

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

ESCUELA DE CIENCIAS

UN MODELO DE EQUILIBRIO GENERAL DINÁMICO PARA ANÁLISIS DE
POLÍTICAS ECONÓMICAS DE LA ECONOMÍA ECUATORIANA

PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN
DEL TÍTULO DE INGENIERO MATEMÁTICO

DANILO SANTIAGO CRIOLLO CHÁVEZ

`danilosantiago@yahoo.com`

DIRECTOR: Mat. MÉNTHOR URVINA

`menthor.urvina@epn.edu.ec`

QUITO - ECUADOR

12 de enero de 2010

DECLARACIÓN

Yo, Danilo Santiago Criollo Chávez, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Escuela Politécnica Nacional, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Danilo Santiago Criollo Chávez

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Danilo Santiago Criollo Chávez, bajo mi supervisión.

Mat. Ménthor Urvina
DIRECTOR DEL PROYECTO

AGRADECIMIENTO

Agradezco a todas y cada una de las personas que participaron en la elaboración de este proyecto, durante y después de mi carrera universitaria, a todos mis compañeros sin los cuales no tuviera los gratos recuerdos de camaradería, a mis profesores de los cuales aprendí el arte de romper esquemas, del libre pensamiento y de ir mas allá en busca de la verdad.

A la Agencia Americana de Desarrollo Internacional “USAID/Ecuador” y a su proyecto “SALTO” (Strengthening Access to Liberalization Task Order), por creer en los jóvenes profesionales ecuatorianos y en especial a Margarita Andrade.

A todos los funcionarios de la Subsecretaría de Política Económica del Ministerio de Economía y Finanzas, por su respaldo durante el desarrollo de este modelo. Al Banco Central del Ecuador y en especial a los funcionarios de la Dirección General de Estudios, Wilson Pérez, Miguel Acosta y Diego Benitez por arrojar luz sobre las continuas y tediosas preguntas.

A Julio Erazo por la paciencia y el apoyo logístico durante mi estadía en la carrera, a la Sala de Lectura de la Facultad de Ciencias por la confianza en el préstamo de libros, a mis eternos amigos Daniel y Diego por estar siempre allí, al José Ramírez por su paciencia e indispensable apoyo técnico y un agradecimiento muy pero muy especial a Lorena, por su continuo apoyo, ternura, inocencia, paciencia y amor.

DEDICATORIA

Sin duda alguna, dedico este trabajo a las únicas personas que estuvieron, están y estarán en mi vida, en las malas y en las peores, por su esfuerzo, comprensión, apoyo, respaldo e infinito amor, por las cien veces que arrojé la toalla y por las ciento un veces que me motivaron a recogerla, quienes me enseñaron a afrontar con valor todas las adversidades, por eso y mucho más este trabajo es para ellos . . . mis PADRES, a quienes considero los mejores economistas del mundo . . .

También y sin desmerecer, dedico este trabajo a cada uno de mis seis hermanos de los cuales he asimilado virtudes para tener una conducta ejemplar, transgresora, de responsabilidad y de mucha valentía, apasionada y leal.

Danilo Santiago

Índice general

Índice general	v
Índice de figuras	vii
Resumen	vii
1. MODELOS DE EQUILIBRIO GENERAL	1
1.1. Antecedentes y Definición	1
1.1.1. Antecedentes	1
1.1.2. Definición	6
1.2. Características y Clasificación	8
1.2.1. Características	8
1.2.2. Clasificación	9
1.3. Importancia en la Economía	10
1.4. Aplicación a la Economía Ecuatoriana	12
2. TEORÍA ECONÓMICA	17
2.1. Microeconomía	17
2.1.1. Estudio de la Demanda	17
2.1.2. Optimización del Consumidor o Maximización de la Utilidad	19
2.1.3. Estudio de la Oferta	24
2.1.4. Optimización del Productor	33
2.2. Análisis del Circuito Económico	34
2.2.1. Utilización de la Matriz de Contabilidad Social del Ecuador	37
3. COMPLEMENTARIEDAD MIXTA (MCP)	41
3.1. Introducción a la Complementariedad Mixta	41
3.2. Definiciones	41

