectores mineros no se muestran dispuestos a aceptar nuevos impuestos pues arguyen que distorsionan e informalizan el sistema productivo. Medinaceli (1997) luego de realizar una evaluación de la tributación minera llega a la conclusión de que la recaudación tributaria es baja y que la minería posee una estructura tributaria distorsionante que ocasiona una explotación selectiva de yacimientos.

Negociación

Es una solución de mercado a través de la interacción entre contaminadores y contaminados. Desde el momento en que su aplicación requiere transparencia, es decir, poner de manifiesto la totalidad de factores que puedan influir en el nivel del precio, su utilización es ventajosa. No obstante, el uso práctico en Bolivia es difícil por que los grupos de intereses no son identificables claramente (especialmente los contaminados) y no existe una base institucional que permita un adecuado cumplimiento de los acuerdos. No está incluida en el reglamento de la Ley Ambiental, ni siquiera para una posible implementación posterior.

Sin embargo, para mejorar el cumplimiento de los reglamentos debería propugnarse un interés de la comunidad por cumplir con la Ley en regiones específicas. Una vez aclarado el objetivo y buscados en el reglamento los medios para alcanzarlo, los individuos y las empresas los cumplirían sin necesidad de control e inspecciones. Mediante un acuerdo con la comunidad se lograría que el interés por el ambiente sea una práctica corriente.

Como se ha visto, las leyes bolivianas confían en controlar la contaminación mediante la imposición de estándares y de multas en caso de incumplimiento. El éxito de este método depende de la capacidad de generación de información normativa y de la capacidad administrativa del Estado para supervisión.

Ante la situación legal vigente en Bolivia, la aproximación realizada por proyectos como los de Inti Raymi y Porco; es decir, tratar el problema desde un punto de vista integral y no parcial, parece la más apropiada.⁸ Para su adopción existen problemas económicos, límites financieros que harán factible la implantación de un programa de control ambiental total. Nuevamente, en el caso de Inti Raymi, de acuerdo a cifras mostradas en el Cuadro 4, se dedica alrededor del 10% de la inversión total y estos gastos constituyen alrededor del 1% del los ingresos totales esperados del proyecto. Estos datos difícilmente podrán compararse con otro tipo de proyecto en explotación.

En Loayza (1994) se presenta la situación de empresas bolivianas dedicadas a la explotación de otros minerales, donde existe un control no integral de la contaminación. Se implica que la calidad del control ambiental dependerá de la situación financiera de la empresa.

⁸ Estos proyectos fueron diseñados considerando el punto de vista ambiental siguiendo normas internacionales. Ambos proyectos fueron puestos en marcha antes de la aprobación de la Ley 1333.

Cuadro No. 4

Cifras Estimadas sobre el Proyecto INTI RAYMI

| Ítem | Millones de \$us. (Corrientes) |
|------------------------------------|-----------------------------------|
| Inversión Total b | 145 |
| Inversión en Control Ambiental a | 15 |
| Ingreso Estimado | 1166 |
| Oro 245.000 OT/Año b (15 Años) | 1100 |
| Plata 1.100.000 OT/Año b (15 Años) | 66 |

Fuente: Elaboración propia

Notas: ^a (Salinas, 1994)

^b (ABAC, 1995)

III. Modelo de Equilibrio General

En la tradición de los modelos MEG para economías en desarrollo, la base de la información se la encuentra en la matriz de contabilidad social cuya confección básica esta a cargo de entidades gubernamentales. Sin embargo, el diseño del modelo y los sectores incluidos se realiza de acuerdo a los propósitos de la investigación. El modelo de equilibrio general presentado en este trabajo se origina en el modelo desarrollado por Beltrán y Guarachi (1989).

La Economía Boliviana

La economía boliviana tiene un diagnóstico no muy diferente a los demás países en desarrollo latinoamericanos. Sus características principales son: bajos niveles de ahorro interno, déficits en su presupuesto fiscal y déficits en la cuenta corriente de su balanza de pagos. Estos problemas son el resultado de la evolución de largo plazo de la estructura de la economía que permanentemente se ha encontrado con un bajo nivel de ingresos, una baja presión tributaria y una permanente crisis en la estructura de sus exportaciones además de una pesada carga provocada por el servicio de la deuda externa.

La falta de ahorro interno condiciona la inversión cuyo nivel bajo es una característica de la economía boliviana. Sin embargo, el motivo no es un exagerado consumismo, sino un bajo nivel de ingresos agravado por una marcada desigualdad en la distribución del ingreso. La causa principal para los bajos ingresos estaría en una economía fuertemente influenciada por una agricultura de subsistencia, una industria incipiente y en los bajos niveles educativos y técnicos de su población.

Los déficit anuales en el presupuesto fiscal han sido provocados por ingresos fiscales creciendo a ritmos inferiores a los gastos gubernamentales. Por una parte, la baja presión tributaria es causada por la escasa conciencia tributaria entre la población y por la falta de un control adecuado a los contribuyentes. La escasa conciencia tributaria puede ser el resultado de la falta de confianza del público en la utilización de los ingresos fiscales. Además, la falta de un adecuado control, sumada a los permanentes denuncias de fraude fiscal, son el resultado de una Ley y un Código Tributario que necesitan ser perfeccionados. El resultado más concreto de lo inadecuado que resulta el marco legal tributario es el permanente crecimiento de la informalidad detectada en la economía. Sin embargo, la tendencia a una mayor privatización de la economía en general hace necesaria una mejora en los mecanismos de recaudación fiscal dado que ya no será posible incrementar recaudaciones vía generación y apropiación de excedentes en la empresas públicas. Por otra parte, el permanente crecimiento de los gastos es debido a una creciente burocracia provocado por la necesidad de dotar de servicios a la población y, según algunos analistas, por la necesidad de financiar empresas estatales siempre en déficit debido a la existencia de precios subsidiados. Sin embargo, de por medio esta el servicio de la deuda externa cuyo crecimiento tampoco ha sido posible de controlar y que exige fuertes erogaciones de parte del Tesoro General de la Nación.

La cuenta corriente es una constante preocupación. El diagnóstico de largo plazo señala que varias veces el intercambio de bienes ha sido favorable al país pero luego de contabilizar otros factores, la contabilidad de la cuenta corriente muestra déficits. Sin embargo, siempre ha existido una preocupación por elevar el nivel de exportaciones cuya estructura esta fuertemente dominada por la venta de materias primas. No obstante, la estructura de las exportaciones de materias primas no ha sido constante a través del tiempo provocando fuertes crisis en el sector

externo. Antes fue el estaño, después, los hidrocarburos, luego el zinc y ahora se presenta una coyuntura para el oro.

Mientras tanto las importaciones han estado creciendo mayoritariamente en la adquisición de bienes intermedios para una industria de sustitución de importaciones. Por supuesto que esto ha preocupado mucho y se han dictado medidas para evitar este tipo de importación provocando una parcial desaparición de este tipo de industria. Esta era una actividad donde no había una generación neta de divisas. No obstante, el déficit no ha desaparecido y más bien se agranda debido a la necesidad de bienes y a las políticas de libre comercio implantada en el país. Por su parte, el monto del servicio de la deuda externa tampoco ha sido controlado. Su servicio es una fuente significativa de gasto de recursos (divisas). Estos hechos han provocado que no se pueda controlar el déficit en cuenta corriente y constituya una fuente de presión devaluatoria del tipo de cambio. No obstante, en algunos períodos los efectos negativos de estos déficits no han sido tan dominantes debido a la existencia de movimientos de capital favorables que han permitido tener un cierto equilibrio en el sector externo.

El hecho significativo de la estructura de exportaciones es que se exporta materia prima cuyo origen afecta directamente al ecosistema del territorio boliviano. Por un lado están las exportaciones (no tradicionales) de materias primas de origen forestal que tienen que ver con el mantenimiento de los bosques y selvas tropicales. Por otro lado están las exportaciones (tradicionales) de origen minero y de hidrocarburos. Existen dos preocupaciones al respecto. La primera se refiere a la existencia y aprovechamiento de los recursos naturales; y la segunda preocupación se refiere al medioambiente. La explotación de los tres recursos generan externalidades negativas de diferente orden. En minería las exportaciones perjudican al ambiente porque la actividad genera efluentes de alta peligrosidad. Su control y neutralización no es posible a bajo costo. Por otro lado, en el caso de los recursos forestales e hidrocarbúricos, el costo de oportunidad es alto dadas las necesidades de materia prima y energía del país. El temor de una sobre explotación es equilibrada por el deseo de un oportuno aprovechamiento del recurso dada la existencia de sustitutos.

La Matriz de Contabilidad Social (MCS)

La información económica necesaria para la elaboración del MEG se la sistematiza en una MCS que puede ser descrita como una base de datos en forma de matriz. Su utilización se justifica por su eficiencia, la flexibilidad en desagregación y la necesidad de rigurosidad en las cuentas.

Los criterios para la construcción de la MCS, son los utilizados en Contabilidad Nacional. Toda transacción se registra por partida doble y se establece, por una parte, la igualdad entre los recursos y usos para cada agente económico, y por otra, la igualdad entre la oferta y demanda en cada mercado. En los Cuadros 5 y 6 se presenta la MCS estimada para Bolivia en el año 1987. Está construida para 15 sectores productivos.

La estructura general de la MCS está definida para las operaciones correspondientes a:

- Las actividades de producción
- Los mercados de bienes y servicios
- Los pagos a factores de producción
- Los agentes económicos institucionales
- El mercado de capital

Las operaciones de las actividades de producción determinan la producción dedicada al mercado interno y a las exportaciones de las diferentes ramas, es decir, la producción doméstica

total. Por columnas, la matriz muestra la estructura de costos de las actividades. De acuerdo a la Matriz de demanda de insumos, la estructura productiva boliviana presenta una integración razonable. Sin embargo, se nota que el número de células con transacciones pequeñas o nulas es todavía significativo. Aun sectores productivos de materias primas básicas no muestran encadenamientos importantes con los demás sectores.