	VI
3.3. La Complementariedad en la Economía	43
4. ESPECIFICACIÓN DEL MODELO	51
4.1. Introducción	51
4.2. Construcción de un Modelo de Equilibrio.	52
4.3. Especificación del Modelo de Equilibrio	53
4.3.1. Especificación Estática y Condiciones de Primer Orden	53
4.3.2. Especificación Dinámica y Condiciones de Segundo Orden	60
5. RESULTADOS DEL MODELO	75
5.1. Política Económica Ecuatoriana	75
5.2. Experimentación Numérica	78
5.3. SIMULACIONES	79
5.3.1. Reducción del IVA del 12 % al 10 %	79
Conclusiones y Recomendaciones	86
Anexos	89
Bibliografía	125

Índice de figuras

1.1. Flujo Económico del Modelo Estático para Comercio	13
1.2. Flujos de la Economía Ecuatoriana	16
2.1. Superficie de Indiferencia	18
2.2. Curvas de Indiferencia	18
2.3. Restricción Presupuestaria	20
2.4. Restricción Presupuestaria	20
2.5. Restricción Presupuestaria	22
2.6. Curva de Demanda	22
2.7. Curva de Demanda	23
2.8. Demanda de Mercado	24
2.9. Productividad Total	26
2.10. PM y Pmg	26
2.11. Producción, PMe y Pmg	27
2.12. R. Constantes	28
2.13. R. Crecientes	28
2.14. R. Decrecientes	28
2.15. Isocostos	29
2.16. Costos Totales	31
2.17. Costos Medios	31
2.18. Isocostos	33
2.19. Circuito Económico	35
2.20. Esquema de la Matriz de Contabilidad Social del Ecuador	38
4.1. Dinámica de los Hogares	65

Resumen

Tomando como punto de partida el Modelo Ecuatoriano de Equilibrio General Aplicado Estático MEEGA¹ se hace un **Modelo de Equilibrio General Dinámico Básico** para análisis de Políticas Económicas en la Economía Ecuatoriana, para preveer consecuencias a mediano y largo plazo, no se aborda temas como la evasión tributaria, monopolios o corrupción.

El marco en el cual se desarrolló el modelo dinámico es el propuesto por “*Deverajan and Go*” en su artículo “The Simplest Dynamic General-Equilibrium Model of an Open Economy”, del cual se adaptó el consumo inter-temporal así como el comportamiento del agente inversionista, aspectos que permiten modelar la acumulación de capital e implementar tasas de interés, criterios que enmarcan la dinámica y la evolución de esta economía modelo.

Éste es un modelo neoclásico en un marco walrasiano, su formulación es a través de la complementariedad mixta, razón por la cual la resolución computacional se la hace con el software GAMS y se usa el módulo “PATH”.

El modelo genera “n” Matrices de Contabilidad Social, una por cada periodo de tiempo, mismas que capturan el flujo circular de la economía y la evolución de esta, de estas matrices se calculan las distintas variables macro-económicas como el PIB, las cuales permitirán medir el impacto de la modificación de una medida económica en particular y la sostenibilidad de esta medida por medio de la evolución de dichas variables.

¹ Banco Central del Ecuador - Autores: Miguel Acosta macosta@bce.ec y Wilson Pérez wperez@bce.ec

Capítulo 1

MODELOS DE EQUILIBRIO GENERAL

1.1. Antecedentes y Definición

1.1.1. Antecedentes

La teoría del equilibrio general considera a todos los sectores de una economía en forma simultánea, por la inter-dependencia existente entre los consumidores, los productores, la demanda y oferta de insumos.