CUADRO 5

AGREGACION DE LAS RAMAS DE ACTIVIDAD

| Sigla | Número | Sectores |
|----------|--------|--|
| AGROPEC | 1 | Agricultura, Pecuario, Silvicultura |
| PETGAS | 2 | Petróleo y Gas |
| MINERIA | 3 | Minería |
| ALIBEBT | 4 | Carnes, Lácteos, Azúcar, Alimentos, Tabaco |
| TEXTVEST | 5 | Textiles y Vestimenta |
| MADPAPE | 6 | Madera, Productos de Madera, Papel |
| QUIMICS | 7 | Productos Químicos |
| MTBASMQ | 8 | Refinería de Petróleo, Minerales no Metálicos |
| ELECTRI | 9 | Electricidad, Gas, Agua |
| CONSTR | 10 | Construcciones |
| COMERC | 11 | Comercio y Hotelería |
| TRANSP | 12 | Transporte, Almacenamiento y Comunicaciones |
| SERFINO | 13 | Servicios Financieros, Vivienda y Otros Servicios Privados |
| ADM PUB | 14 | Administración Pública |

Fuente: MODELO MEG

Las operaciones de los mercados de bienes y servicios, determinan la igualdad entre oferta total y demanda de cada bien. La oferta doméstica total se halla conformada por la producción bruta dedicada al mercado doméstico y las importaciones a precios de mercado. La demanda doméstica esta constituida por la suma de la demanda intermedia y la demanda final que comprende el consumo privado, el consumo del Gobierno, la inversión física en capital fijo y el cambio de inventarios. En la MCS se puede ver que existen sectores que producen bienes no transables tales como en construcción. También existen sectores que sólo exportan. En el caso de minería, las mayor parte de su producción es para exportación. Este hecho es compartido con el sector de petróleo y gas con la diferencia de que en minería existen también importaciones. Sin embargo, estos dos sectores son los mayores generadores netos de divisas.

Las operaciones pertenecientes a pagos a factores de producción expresan las remuneraciones devengadas a trabajo y capital, y constituyen el producto interno bruto a costo de factores. En el presente caso, sólo se considera un tipo de trabajo (L) que es demandado por todas las actividades. La mayor parte de la población esta ocupada en agricultura y en servicios. Esto podría justificar el hecho de considerar un solo tipo de calificación de mano de obra. Sin embargo, existe una gran diferencia en cuanto a la dotación de capital pues mientras agricultura es una actividad mayoritariamente de subsistencia, servicio requiere de capital. La desagregación del capital y trabajo de la economía por sectores y la inversión por destino se presentan en el Cuadro 7.

Las operaciones de los agentes económicos institucionales comprenden las operaciones contables de tres agentes: Sector Privado, Sector Público (desagregado en Gobierno y Empresas) y el Resto del Mundo. La participación del sector público es importante pero no es tan extensa como podría suponerse aun considerando las actividades del gobierno central. La

participación del sector externo en la economía es importante mostrando la faceta de constituirse en una economía abierta.

Cuadro No. 7

Capital, Trabajo e Inversión Sectorial

| Sector | Inversión por Destino (a) | Capital (b) | Trabajo © |
|---------------|---------------------------|----------------|------------------|
| AGROPEC | 1.281 | 30.566 | 837.301 |
| PETGAS | 1.517 | 38.952 | 6.445 |
| MINERIA | 694 | 17.509 | 45.800 |
| ALIBEBT | 450 | 11.708 | 60.588 |
| TEXTVEST | 87 | 2.294 | 37.581 |
| MADPAPE | 50 | 1.349 | 22.049 |
| QUIMICS | 32 | 840 | 6.746 |
| REPETMN | 289 | 7.542 | 8.639 |
| MTBASMQ | 93 | 2.422 | 16.382 |
| ELECTRI | 165 | 4.257 | 8.252 |
| CONSTR | 177 | 4.535 | 56.069 |
| COMERC | 260 | 6.776 | 205.246 |
| TRANSP | 1.294 | 34.020 | 109.027 |
| SERFINO | 2.682 | 60.333 | 300.300 |
| ADMPUB | 1.567 | 22.463 | 166.156 |
| Total: | 10.638 | 245.566 | 1.886.581 |

Fuente: ^a Instituto Nacional de Estadística
^b Candia (1988)
^c Ministerio de Trabajo

Los ingresos del sector privado se hallan constituidos por las rentas de los factores trabajo y capital, una parte de los beneficios de las empresas públicas y las transferencias recibidas del Gobierno. Estos ingresos, según su utilización, una vez deducidos los impuestos directos y los pagos netos al exterior, se distribuyen entre gastos de consumo y ahorro.

Las fuentes de ingresos del sector público son los impuestos directos e indirectos, la participación de las empresas públicas en el proceso de producción, los servicios prestados por el Gobierno, y las transferencias del exterior.

Los usos de estos recursos constituyen el gasto en bienes y servicios, las transferencias pagadas al sector privado, los pagos netos de factores externos y el ahorro público.

La MCS también muestra el mercado de divisas, cuya condición de equilibrio está representada por la balanza de pagos. Las entradas están determinadas por el valor de las exportaciones de bienes y servicios y por las transferencias internacionales netas. A su vez, las salidas están determinadas por las importaciones de bienes y servicios, los pagos netos de factores al exterior (fundamentalmente debido a los intereses sobre la deuda externa), otras transferencias del sector privado al exterior y el saldo de la balanza de pagos en cuenta corriente.

En el mercado de capital se establece la igualdad de la relación ahorro-inversión. Sin embargo, sólo se expresan los ahorros brutos de los agentes institucionales y el total de inversión generada en la economía. El ahorro privado interno es importante aunque no es suficiente pues el aporte del ahorro externo es significativo no pudiéndose prescindir de ella. La mayor inversión se está haciendo en el sector servicios y de acuerdo a la estructura del valor agregado, es la que actualmente está generando un mayor crecimiento.

La Estructura del Modelo

El diseño del presente modelo considera aspectos tradicionales a los modelos MEG del tipo de elasticidades. Las características sobresalientes son: i) funciones de producción sectorial del tipo Cobb-Douglas ii) los consumidores maximizan funciones CES para la elección de bienes domésticos o importados. iii) Se utilizan funciones del tipo CET para la decisión de adquisición del bien doméstico o exportarlo. Además, se incluyen las ecuaciones que describen las alternativas de control de contaminación por parte del gobierno, el comportamiento del gobierno y las identidades macroeconómicas que permiten visualizar el equilibrio dentro de la economía.

Producción y demanda de factores

La producción sectorial se obtiene con la utilización de factores de producción relacionadas mediante una función de producción que puede expresarse como:

$$XD_i = f_i(A_i, K_i, L_i, V_i)$$

donde:

A es una constante de escala

K stock de capital que se supone fija sectorialmente

L cantidad de trabajo

V Insumos Intermedios (Uno de los cuales puede considerarse el factor contaminación)

Para la producción de bienes se supone que cada sector de la economía tiene varias empresas similares maximizando beneficios y compitiendo por factores escasos. Bajo el supuesto de competencia perfecta, se puede tratar a cada sector como una empresa que maximiza un función de beneficio del tipo:

$$P_i(1 - td_i) X_i - \sum_j P_j \cdot a_{ji} \cdot X_i - \sum_s W_s L_{is}$$

que simplificando resulta en:

$$\pi_1 = PVA_1 X_1 = \sum_s W_s L_{is}$$

donde:

$$PVA_i = P(1 - td_i) - \sum_j P_j a_{ji}$$

Derivando matemáticamente la función de beneficio respecto a L se tendría la función de demanda de mano de obra. Por otra parte, dado que se supone K fija sectorialmente, en cada período ésta entrará como un parámetro en la función de producción.

Finalmente, como se está suponiendo proporciones fijas para la utilización de producción intermedia, entonces no se requiere introducirlo en la función de beneficio dado que no existe posibilidades de sustitución factorial.

Importaciones

Se presume que un consumidor local tiene dos opciones para elegir un bien. Puede consumir un bien producido localmente o bien decidirse por uno importado. Se utiliza una función de

Armington para determinar las cantidades de consumo de cada bien. La determinación se realiza considerando los precios relativos de los bienes.

La teoría del comercio internacional considera que los bienes transables cumplen dos supuestos cuando se trata de países pequeños. Primero, el país es un tomador de precios en el mercado mundial. Segundo, el bien producido localmente es un sustituto perfecto de los productos similares vendidos en el exterior. Así el precio doméstico del bien puede ser igual al precio internacional. No obstante, existe diferencias entre un bien importado y un bien local. Sin embargo, al nivel de agregación que se trabaja en los sectores, cada bien se considera una mezcla de bienes.

Demanda de Importaciones

La mayor parte de las importaciones bolivianas se refieren a bienes intermedios y de consumo. Aunque existe una buena industria procesadora de alimentos existe importación de este producto. Por otro lado, la industria manufacturera hace uso intensivo de insumos importados aunque en algunos casos éstos pueden ser elaborados dentro del país. Para el sector minero son importantes las importaciones de químicos para la refinación de minerales. Muy poco de los químicos utilizados para este fin son de origen interno.

Para determinar la demanda por importaciones se insiste en que para los bienes importables, la producción nacional es sustituta imperfecta de las importaciones, de tal forma que la oferta para el mercado interno del bien compuesto es una agregación de la producción doméstica y las importaciones. La demanda de las cantidades específicas de estos bienes llegan a ser demandas derivadas, del mismo modo que lo son las demandas de factores en un modelo de producción tradicional. Dados los precios para los bienes importados y los bienes domésticos, el respectivo problema matemático resulta ser equivalente a una empresa tratando de producir un determinado nivel de producción al mínimo costo.

Oferta de Importaciones

Bolivia ha importado bienes desde diferentes regiones sin poder afectar precios en ningunos de estas regiones. Las importaciones del Brasil ocupan un lugar preponderante en los últimos tiempos. Como el país no tiene un mercado muy grande no ha despertado tampoco un gran interés por tener la exclusividad de este mercado y más bien las grandes empresas internacionales toman a Bolivia como un mercado marginal. Bajo el supuesto de ser tomador de precios el país enfrenta una curva de oferta perfectamente elástica al nivel de precios internacionales.

Exportaciones

Las exportaciones para países en desarrollo tienen un importancia grande. Tal es así que se pretende que estas deberían estar subsidiadas. En el caso de la minería boliviana Evia y Morales (1996), encuentran que efectivamente ha existido un subsidio a la minería al no haberse controlado la contaminación generando pasivos ambientales. La definición de si un bien será exportado o utilizado en el país depende en gran parte de lo que se cree que es correcto para un tipo de bien específico. Bolivia exporta mayormente materia prima (minerales) que también existe en otros países. Por otra parte, existe fundiciones en Bolivia, por tanto, existiría también

una demanda por productos exportables. Un gran porcentaje de las exportaciones son minerales de estaño producidos por COMIBOL.

Demanda de Exportaciones

En principio Bolivia no tiene un poder de mercado como para afectar el precio internacional de los productos que exporta. Si bien el mercado de hidrocarburos es un mercado de monopolio bilateral, la forma de determinación del precio esta atado a la evolución del precio internacional del petróleo. Por otra parte, tanto minerales como los demás productos (considerados no tradicionales) tienen mercado abiertos donde en ningún momento Bolivia o sus productores pueden determinar precios.

Se supone que se enfrenta una demanda perfectamente elástica para las exportaciones, aunque de elasticidad constante, no infinita; PWE_i es el precio mundial de las exportaciones y n_i es la elasticidad precio de demanda que enfrentan los bienes nacionales en el mercado mundial. Ante una alta especialización de exportaciones n_i toma valores elevados.

Oferta de Exportaciones

La oferta exportable boliviana no esta muy diversificada. Como se ha dicho, se trata mayormente de bienes intermedios o materia prima básica intensivo en recursos naturales. De este modo, los bienes hidrocarburíferos, los minerales y los bienes agrícolas y forestales forman el mayor porcentaje de las exportaciones.

La mayor parte de la producción de minerales bolivianos va para exportación luego de la concentración. Sólo en el caso del estaño existe una demanda interna del producto para fundición local. Luego este estaño refinado es exportado.

En cuanto a la oferta de exportaciones se insiste en la diferencia entre la producción doméstica consumida a nivel interno y aquella dirigida a la exportación. La oferta de exportaciones también está relacionada con los cambio que se producen en los precios domésticos. Si el precio interno del bien exportable sube, los productores pueden verse incentivados a aumentar su producción, mientras que los consumidores tenderán a disminuir la demanda de este bien, con un resultado neto de un incremento en las exportaciones. La oferta de las cantidades específicas se la obtiene utilizando una función de elasticidad de transformación constante (CET). El precio doméstico se diferenciara del precio internacional por la existencia de impuestos.

El Sector Privado

El bienestar de la población boliviana ha sido continuamente una preocupación. Los problemas de pobreza y falta de disponibilidad de bienes para satisfacer necesidades básicas son una característica de la economía boliviana. Este tipo de preocupaciones se agudiza más dada la caída de las exportaciones tradicionales bolivianas ancladas en los productos mineros.

En el modelo, los consumidores maximizan una función de utilidad con una oferta nacional del bien compuesto de precio P .

$$U(CD_1, CD_2, CD_3, \dots, CD_n)$$

sujeto a la restricción.

$$P_1 CD_1 + P_2 CD_2 + \dots + P_n CD_n = CDTOT$$

Control de la contaminación

Se incluyen dos alternativas para el control de la contaminación. Colocar impuestos ó implantar estándares. En el primer caso ya existen impuestos pero se los ha estado utilizando con fines de recaudación fiscal u otro objetivo. Los estándares ya están en vigencia como elemento de control ambiental. Por consiguiente, se introduce impuestos con el objetivo de afectar precios relativos y ver la reacción del sector minero. Del mismo modo se adopta un estándar y se espera que las empresas la cumplan. No está formalizado el concepto de sanción por incumplimiento.

Dentro del modelo se incluyen los siguientes instrumentos para implementar el control medioambiental:

1. Un impuesto directo a la producción o un impuesto a la producción de contaminantes
2. Un impuesto a las exportaciones mineras
3. Un impuesto a la importación de químicos
4. La implantación de estándares y el control vía multas

Para implementar la primera opción se define una ecuación que determina la cantidad de contaminantes en la producción minera. Luego se fija una tasa impositiva para gravar esta generación. Obviamente se agrega un nuevo ítem a la recaudación fiscal.

A parte de estas ecuaciones, dentro de la conformación del mismo modelo, puede introducirse otros controles para evitar la emisión de contaminantes. Por ejemplo, la fijación de impuestos para la exportación de productos mineros y la importación de productos químicos. Para realizar estas simulaciones sólo es necesario adicionar alícuotas a las ecuaciones que describen estas variables en el modelo.

Para implementar la última opción, primero, se crea un valor máximo para la variable utilizando los objetivos de los estándares y segundo, se introduce en el modelo, vía adecuación de los parámetros de producción, el nivel requerido de contaminación.

El sector público

El sector público tiene una significativa importancia en la economía boliviana. El nivel de sus gastos corrientes ha sido siempre alto debido principalmente a su deuda externa. Por tanto se supone que el sector público mantiene un nivel de gastos en consumo, pero debe cubrir los pagos por intereses por su deuda externa y también las transferencias al sector privado.

Los ingresos del gobierno provienen de impuestos que recauda tanto de la actividad interna como de la actividad externa e incluye impuestos tales como impuestos a las importaciones, impuesto a las exportaciones, impuestos indirectos, transferencias de las empresas públicas, impuestos directos, impuestos por contaminación y transferencias del exterior.

El impacto de las privatizaciones afectará el comportamiento del sector público en el sentido de que ya no tendrá ingresos por privatización en las empresas productivas, pero sí se incrementarán los ingresos por vía impositiva. Restando ingresos de egresos, se tiene el ahorro del gobierno.

Equilibrios en los mercados

Una vez definida la oferta y la demanda se puede establecer la condición de equilibrio en cada mercado.

Mercado de trabajo

El desempleo abierto no ha caracterizado a la economía boliviana donde los centros urbanos no son demasiado desarrollados y donde existen aun fuertes lazos con el agro. No obstante, el empleo disfrazado y la informalidad si han sido característica cuya manifestación son los bajos salarios.

El mercado de trabajo se considera compuesto de la demanda laboral de los diferentes sectores y la oferta de mano de obra existente en el país. La diferencia entre estas dos magnitudes se considera como desempleo.

Un tema muy importante en la economía boliviana es el desplazamiento de la mano de obra cuando existe alguna restricción sobre el empleo de un determinado sector. Las posibilidades de reubicación no siempre dependen de nuevas fuentes de trabajo sino de la calificación de la mano de obra. Si la minería expulsa mano de obra, ésta probablemente se irá a la agricultura o a servicios.

Mercado de capitales

Tradicionalmente no ha existido un amplio mercado de capitales privados en el sector productivo. En todo caso, la falta de ahorro interno ha dificultado las posibilidades de inversión. Este hecho ha sido subsanado mediante dos mecanismos: el primero, la utilización de inversión extranjera y la intervención del Estado como agente inversionista, utilizando recursos externos. Por lo que se refiere a las reformas estructurales, se espera que aumente la participación privada en la inversión total.

Mercado de bienes

La ecuación de balance material muestra el equilibrio en el mercado de bienes. La disponibilidad de los bienes neto de exportaciones e importaciones son dispuestos para su utilización en economía como insumos, para consumo e inversión. Existen sectores no transables tales como electricidad, construcción y servicios de administración pública. Se trata de sectores de servicios cuyo aporte al PIB es importante. Por otro lado, si bien en este año hay sectores que sólo importan tales como petróleo, gas, comercio y otros que sólo importan tales como servicios financieros, no hay un patrón de largo plazo a este respecto.

Mercado de divisas

La ecuación de equilibrio incluye tanto el movimiento de bienes como el pago a factores y las transferencias. Es decir, se describe el funcionamiento de la cuenta corriente y la balanza de pagos. Esta cuenta normalmente ha sido deficitaria presionando permanentemente sobre el tipo de cambio. El comportamiento de los sectores exportadores de materia prima es determinante para la economía boliviana, no solo por su impacto en la balanza de pagos, sino también por su impacto en las cuentas fiscales dada la dependencia de las de los ingresos tributarios provenientes directa o indirectamente del comercio exterior. Aunque la balanza comercial no solamente en los últimos años se ha tenido un problema de déficit. La exportación de minerales ha tenido el mérito de equilibrar la balanza. No obstante, en balanza básica no se ha tenido problemas porque la permanente entrada de capitales fruto de la deuda externa ha permitido equilibrar la balanza de pagos.