Algunos economistas del siglo XVIII tuvieron una visión clara de una economía que contaba con varias partes interrelacionadas, el “Tableau Economique” de **Quesnay** (1778), una tabla económica que mostraba el flujo de producción anual entre los diversos sectores de la economía es catalogada como el origen de la teoría del equilibrio general.

Cournot (1838) inició la formulación de las interrelaciones económicas, utilizando el cálculo diferencial, comprobó que el supuesto de maximización de las ganancias ocurre cuando el costo marginal iguala al ingreso marginal; aunque no consideró viable su formulación total.

León Walras (1874), desarrolló el concepto de que los mercados están ligados, por lo que el equilibrio de la economía está caracterizado por la igualdad simultánea entre oferta y demanda en todos los mercados, donde las incógnitas del modelo eran los precios de los bienes finales, los precios de los factores y las cantidades demandadas y ofertadas de los bienes.

Este trabajo sin fama en su época y sin haber sido demostrada matemáticamente su teoría, fue uno de los conceptos mas difundidos y estudiados por los economistas del siglo XX. Uno de ellos fue **Cassel** (1918), que presentó una simplificación del sistema productivo walrasiano, sin las ecuaciones de equilibrio del consumidor basadas en la noción de utilidad.

Este sistema productivo consideraba cantidades de factores de producción disponible en cada período. Las cantidades de factores necesarias para producir una unidad de cada producto eran fijos (coeficientes técnicos) y junto con los precios de los factores se calculaban los costos por unidad de producto y en consecuencia los precios de los productos.

Dichos precios permitían determinar las cantidades demandadas de cada mercancía en base a las funciones de demanda. La igualdad de oferta y demanda proporcionaba las cantidades producidas, y una nueva aplicación de los coeficientes técnicos de producción permitía calcular las cantidades necesarias de los factores. Una comparación entre necesidades y recursos disponibles permitía verificar el equilibrio del sistema, ajustándose los precios de los factores en caso de discrepancia hasta lograr la igualdad.

Las críticas más fuertes fueron de **Neisser** (1932) y **Stackelberg** (1933) que observaron que estas ecuaciones no poseen una solución con valores necesariamente positivos, como es obvio para los precios y cantidades producidas, sugiriendo que Walras se refería a insumos productivos escasos, y la escasez de un factor no es una propiedad inherente al mismo, sino una consecuencia de las condiciones de demanda y las posibilidades técnicas de producción.

Por lo tanto se agregó a cada una de las ecuaciones de demanda derivada de factores un término que refleje la cantidad del factor que permanece desempleada; si dicha cantidad resulta positiva reflejará el desempleo del factor, y siendo un bien libre su precio será nulo.

Wald (1934) provee la primera demostración rigurosa de la existencia de una solución de equilibrio competitivo en el sistema de Walras-Cassel, con la condición de que las funciones de demanda cumplan la propiedad de la preferencia revelada. Este supuesto esencialmente requiere que la economía se comporte como si hubiera un solo consumidor, razón por la que el resultado de Wald no es aplicable al sistema de Walras en su forma original.

Von Neumann dió premisas basadas en dualidad, técnicas explícitas de punto fijo para demostrar existencia, y argumentos basados en propiedades de convexos en una economía regularmente progresiva, tal que toda actividad económica debía ser endógena, incluyendo la disponibilidad de factores de producción, para lo cual supuso que el proceso productivo transforma insumos al inicio del período en productos al final del mismo.

Los distintos procesos productivos pueden ser operados a niveles arbitrarios, de modo que hay rendimientos constantes a escala y no interfieren entre sí, además incluyen el consumo de los bienes necesarios para la subsistencia de obreros y empleados.

Las condiciones de equilibrio del sistema requieren que la producción sea suficiente para cubrir los insumos del período siguiente, que bajo condiciones de expansión regular corresponden a cantidades iguales a las de los insumos del principio del período multiplicadas por el factor de expansión de la economía.