IV. Resultados y Simulaciones

Se realizó un primer ejercicio con el MCEG y se ajustó un equilibrio bajo los datos iniciales mostrados en el Cuadro 8. Estos resultados se muestran en el mismo cuadro. Cabe señalar que no se considera ningún tipo de medida para el control ambiental. En 1987 solo existían los estándares señalados en el Código de Minería, pero no había ningún control especial para evitar contaminación debido a la producción minera. Por otra parte, solo estaban en efecto los impuestos corrientes indicados para esta actividad. Comparando ambos conjuntos de datos se confirma que puede replicarse las características de la economía boliviana. Se supone en todo momento la igualdad ahorro-inversión como cierre del modelo y también el pleno empleo.

Para realizar las simulaciones se postula cambios (disminuciones) en la producción de contaminantes provocando variaciones en la producción minera mediante la adopción de impuestos y estándares. Se supone que una producción menor de efluentes provocará una mejora en las condiciones ambientales.

Los resultados generales de las simulaciones muestran que se producen decrecimientos en el PIB y, por otra parte, aunque existen nuevos impuestos, pueden producirse caídas en los ingresos gubernamentales. Cabe resaltar la extrema importancia de las exportaciones mineras para la obtención de estos resultados pues las caídas en este rubro producen fuertes variaciones negativas en las demás variables macroeconómicas.

A la pregunta de la conveniencia de adoptar controles mediante impuestos o estándares, los resultados señalan que son más convenientes los estándares pues generan menores caídas en la producción y el ingreso. No obstante, este resultado depende del nivel en el que se vayan a fijar los estándares. En el ejercicio estos no han sido muy restrictivos y por tanto las caídas no son significativas. En cambio, los impuestos podrían generar mayores distorsiones aunque las alícuotas sean bajas. No es posible simular el efecto de las multas sobre la conducta de las empresas y su producción. Por último, los desplazamientos laborales del sector minero son mayores cuando se colocan impuestos. En el caso de los estándares las variaciones en el empleo no es significativo.

Se realizan varios tipos específicos de simulaciones que muestran el impacto de los instrumentos señalados sobre un conjunto de variables macroeconómicas. En principio el modelo muestra variaciones de una situación a otra.

- 1) Se coloca un impuesto a la generación de contaminantes. Se supone que se genera contaminantes sólo por explotación de estaño. Se busca identificar el comportamiento sectorial ante un incentivo para el control de la contaminación. Este es un impuesto equivalente a un impuesto directo a la producción doméstica del bien pero esta dirigido específicamente al efluente en cuestión. La ventaja es su capacidad de contaminación que genera (Cuadro 9).

Se considera un precio de la contaminación como el precio de la producción más un costo adicional. Por otra parte, se fija un factor de producción de contaminantes de 4 a 1 de acuerdo con los datos presentados en Peñaranda (1996). Bajo estos supuestos se realizan simulaciones con una tasa impositiva de 5% y otra con 10%. Con 5% se produce una caída del PIB del 1.53% y con 10% de 3.06%. Por otra parte, no obstante que se generan nuevas fuentes de ingresos a través de nuevos impuestos, se produce una caída en los ingresos del gobierno producto de las caídas en los demás rubros impositivos. Por último, también se producen caídas en el nivel de la relación ahorro-inversión y en el ahorro externo además de un crecimiento del déficit. Las caídas en estos rubros son

- extremadamente fuertes. A nivel sectorial existe un aumento de las exportaciones sectoriales.
- 2) Se impone un impuesto a las exportaciones de los productos mineros. Este es un instrumento para disuadir una explotación extensiva del material minero (y la creación de más contaminantes) ante un eventual cambio favorable de precios. Asimismo, se evita una depredación del medio ambiente y se crean recursos fiscales vía imposición estricta al origen de la demanda (Cuadro 10). Como se puede apreciar existe una nueva fuente de recaudaciones fiscales que es elevada en proporción a los impuestos directos (alrededor del 20%). Sin embargo, el costo en términos de PIB es importante pues la reducción alcanza un 1.14% (será una reducción del 2.13% si se coloca un arancel de 10%). Dados los niveles tradicionales de crecimiento de la economía boliviana, esta disminución no es aceptable. Todas las demás variables macroeconómicas citadas en el Cuadro 10 también disminuyen, notándose también una caída en la relación ahorro-inversión y un crecimiento del déficit público aunque en una menor proporción que en el caso anterior. En general, colocar un impuesto a las exportaciones mineras es realmente muy costoso en términos de sacrificio económico. Esto confirma lo que se había dicho anteriormente respecto a la importancia de la minería y sus exportaciones para Bolivia.
 - 3) Se incrementa la imposición a la importación de elementos químicos (Cuadro 11). Este impuesto está diseñado para evitar el potencial uso de químicos en detrimento del medio ambiente. Al parecer no es una medida necesariamente negativa para la economía boliviana. En principio, ya existen impuestos a la importación de estos materiales. Si aumenta los niveles de estos impuestos sus efectos no son a nivel del PIB sino del ahorro externo que se traduce en una reducción no muy pronunciada y también se produce una reducción del déficit del sector público gracias a un mayor ingreso arancelario.
 - 4) Se fija un límite máximo de producción de contaminación. Este es un límite físico que limita efectivamente la generación de contaminación y se lo hace mediante una limitación en la producción. Se simulan dos posibilidades. El primero que reduce la producción en un 10% y el segundo en un 20%. Se fijan los parámetros de modo de obtener una producción menor, reduciéndose el consumo interno y tratando de mantener las exportaciones al nivel anterior. Los resultados no son tan dramáticos. Si bien se generan caídas en las variables macroeconómicas, estas son pequeñas en relación a los resultados de las otras medidas de control (impuestos). La caída del PIB apenas alcanza 0.5% cuando se reduce la producción en un 10%. Sin embargo, el déficit del sector público crece de manera significativa (Cuadro 12).

CUADRO 8

BOLIVIA: MODELO COMPUTABLE DE EQUILIBRIO GENERAL

| | Valor MEG | | Valor MCS |
|-------------------------------------|----------------------|--------|----------------------|
| | Miles de Bs. de 1980 | | Miles de Bs. de 1980 |
| <u>Variables Macroeconómicas</u> | | | |
| Producto Interno Bruto | GDP | 83.905 | 83.886 |
| Ingreso del Gobierno | GR | 31.612 | 31.629 |
| Recaudación Arancelaria | TARIFF | 1.762 | 1.763 |
| Impuestos Indirectos | INDTAX | 11.081 | 11.103 |
| Impuestos Directos | DIRTAX | 0.887 | 0.883 |
| Impuesto a las Exportaciones | DUTY | -- | -- |
| Rec. por Impuesto Medioambiental | CCTX | -- | -- |
| Transferencias de Empresas Públicas | PUBTR | 14.574 | 14.573 |
| Inversión | INVEST | 15.874 | 15.897 |
| Ahorro Privado | PRIVSAV | 11.802 | 11.802 |
| Ahorro del Gobierno | GOVSAV | -4.161 | -4.144 |
| Ahorro Externo | FSAV | 8.233 | 8.239 |
| <u>Variable Sectorial (Minería)</u> | | | |
| Precio Doméstico | PD | 1.00 | 1.00 |
| Precio del Bien Compuesto | P | 1.00 | 1.00 |
| Precio Doméstico de la Exportación | PE | 1.00 | 1.00 |
| Precio Mundial de la Exportación | PWE | 1.00 | 1.00 |
| Precio del Producto Sectorial | PX | 1.00 | 1.00 |
| Producción Doméstica Sectorial | XD | 5.236 | 5.236 |
| Exportaciones Sectoriales | E | 3.353 | 3.353 |
| Nivel del Empleo Sectorial | L | 45.804 | 45.800 |

FUENTE: MCGE

CUADRO 9

BOLIVIA: MODELO COMPUTABLE DE EQUILIBRIO GENERAL (SIMULACION)

| Impuesto a la Generación de Contaminación | Valor MEG | | Valor MCS |
|---|----------------------|-------|----------------------|
| | Miles de Bs. de 1980 | | Miles de Bs. de 1980 |
| <u>Variables Macroeconómicas</u> | | | |
| Producto Interno Bruto | GDP | -1.53 | -3.06 |
| Ingreso del Gobierno | GR | -0.33 | -0.67 |
| Recaudación Arancelaria | TARIFF | -2.27 | -4.65 |
| Impuestos Indirectos | INDTAX | -1.09 | -2.20 |
| Impuestos Directos | DIRTAX | -1.58 | -3.04 |
| Impuesto a las Exportaciones | DUTY | -- | -- |
| Rec. por Impuesto Medioambiental | CCTX | -- | -- |
| Transferencias de Empresas Públicas | PUBTR | -1.09 | -2.18 |
| Inversión | INVEST | -6.16 | -12.47 |
| Ahorro Privado | PRIVSAV | -1.45 | -2.89 |
| Ahorro del Gobierno | GOVSAV | 2.50 | 5.09 |
| Ahorro Externo | FSAV | -8.51 | -17.31 |
| <u>Variable Sectorial (Minería)</u> | | | |
| Precio Doméstico | PD | -1.10 | -2.20 |
| Precio del Bien Compuesto | P | -1.10 | -2.20 |
| Precio Doméstico de la Exportación | PE | -0.40 | -0.70 |
| Precio Mundial de la Exportación | PWE | -0.40 | -0.70 |
| Precio del Producto Sectorial | PX | -0.60 | -1.30 |
| Producción Doméstica Sectorial | XD | 0.61 | 1.20 |
| Exportaciones Sectoriales | E | 1.40 | 2.86 |
| Nivel del Empleo Sectorial | L | 1.43 | 2.86 |

FUENTE: MCGE

CUADRO 10

BOLIVIA: MODELO COMPUTABLE DE EQUILIBRIO GENERAL (SIMULACION)

| | Valor MEG | | Valor MCS |
|-------------------------------------|----------------------|-------|----------------------|
| | Miles de Bs. de 1980 | | Miles de Bs. de 1980 |
| <u>Variables Macroeconómicas</u> | | | |
| Producto Interno Bruto | GDP | -1.14 | -2.13 |
| Ingreso del Gobierno | GR | -0.24 | -0.45 |
| Recaudación Arancelaria | TARIFF | -1.02 | -1.87 |
| Impuestos Indirectos | INDTAX | -0.56 | -1.39 |
| Impuestos Directos | DIRTAX | -1.13 | -2.14 |
| Impuesto a las Exportaciones | DUTY | -- | -- |
| Rec. por Impuesto Medioambiental | CCTX | -- | -- |
| Transferencias de Empresas Públicas | PUBTR | -0.97 | -1.81 |
| Inversión | INVEST | -1.86 | -3.41 |
| Ahorro Privado | PRIVSAV | -1.08 | -2.01 |
| Ahorro del Gobierno | GOVSAV | 1.85 | 3.44 |
| Ahorro Externo | FSAV | -1.11 | -1.94 |
| <u>Variable Sectorial (Minería)</u> | | | |
| Precio Doméstico | PD | -2.50 | -1.50 |
| Precio del Bien Compuesto | P | -2.50 | -4.70 |
| Precio Doméstico de la Exportación | PE | -3.30 | *7.40 |
| Precio Mundial de la Exportación | PWE | 1.00 | 1.90 |
| Precio del Producto Sectorial | PX | -3.30 | -6.40 |
| Producción Doméstica Sectorial | XD | -2.20 | -4.30 |
| Exportaciones Sectoriales | E | -3.73 | -7.31 |
| Nivel del Empleo Sectorial | L | -5.13 | -9.87 |

FUENTE: MCGE

CUADRO 11

BOLIVIA: MODELO COMPUTABLE DE EQUILIBRIO GENERAL (SIMULACION)

| | Valor MEG | | Valor MCS |
|-------------------------------------|----------------------|-------|----------------------|
| | Miles de Bs. de 1980 | | Miles de Bs. de 1980 |
| <u>Variables Macroeconómicas</u> | | | |
| Producto Interno Bruto | GDP | 0.00 | 0.00 |
| Ingreso del Gobierno | GR | 1.06 | 3.11 |
| Recaudación Arancelaria | TARIFF | 19.01 | 55.79 |
| Impuestos Indirectos | INDTAX | 0.00 | 0.00 |
| Impuestos Directos | DIRTAX | 0.00 | 0.00 |
| Impuesto a las Exportaciones | DUTY | -- | -- |
| Rec. por Impuesto Medioambiental | CCTX | -- | -- |
| Transferencias de Empresas Públicas | PUBTR | 0.00 | 0.00 |
| Inversión | INVEST | 0.00 | 0.00 |
| Ahorro Privado | PRIVSAV | 0.00 | 0.00 |
| Ahorro del Gobierno | GOVSAV | -8.03 | -23.62 |
| Ahorro Externo | FSAV | -4.07 | -11.95 |
| <u>Variable Sectorial (Minería)</u> | | | |
| Precio Doméstico | PD | 0.00 | 0.00 |
| Precio del Bien Compuesto | P | 0.00 | 0.00 |
| Precio Doméstico de la Exportación | PE | 0.00 | 0.00 |
| Precio Mundial de la Exportación | PWE | 0.00 | 0.00 |
| Precio del Producto Sectorial | PX | 0.00 | 0.00 |
| Producción Doméstica Sectorial | XD | 0.02 | 0.02 |
| Exportaciones Sectoriales | E | 0.00 | 0.00 |
| Nivel del Empleo Sectorial | L | 0.04 | 0.04 |

FUENTE: MCGE

CUADRO 12

BOLIVIA: MODELO COMPUTABLE DE EQUILIBRIO GENERAL (SIMULACION)

| | Valor MEG Miles de Bs. de 1980 | | Valor MCS Miles de Bs. de 1980 |
|-------------------------------------|-----------------------------------|--------|--------------------------------------|
| <u>Variables Macroeconómicas</u> | | | |
| Producto Interno Bruto | GDP | -0.53 | -1.16 |
| Ingreso del Gobierno | GR | -0.33 | -0.68 |
| Recaudación Arancelaria | TARIFF | -0.34 | -0.85 |
| Impuestos Indirectos | INDTAX | -0.29 | -0.69 |
| Impuestos Directos | DIRTAX | -0.56 | 0.00 |
| Impuesto a las Exportaciones | DUTY | -- | -- |
| Rec. por Impuesto Medioambiental | CCTX | -- | -- |
| Transferencias de Empresas Públicas | PUBTR | -0.41 | -0.76 |
| Inversión | INVEST | -2.04 | -4.69 |
| Ahorro Privado | PRIVSAV | -0.07 | -0.25 |
| Ahorro del Gobierno | GOVSAV | 2.50 | 5.14 |
| Ahorro Externo | FSAV | -2.58 | -6.10 |
| <u>Variable Sectorial (Minería)</u> | | | |
| Precio Doméstico | PD | 2.90 | 5.10 |
| Precio del Bien Compuesto | P | -25.80 | -53.10 |
| Precio Doméstico de la Exportación | PE | 0.30 | 0.30 |
| Precio Mundial de la Exportación | PWE | 0.30 | 0.30 |
| Precio del Producto Sectorial | PX | 1.00 | 1.30 |
| Producción Doméstica Sectorial | XD | -9.02 | -18.49 |
| Exportaciones Sectoriales | E | -1.13 | -1.16 |
| Nivel del Empleo Sectorial | L | 2.36 | 3.41 |

FUENTE: MCGE

V. Comentarios Finales

Si bien la legislación sobre el control medioambiental aparece desde el siglo pasado, en forma explícita y directa aparece en 1993 con la Ley del Medioambiente. Al igual que otros países se tiene problemas en la implementación de una política ambiental coherente y comprensiva. Aun no ha sido lanzada la reglamentación para el sector minero que debería dar lugar a un mejor ajuste al problema. Sin embargo, dada la complejidad del territorio nacional es necesaria la especificación de normas, en lugar y material contaminante, para un control más efectivo de efluentes.

Tal como se ha visto la economía boliviana depende fuertemente del sector externo donde la minería tiene un papel muy importante. Cualquier trastorno o inestabilidad en la minería provocaría también inestabilidad en la economía por una disminución en la disponibilidad de divisas. Si el control ambiental afecta negativamente el comportamiento del sector minero, entonces se debería esperar un efecto negativo en la economía.

Los resultados que se obtienen mediante las simulaciones del modelo MCGE son ciertamente significativos pues en todos los casos donde se pretende controlar la contaminación existe una reducción en la producción. No obstante, existen dos cualificación que deben realizarse a esta conclusión. Primero, los resultados numéricos son muy sensitivos a la conformación general de los controles de contaminación y segundo, la utilización de instrumentos de corte económico (impuestos) son los que más afectan a la producción. Este resultado no considera los efectos benéficos de largo plazo de la actividad de control ni los peligros de catástrofes imprevistas en el largo plazo de una tecnología de abatimiento basada en la acumulación de materiales en pozas y diques.

Segundo, el mecanismo por el cual se transmite los efectos negativos del control de la contaminación a corto plazo parecen ser la disminución de las exportaciones. En todos los casos donde se introduce una medida directa que afecta las exportaciones se producen efectos negativos. Esto tiene una implicación importante pues señalaría que en la medida en que se pueden desarrollar medidas de abatimiento sin perjudicar las exportaciones siempre se tendrán efectos macroeconómicos positivos para la economía boliviana.

A parte de estas conclusiones, dentro de la conformación del modelo puede desarrollarse una asignación de cuotas para la emisión de contaminante a través de la división del sector minero en varios subsectores. Se requiere de información no disponible actualmente.

Bibliografía

Asociación Boliviana para el Avance de la Ciencia, ABAC (1994). Impacto Ambiental en Minería, La Paz: Academia Nacional de Ciencias de Bolivia.

Beauséjour, L. Lensoyek, Gy Smart, M. (1992) "An Environmental CGE Model of Canada and the United States", Department of Finance: Canada, Working Paper No. 92-04

Beltrán, A. Huarachi, G. (1988). "El Modelo Computable de Equilibrio General Aplicado a Bolivia" en Análisis Económico Vol: 3, Ed. UDAPE: La Paz.

Dervis K., Melo J. & Robinson S. (1982) General Equilibrium Models for Development Policy. Washington D.C.: World Bank

Evia J.L. y Morales, J.A. (1995). "Minería y Medio Ambiente", Universidad Católica Boliviana/IISEC, Documento de Trabajo 04/95

Evia J.L. y Morales, J.A. (1996). "Minería y Crecimiento Económico en Bolivia" en Mauricio Cárdenas, editor, El Crecimiento Económico en América Latina, Teoría y Práctica, Bogotá: FEDESARROLLO.

Eguivar, M.R. y Heinrich, F. (1991). El Medio Ambiente en la Legislación Boliviana 1574-1991, La Paz: Ed. Calama

Government of Canada (1992). "Economic Instruments for Environmental Protection", Canada's Green Plan

Loayza, I.F. (1994). "Competitiveness, Environmental Performance and Technical Change: The Case of the Bolivian Mining Industry". Tesis no publicada, University of Sussex

Peterson, F. y Fischer A. (1977). Explotación de recursos extractivos: una revisión en Roxana Barrantes, editor, Hacia un Nuevo Dorado: Economía de los Recursos Naturales, Lima: Consorcio de Investigación Económica

Robinson, S. (1989). "Multisectoral Models" en: H. Chenery & T.N. Srinivasan, eds, Handbook of Development Economics: Vol II, Amsterdam: North Holland.