Los precios de equilibrio cumplen la condición de que los ingresos por ventas de productos de la operación de un proceso cualquiera al nivel unidad no deben exceder al valor capitalizado de los insumos utilizados para su producción. Finalmente deben cumplirse las condiciones de holgura complementaria, que exigen que si un bien es producido en exceso su precio debe ser nulo, y que si un proceso produce pérdidas no se lo utilice.

Von Neumann demostró que tal solución existe, y que tiene la propiedad de que la tasa de interés coincide con la tasa de expansión de la economía.

Kakutani (1941) demostró el teorema de punto fijo que generaliza el de Von Neumann, el teorema de Kakutani permite afirmar que las curvas de oferta y demanda se cruzan, por lo tanto permite afirmar que una solución existe, pero no da indicación alguna sobre cómo se calculan precios y cantidades de equilibrio.

En base a dicho resultado, **Debreu** (1952), demostró finalmente la existencia del equilibrio competitivo en el modelo de Walras. En el mismo año, Debreu junto con **Arrow** presentan su trabajo común sobre existencia del equilibrio en una economía competitiva.

Desde el punto de vista lógico, la existencia de una solución del modelo de Walras es equivalente a la existencia de un punto fijo que cumpla con las hipótesis del teorema de Kakutani, en el sentido de que no sólo puede demostrarse la existencia de equilibrio en base a dicho teorema, sino que también es posible demostrar el mismo en base a la hipótesis de la existencia de un equilibrio competitivo en el modelo de Walras, independientemente de las formas particulares de las relaciones funcionales que se adopten.

Esta igualdad demostrada por **Uzawa** (1962) no decía si realmente las funciones de oferta y demanda, arbitrarias, *continuas, homogéneas y que cumplen la ley de Walras*¹, podían ser obtenidas por agregación partiendo de un conjunto de consumidores y de productores que maximizan sus preferencias y sus beneficios. **Sonnenschein**(1973) menciona que la teoría no da restricción alguna en cuanto a la forma funcional de demanda agregada excepto las dos propiedades antes mencionadas, lo demostró para el ciertas funciones.

Mantel (1974) demostró que eso se cumple en casos más generales, la demostración de la equivalencia completa la obtuvo Debreu (1974). Con estos resultados se dió el último paso para que el teorema de *Uzawa* permitiera concluir que el problema matemático de *Kakutani* y el económico de *Walras* son equivalentes desde el punto de vista puramente lógico.

Sin un método de solución, poca esperanza había de aplicaciones prácticas del sistema completo, ya que el interés era, no sólo en la teoría sino en la aplicación del conocimiento económico a la formulación de medidas de política económica. **Negishi** (1960) estableció la equivalencia entre el equilibrio de *Arrow-Debreu* y un problema específico de programación matemática, la programación lineal maximiza la utilidad sujeta a restricciones de producción y de mercado que captura los precios sombra (Multiplicadores de Lagrange), este fue el paso mas importante para la aplicacion.

Herbert Scarf (1962) formuló el primer algoritmo para su solución, el cual consistía en resolver un sistema de ecuaciones no lineales directamente sin hacer aproximaciones lineales por medio de técnicas relacionadas con el resultado de Kakutani, empezó resolviendo el modelo de insumo-producto de **Leontief** (1941) que era considerado como el “Tableau Economique” de Quesnay y el modelo de Walras muy simplificado solo con el uso de álgebra lineal.

El análisis de insumo-producto dió contenido numérico a la teoría económica del equilibrio general y demostró su utilidad práctica en planificación y predicción económica, con lo que nacieron los modelos computables “MEGC”. **Johansen** (1960) formuló un modelo explícito de 20 sectores de la economía noruega, usó derivadas logarítmicas y obtuvo una aproximación lineal de un modelo no lineal, mismo que pudo resolverse por simples inversiones matriciales.