Salinas, J. (1993). Minería y Gestión Ambiental en Bolivia, La Paz: Secretaria Nacional de Medio Ambiente.

Shoven, J.B. y J. Whalley (1984). "Applied General Equilibrium Models of Transaction and International Trade", *Journal of Economic Literature*, 122, No 3

ANEXO

A. Aspectos Metodológicos de la Matriz de Contabilidad Social

Estructura Productiva

La metodología utilizada para la construcción de la Matriz Insumo Producto (MIP) y la elaboración de las Cuentas de Producción se basa en el criterio de "Equilibrio de bienes", que establece la igualdad entre la oferta y la utilización de los bienes y servicios de la economía en términos de volumen. El total de bienes y servicios considerados para el cálculo ascienden aproximadamente a 245 rubros.

Demanda Final y Oferta Doméstica

Todos los componentes de la demanda final, así como las importaciones provienen de la MIP a precios de productor y agregada en 15 sectores, según los criterios anteriormente señalados.

La producción de las diferentes ramas de actividad con destino al mercado interno se obtuvo deduciendo del total de producción bruta de cada rama, el valor correspondiente a las exportaciones. Esta producción con destino al mercado doméstico, sumada a las importaciones (más los derechos sobre importación) constituye la oferta doméstica de bienes.

Valor Agregado

Factor Trabajo

El cálculo del valor agregado corresponde al factor trabajo se basó en la multiplicación del salario promedio real del sector por el número de ocupados en cada actividad.

Factor Capital

El valor de este factor se obtuvo por diferencia, restando del valor agregado total (Producción bruta menos consumo intermedio), la parte correspondiente al trabajo y los impuestos indirectos.

Los pagos al factor capital se distribuyeron entre el sector público y el privado, en función a la participación del sector público en la producción de cada actividad. Las proporciones aplicadas al sector público fueron las siguientes: Petróleo 100%, Minería 26%, Refinería de Petróleo 100%, Metálicos básicos 100%, Transportes y Comunicaciones 20%, Establecimientos financieros y propiedad en vivienda 2% y Administración pública 100%.

Impuestos Indirectos

Al margen de los derechos arancelarios sobre importaciones que constituyen impuestos indirectos, se consideraron los siguientes impuestos:

- Regalías mineras y auríferas

- Impuesto sobre el valor agregado
- Impuestos sobre comunicaciones
- Regalías e impuestos sobre producción y exportación de petróleo y gas
- Impuestos sobre ventas de productos refinados de petróleo

Las diferentes categorías de impuestos fueron obtenidas de las estadísticas fiscales a precios corrientes, pero aparecen en la MCS expresadas en precios de 1980.

Las regalías mineras y auríferas se contabilizaron en su totalidad como impuestos pagados por el sector minero.

Para computar el Impuesto al Valor Agregado (IVA), se anualizaron las recaudaciones del segundo semestre de 1987, ya que este impuesto entró en vigencia recién a partir de junio de ese año. Esta cantidad, deflactada por el IPC se distribuyó proporcionalmente al valor agregado de cada sector a excepción de las ramas Agropecuaria, Petróleo y Gas, Minería, Metálicos básicos y Administración pública. Debido a la baja recaudación de impuestos provenientes del sector agropecuario, se consideró un impuesto de 1 por mil sobre el valor agregado, que resume las diferentes categorías de impuestos indirectos que paga este sector. En los sectores Petróleo, Minería y Metálicos básicos no se imputó ningún impuesto porque éstos constituyen sectores exportadores no sujetos al IVA.

Los impuestos sobre comunicaciones fueron atribuidos en su totalidad a la rama transportes y comunicaciones.

Las regalías e impuestos sobre producción y exportación de petróleo y gas, se consideraron íntegramente pagadas por el sector extractivo. En cambio el impuesto sobre las ventas de gasolina, se trató como una transferencia indirecta pagada por el sector refinaria de petróleo. De la composición de los impuestos indirectos pagados por el sector hidrocarburos, aproximadamente un 96% correspondió a la actividad extractiva y un 4% a la actividad de refinación. Estos impuestos constituyeron alrededor del 26% del total de pagos realizados por YPF al Gobierno. El restante porcentaje de los pagos fue en calidad de transferencias.

Operaciones del Gobierno

Además de los impuestos indirectos especificados y la renta aduanera, se consideran como otras fuentes de ingresos los impuestos directos pagados por el sector privado, y los valores agregados del factor capital correspondientes a las empresas y a la administración pública.

Con relación a los egresos, los gastos en bienes provienen directamente de la MIP. Los pagos de intereses sobre la deuda externa que constituyen la mayor parte de los gastos en factores externos, se tomaron de la Balanza de Pagos. Por su parte, las transferencias pagadas al sector privado, previamente deflactadas por el IPC, provienen de las estadísticas fiscales.

Sector Externo

Las cifras de las transacciones en cuenta corriente (balanza comercial, pagos netos de factores al exterior y transferencias internacionales netas), están tomadas de la Balanza de Pagos. Los flujos internacionales anteriormente indicados, para ser valorados a precios de 1980, se convirtieron previamente a moneda nacional (utilizando el tipo de cambio promedio de 1987) y luego deflactados por el IPC. El ahorro externo fue calculado como la diferencia entre los ingresos y los pagos totales.

Sector Privado

Las operaciones del sector privado vienen determinadas por los flujos de los demás agentes económicos. A manera de resumen puede indicarse que sus ingresos provienen de la renta del trabajo más una parte de la renta del capital y de las transferencias recibidas del Gobierno.

Los gastos están constituidos por el consumo, los impuestos directos y los pagos netos al exterior. Los pagos netos al exterior incluyen no solo los consignados en la balanza de pagos sino también una aproximación a la fuga de capitales (sobre la cual no existe ninguna información oficial). Se imputó un 5% del ingreso disponible del sector privado como egresos por este concepto. De este modo, el ahorro privado que resulta de la diferencia entre ingresos y gastos corrientes, también es afectado por esa imputación.

Relación Ahorro-Inversión

Para garantizar la consistencia de los flujos macroeconómicos expresados en la matriz, el ahorro total, que resulta de sumar el ahorro público, privado y externo, es igual a la inversión en capital fijo y variación de existencias.

Acervo de capital e Inversión sectorial

Para calcular el stock de capital fijo de cada actividad se aplicó las relaciones capital producto al valor agregado de cada sector. La inversión por destino resulta de la distribución del total de la inversión en función a la participación en el acervo de capital. Este último dato proviene de la MIP.

B. Ecuaciones del Modelo de Equilibrio General

Producción y Demanda de Trabajo

El sector i utiliza en su proceso productivo tanto producción intermedia (INT), usada en proporciones fijas, como factores de producción. La función de producción sectorial del tipo Cobb-Douglas con factores capital y trabajo está dado por:

$$XD_i = AL_i^{\alpha_i} K_i^{1-\alpha_i}$$

donde A constante de escala

α participación del factor trabajo en la producción

L y K cantidades de trabajo y capital

Para determinar la demanda de trabajo de la economía se debe definir el precio neto del sector i , o sea el precio del valor agregado del sector i (PVA $_i$). Este se define como:

$$PVA_i = PX_i(1 - TIND_i) - \sum P_j a_{ji}$$

donde TIND $_i$ tasa de impuestos indirectos sectorial

PX $_i$ precio del bien i

Pi precio del bien compuesto i

Para la producción de bienes se requiere que las empresas estén maximizando sus beneficios, por lo que se plantea la siguiente formulación:

$$\pi = PVA_i X_{D_i} - W_i L_i$$

reemplazando XD en p se tiene:

$$\Pi = PVA_i \cdot AL_i^\alpha K_i^{(1-\alpha)} - W_i L_i$$

diferenciando p respecto a L e igualando a 0 se tiene:

$$\frac{\partial \Pi}{\partial L} = PVA_i \cdot A \cdot \alpha_i AL_i^{(\alpha-1)} K_i^{(1-\alpha)} - W_i = 0$$

de donde

$$PVA_i \alpha_i \cdot \frac{X_{D_i}}{L_i} = W_i$$

es decir, el valor del producto marginal del factor trabajo es igual al salario.

Pero W_i se define como una proporción constante del salario que paga el sector i con relación al salario promedio de la economía W , o sea:

$$W_i = W \text{DIST}_i$$

Finalmente, reemplazando W_i y despejando L_i se obtendrá la demanda de trabajo del sector i.

$$PVA_i \alpha_i X_{D_i} = W \text{DIST}_i L_i$$

La demanda de insumos intermedios se definen como:

$$\text{INT}_i = S_{ij} X_{D_j}$$

siendo a_{ij} el coeficiente insumo-producto.

Demanda de Importaciones

Para determinar la demanda por importaciones se insiste en que para los bienes importables, la producción nacional (XX_{D_i}) es sustituta imperfecta de las importaciones (M_i), de tal forma que la oferta para el mercado interno del bien compuesto X_i es una agregación de la producción doméstica y las importaciones. La elección de las cantidades específicas a consumirse se determina maximizando una función de utilidad de tipo CES entre los dos bienes.

$$X_i = A \left[\delta_i M_i^{-P} + ((1 - \delta_i) XX_{D_i}^{-P}) \right]^{-1/P}$$

donde A es el parámetro de cambio de la función de Armington

δ_i es el parámetro de participación

σ es la elasticidad de sustitución

Esta formulación implica que los consumidores elegirán una combinación de M_i y de XXD_i , dependiendo de sus precios relativos.

$$P_i X_i = P D_i X D_i + P M_i M_i$$

donde $P M_i$ y $P D_i$ son los precios de los bienes importados y de los bienes producidos localmente, que al agregarse originan el bien compuesto X_i de precio promedio P_i .

De la maximización de utilidad se tiene que la condición es:

$$M_i / X D_i = [(P D_i / P M_i) (\delta_i / (1 - \delta_i))] \tau_i$$

Si los dos bienes son perfectamente sustitutos ($\sigma_i = \infty$), $P D_i = P M_i$. Si alguna vez $P D_i > P M_i$, esto implicaría que $X D_i$ tendría que ser 0. Por otra parte, cuanto más alto es el valor de σ_i , mayor es la sensibilidad de $(M_i / X D_i)$ a cambios en precios relativos $(P D_i / P M_i)$. Esto significa que a mayores valores de σ_i corresponden mayores coeficientes de elasticidad.

Oferta de Importaciones

Bajo el supuesto de ser tomador de precios el país enfrenta una curva de oferta perfectamente elástica al nivel de precios internacionales $P W M_i$.

$$P W M_i = \overline{P W M_i}$$

La relación $P M_i$ expresada en moneda nacional y el precio mundial en dólares $P W M_i$ está dada por la igualdad:

$$P M_i = P W M_i (1 + t m_i) E R$$

donde $t m_i$ es la tarifa de importaciones y $E R$ es el tipo de cambio.

Demanda de Exportaciones

Se supone que se enfrenta una demanda perfectamente elástica para las exportaciones, aunque de elasticidad constante, no infinita

$$E_i = E \left(\frac{\pi_i}{P W E_i} \right)^{n_i}$$

donde π_i y E son parámetros; $P W E_i$ el precio mundial de las exportaciones y n_i es la elasticidad precio de demanda que enfrentan los bienes nacionales en el mercado mundial. Ante una alta especialización de exportaciones n_i toma valores elevados.

Oferta de Exportaciones

Bajo el supuesto de que existe diferencia entre la producción doméstica que se consume a nivel interno y la dirigida a la exportación, se postula una función de transformación CET (elasticidad de transformación constante) entre ambos bienes XXD_i y E_i .

$$XD_i = A^\tau [\tau \cdot E_i^{M_i} + (1 - \tau_i) XXD_i^{M_i}]^{\frac{1}{M_i}}$$

donde XD_i es la producción doméstica de i que puede ser exportada o consumida internamente.

A^τ = parámetro de cambio

τ_i = parámetro de distribución

Ω_i = elasticidad de transformación

La decisión de producir para el mercado interno o externo dependerá de los precios relativos.

$$PX_i XD_i = PD_i XXD_i + PE_i E_i$$

determinándose de este modo el precio promedio PX_i de la producción de XD_i .

La oferta doméstica de las exportaciones será:

$$\frac{E_i}{XXD_i} = \left[\left(\frac{PE_i}{PD_i} \right) \cdot \left(\frac{1 - \tau_i}{\tau_i} \right) \right]^{\Omega_i}$$

siendo Ω_i la elasticidad de transformación.

Como en el caso de las exportaciones, PE_i puede diferenciarse del precio doméstico PD_i y está relacionado con el precio internacional por:

$$PE_i(1 - \tau_i) = PWE_i ER$$

donde PWE_i es el precio de las exportaciones en dólares; τ_i es el impuesto (subsidio) a las exportaciones; ER es el tipo de cambio y PE_i es el precio que reciben las exportaciones en moneda nacional.

El Sector Privado

Los consumidores maximizan una función de utilidad de tipo Cobb Douglas:

$$U(CD_1, CD_2, \dots, CD_n) = CD_1^{B_1} CD_2^{B_2} \dots CD_n^{(1-\sum B_i)}$$

con una oferta nacional del bien compuesto. X de precio P , sujeta a la restricción:

$$P_1 CD_1 + P_2 CD_2 + \dots = CDTOT$$

Efectuando el proceso de maximización se tiene la condición:
de donde

$$P_i CD_i = \beta_i \frac{U}{\lambda}$$

pero la suma de todos los $P_i CD_i$ es igual al total del consumo privado CDTOT y la suma de todas las proporciones β_i es igual a la unidad; por tanto, la relación U/λ equivale a la definición del consumo total, entonces se puede decir que el consumo del sector i en términos nominales es una proporción del consumo total con una elasticidad precios unitaria.

$$P_i CD_i = \beta_i CDTOT$$

siendo el consumo total (CDTOT). Este también es una proporción del ingreso disponible.

$$CDTOT = (1 - MPS) (1 - t_{y,i}) \sum Y_i$$

reemplazando en la anterior ecuación:

$$P_i CD_i = \beta_i (1 - MPS) (1 - t_{y,i}) \sum Y_i$$

donde MPS es la propensión marginal a ahorrar del sector privado y t_y es la tasa de impuesto sobre el ingreso.

El ingreso bruto está dado por:

$$Y = \sum W_i L_i + [\sum PVA_i X D_i - \sum W_i L_i] (1 - IMPUB) - TRNPRIX + TRNGPRI$$

o sea que es la suma de los pagos a los factores K y L menor la parte de los beneficios que no son transferidos de las empresas públicas (1-IMPUB), menos las transferencias privadas al exterior TRNPRIX más las transferencias del gobierno al sector privado TRNGPRI.

Una vez determinado el ingreso bruto del sector privado Y y habiendo establecido el consumo total CDTOT, la diferencia entre ingresos y gastos del consumo, determina el ahorro privado PRIVSAV.

$$PRIVSAV = MPS [\sum (1 - t_{y,i}) Y_i]$$

Control de la contaminación

Se elige implementar un impuesto a la producción de contaminantes. Para esto se define una ecuación que determina la cantidad de contaminantes en la producción minera (XDC). Luego se fija una tasa impositiva para gravar esta generación (tcc). Se agrega un nuevo ítem (CCTX) a la recaudación fiscal.

Producción de contaminantes.

$$XDC_i = X D_i FCT_i$$

Impuesto directo a la producción de contaminantes

$$CCTX = tcc_i XDC_i PC_i$$

donde: $PC_i = (1 + cc) PX_i$

Para la fijación de impuestos para la exportación, productos mineros y la importación de productos químicos se utilizan las ecuaciones que describen estas variables en el modelo. Se adicionan las alícuotas respectivas t_x y t_m .

Para implementar la opción de estándares, primero, se crea un valor máximo para la variable (XDCS) utilizando los objetivos de los estándares y segundo, se introduce en el modelo, vía adecuación de los parámetros de producción, el nivel requerido de contaminación.

Además, puede desarrollarse la ecuación de imposición directa a la actividad productiva del contaminante.

$$DIRTX = T Y_i Y_i$$

El sector público

Se supone que el gobierno mantiene fijo su nivel real de gastos en cada bien. Por tanto, la demanda del gobierno por el bien i es:

$$GD_i = \beta G_i GDTOT$$

Adicionalmente el gobierno debe efectuar gastos en pagar los intereses de la deuda externa y también realizar transferencias al sector privado. Por tanto, el gasto total del gobierno está dado por:

$$GT = \sum P_i GD_i + INTPAY + TRNGPRI$$

Por el lado de los ingresos del gobierno (GR) tenemos que:

$$GR = TARIFF + DUTY + IND TAX + PUBTR + DIRTAX + TRNEXG + CCTX$$

Donde:

| | |
|---------|---|
| TARIFF | impuesto a las importaciones |
| DUTY | impuesto a las exportaciones |
| IND TAX | impuestos indirectos |
| PUBTR | transferencias de las empresas públicas |
| DIRTAX | impuestos directos |
| CCTX | impuestos por contaminación |
| TRNEXG | transferencias del exterior |

Restando ingresos de egresos, se tiene el ahorro del gobierno.

$$GOVSAV = GR - \sum P_i GP_i + INTPAY + TRNGPRI$$

Equilibrios en los mercados

Mercado de trabajo

$$\sum L_i + DESEMP = LS$$

Mercado de capitales

$$\text{INVEST} = \text{SAVINGS}$$

El monto del ahorro viene determinado por:

$$\text{SAVINGS} = \text{PRIVSAV} + \text{GOVSAV} + \text{FSAV}$$

es decir, el ahorro incluye el ahorro privado local, el ahorro del gobierno y el ahorro externo.

El monto de la inversión en capital fijo por sector de origen que constituye la participación de cada sector ($K\text{SHARE}_i$) en el total de la inversión una vez deducida la variación de existencias (asumida constante) se define como:

$$PK_i DK_i = K\text{SHARE}_i (\text{INVEST} - \sum P_j VE_j)$$

$$\text{Donde } PK_i = \sum IMAT_{ij} P_j$$

siendo $IMAT_{ij}$ la cantidad de inversión que se requiere del sector i para incrementar en una unidad la inversión del sector j .

La inversión por sector de destino viene determinada por:

$$ID_i = \sum IMAT_{ij} DK_j$$

Mercado de bienes

$$X_i = CD_i + INT_i + ID_i + CD_i + VE_i$$

Mercado de divisas

$$\sum M_i + \text{INTPAY} + \text{TRNPRIX} = \sum E_i + \text{TRNEXG} + \text{FSAV}$$

La ecuación de balance en cuenta corriente incluye tanto el movimiento de bienes como el pago a factores y las transferencias.

C. Nombres de Parámetros y Variables

PARAMETROS

| | | |
|----------|---|--------------------|
| A | COEFICIENTE INSUMO PRODUCTO | (UNIDAD) |
| AC | PARAMETRO DE ESCALA ARMINGTON | (UNIDAD) |
| AD | PARAMETRO DE ESCALA DE LA FUNCION DE PRODUCCION | (UNIDAD) |
| ALPHL | PARAMETRO PARTICIPACION TRABAJO EN FUNC.DE PROD. | (UNIDAD) |
| AT | PARAMETRO DE ESCALA DE LA FUNCION CET | (UNIDAD) |
| BETA | PARTICIPACION EN EL CONSUMO PRIVADO | (UNIDAD) |
| BETAG | PARTICIPACION EN EL CONSUMO DEL GOBIERNO | (UNIDAD) |
| CAPITAL | STOCK DE CAPITAL E INVERSION POR DESTINO | |
| CD0 | CONSUMO PRIVADO SECTORIAL | (MILES 1980 BS) |
| CDTOT0 | CONSUMO PRIVADO | (MILES 1980 BS) |
| DELTA | PARAMETRO DE PARTICIPACION ARMINGTON | (UNIDAD) |
| DESEMP0 | DESEMPLEO | (MILES 1980 BS) |
| DK0 | VOLUMEN DE INVERSION POR SECTOR DE DESTINO | (MILES 1980 BS) |
| E0 | VOLUMEN DE EXPORTACIONES | (MILES 1980 BS) |
| ER | TIPO DE CAMBIO | (BS CC \$US DOLAR) |
| ETA | ELASTICIDAD DE DEMANDA DE EXPORTACIONES | (UNIDAD) |
| FCT | FACTOR DE CONTAMINACION | (UNIDAD) |
| FRANJA0 | INDICADOR DE AJUSTE DE CONTAMINACION | (MILES 1980 BS) |
| FSAV0 | AHORRO EXTERNO | (MILES 1980 BS) |
| GAMMA | PARAMETRO DE PARTICIPACION DE LA FUNCION CET | (UNIDAD) |
| GD0 | CONSUMO PUBLICO SECTORIAL | (MILES 1980 BS) |
| GDTOT0 | CONSUMO DEL GOBIERNO | (MILES 1980 BS) |
| GOVSAV0 | AHORRO PUBLICO | (MILES 1980 BS) |
| ID0 | VOLUMEN DE INVERSION POR SECTOR DE ORIGEN | (MILES 1980 BS) |
| IMAT | COEFICIENTE DE CAPITAL | (UNIDAD) |
| IMPUB | PARTICIPACION EMP. PUBLICAS EN LOS BENEFICIOS TOT | (UNIDAD) |
| INTPAY | PAGOS INTERES DEUDA EXTERNA | (MILES 1980 BS) |
| JMAT | MATRIZ DE COMPOSICION DEL CAPITAL TOTAL | (MILES 1980 BS) |
| K | VOLUMEN SECTORIAL DE BIENES DE CAPITAL | (MILES 1980 BS) |
| KSHARE | PARTICIPACION DE LA INVERSION | (UNIDAD) |
| L0 | NIVEL DE EMPLEO SECTORIAL | (1000 PERSONAS) |
| LS | OFERTA DE TRABAJO | (No. de PERSONAS) |
| M0 | VOLUMEN DE IMPORTACIONES | (MILES 1980 BS) |
| MIP | MATRIZ DE INSUMO PRODUCTO | (MILES 1980 BS) |
| MISC | ELASTICIDADES DEL COMERCIO EXTERIOR | |
| MPS0 | PROPENSION MARGINAL A AHORRAR | (UNIDAD) |
| PD0 | PRECIO DOMESTICO DEL BIEN | (UNIDAD) |
| PE0 | PRECIO DOMESTICO DE LAS EXPORTACIONES | (UNIDAD) |
| PM0 | PRECIO DOMESTICO DE LAS IMPORTACIONES | (UNIDAD) |
| PRIVSAV0 | AHORRO PRIVADO | (MILES 1980 BS) |
| PVA0 | PRECIO DEL VALOR AGREGADO POR SECTOR | (UNIDAD) |
| PWE0 | PRECIO MUNDIAL DE EXPORTACIONES | (UNIDAD) |
| PWM | PRECIO MUNDIAL DE IMPORTACIONES | (UNIDAD) |
| RHOC | EXPONENTE DE LA FUNCION ARMINGTON | (UNIDAD) |
| RHOT | EXPONENTE DE LA FUNCION CET | (UNIDAD) |
| SAMVEC | VECTORES DEL PERIODO BASE PROVENIENTES DE LA MCS | |
| TCC | IMPUESTOS A LA CONTAMINACION | (UNIDAD) |
| TE | IMPUESTOS SOBRE EXPORTACION | (UNIDAD) |
| TIND | IMPUESTOS INDIRECTOS | (UNIDAD) |
| TM | IMPUESTOS SOBRE IMPORTACION | (UNIDAD) |
| TRNEXG | TRANSF DEL EXTERIOR AL GOB | (MILES 1980 BS) |
| TRNGPRI | TRANSF DEL GOB AL SECTOR PRIVADO | (MILES 1980 BS) |
| TRNPRIX | SALIDA DE CAPITALES PRIVADOS | (MILES 1980 BS) |
| TY | TASA DE IMPUESTO DIRECTOS | (UNIDAD) |
| VE | VARIACION DE EXISTENCIA | (MILES 1980 BS) |
| W0 | SALARIO PROMEDIO SECTORIAL | (MILES 1980 BS) |
| WA0 | SALARIO PROMEDIO NACIONAL | (MILES 1980 BS) |

| | | |
|-------|---|-----------------|
| WDIST | PROPORCION SALARIO SECTORIAL | (UNIDAD) |
| X0 | OFERTA SECTORIAL DEL BIEN COMPUESTO | (MILES 1980 BS) |
| XD0 | VOLUMEN DE PRODUC DOMESTICA SECTORIAL | (MILES 1980 BS) |
| XDC0 | VOLUMEN DE PRODUC DE CONTAMINANTES SECT | (MILES 1980 BS) |
| XDCS | CONTAMINACION MAXIMA STANDARD | (MILES 1980 BS) |
| XXD0 | VOLUMEN SECTORIAL DE VENTAS INTERNAS | (MILES 1980 BS) |
| Y0 | INGRESO PRIVADO POR VALOR AGREGADO | (MILES 1980 BS) |

VARIABLES

| | | |
|---------|--|-----------------|
| CCTX | RECAUDACIONES POR CONTAMINACION | (MILES 1980 BS) |
| CD | DEMANDA FINAL PARA CONSUMO PRIVADO | (MILES 1980 BS) |
| DESEMP | DESEMPLEO | (1000 PERSONAS) |
| DIRTAX | RECAUDACIONES POR IMPUESTOS DIRECTOS | (MILES 1980 BS) |
| DK | VOLUMEN DE INVERSION POR SECTOR DE DESTINO | (MILES 1980 BS) |
| DUTY | RECAUDACIONES POR EXPORTACIONES | (MILES 1980 BS) |
| E | EXPORTACIONES SECTORIALES | (MILES 1980 BS) |
| FSAV | AHORRO EXTERNO | (MILES 1980 BS) |
| GD | DEMANDA FINAL PARA CONSUMO DEL GOBIERNO | (MILES 1980 BS) |
| GDP | PRODUCTO INTERNO BRUTO | (MILES 1980 BS) |
| GDTOT | VOLUMEN TOTAL DEL CONSUMO DEL GOBIERNO | (MILES 1980 BS) |
| GOVSAV | AHORRO DEL GOBIERNO | (MILES 1980 BS) |
| GR | INGRESOS DEL GOBIERNO | (MILES 1980 BS) |
| ID | DEMANDA FINAL PARA INVERSION | (MILES 1980 BS) |
| INDTAX | RECAUDACIONES POR IMPUESTOS INDIRECTOS | (MILES 1980 BS) |
| INT | DEMANDA INTERMEDIA | (MILES 1980 BS) |
| INVEST | INVERSION TOTAL | (MILES 1980 BS) |
| L | NIVEL DE EMPLEO SECTORIAL | (1000 PERSONAS) |
| M | IMPORTACIONES SECTORIALES | (MILES 1980 BS) |
| MPS | PROPENSION MARGINAL A AHORRAR | (UNIDAD) |
| OMEGA | FUNCION OBJETIVO | (MILES 1980 BS) |
| P | PRECIO DEL BIEN COMPUESTO | (UNIDAD) |
| PD | PRECIOS DOMESTICOS | (UNIDAD) |
| PE | PRECIO DOMESTICO DE LAS EXPORTACIONES | (UNIDAD) |
| PK | PRECIO SECTORIAL DEL CAPITAL | (UNIDAD) |
| PM | PRECIO DOMESTICO DE LAS IMPORTACIONES | (UNIDAD) |
| PRIVSAV | AHORRO PRIVADO | (MILES 1980 BS) |
| PUBTR | TRANS DE EMPRESAS PUBLICAS DEL GOBIERNO | (MILES 1980 BS) |
| PVA | PRECIO SECTORIAL DEL VALOR AGREGADO | (UNIDAD) |
| PWE | PRECIO MUNDIAL DE EXPORTACIONES | (UNIDAD) |
| PX | PRECIO PONDERADO DEL PRODUCTO SECTORIAL | (UNIDAD) |
| SAVINGS | AHORRO TOTAL DE LA ECONOMIA | (MILES 1980 BS) |
| TARIFF | RECAUDACIONES POR IMPORTACIONES | (MILES 1980 BS) |
| WA | TASA DE SALARIO PROMEDIO | (1980 BS) |
| X | OFERTA DEL BIEN COMPUESTO | (MILES 1980 BS) |
| XD | PRODUCCION DOMESTICA SECTORIAL | (MILES 1980 BS) |
| XDC | PRODUCCION DOMESTICA DE CONTAMINANTES | (MILES 1980 BS) |
| XXD | VENTAS INTERNAS | (MILES 1980 BS) |
| Y | INGRESO PRIVADO | (MILES 1980 BS) |