Desde el punto de vista de las aplicaciones prácticas, no interesa realmente determinar una

¹ Para cualquier conjunto de precios el valor total del gasto del consumidor es igual al ingreso de este

solución cercana a la verdadera solución de equilibrio. En general basta con determinar un sistema de precios para los que oferta y demanda sean casi iguales. Éste es el sentido en que se entiende el cómputo de una solución de un sistema de equilibrio general.

Johansen y Scarf dieron origen a dos grandes escuelas que trabajan con modelos de equilibrio general aplicado: La escuela de linealización noruego - australiana, que sigue el camino de Johansen y la escuela norteamericana que parte de sistemas de ecuaciones no lineales. **Shoven y Whalley** (1972, 1984, 1992), **Adelman y Robinson** para Corea, **Taylor** (1980) en Brasil y contribuciones como las del GTAP de **Hertel** (1997) hicieron una explosión en el uso y aplicaciones de este tipo de modelos para economías reales.

Mathiesen (1985) y **Rutherford** (1999) dieron una formulación de complementariedad mixta, cuya ventaja en su uso son las condiciones de holgura complementaria, que son equivalentes a las condiciones de primer orden del problema dual de programación no lineal. Esta formulación puede utilizar algoritmos más eficientes que reducen complejidades del diseño y abren paso a formulaciones inter-temporales, ya que el marco inter-temporal puede ser más adecuado para simular ciertas políticas económicas, aunque esto no es un principio general.

En un modelo dinámico, el análisis se concentra en el crecimiento económico, por medio del cambio continuo de las variables macro económicas como el PIB o la distribución del ingreso, inclusive se puede abordar la variación de tasas de interés que modifican la acumulación de capital y por ende al consumo y al ahorro, requieren la calibración de un mayor número de parámetros y se formulan supuestos sobre variables futuras. Las primeras propuestas fueron hechas por: **Deverajan y Go** (1994) y por **Diao, Yeldan y Robinson** (1998), para economías pequeñas y abiertas.

En el Ecuador, las aplicaciones han sido varias, comenzando por **Fargeix and Sadoulet** (1994) quienes presentan un modelo de equilibrio general financiero, el cual analiza ajustes de política monetaria, crecimiento económico y desarrollo relacionados con shocks macro-económicos externos, así como también diferentes tasas de cambio para ver los efectos entre una baja inflación y altas tasas de interés inducidas por una política monetaria restrictiva.

Páez (1985), Acosta y Pérez (2004) para comercio, Castillo y Ramírez(2004) para comercio y calibrado por máxima entropía, Ramírez y Sánchez (2005) para Refinamiento Laboral e Impacto Regional, pero todos ellos en un marco estático, es decir; para un solo periodo, en

el cual lo importante es el estudio de las variaciones de la estructura de la producción o estudios de variación de la demanda bajo un mismo ambiente económico.

El trabajo de Arrow y Debreu, ha iniciado un enorme flujo de investigaciones sobre modelos cada vez más complejos, cuya característica común es el destacar la inter-dependencia entre las acciones de los distintos agentes de un sistema económico. Hoy en día se analizan: rendimientos de escala, monopolios y oligopolios, agentes cuyo comportamiento ya no puede expresarse por optimización, incertidumbre, pleno empleo de recursos o exceso de capacidad, si las importaciones son complementarias de la producción nacional o sustituciones.

Si el ahorro determina la inversión o la inversión determina el ahorro, estructuras fiscales complejas, bienes públicos, externalidades y racionamiento (control de precios o cuotas), así como imperfecciones en la formación de precios y la actuación explícita del gobierno.

1.1.2. Definición

Los “MEG” son una nueva metodología de investigación macro económica que ha reemplazado a los modelos de Ciclos Reales criticados por centrarse en un solo tipo de shock y por formular un solo tipo de estructura económica. Usan la teoría walrasiana de asignación de recursos en una economía de mercado, resultante de la interacción de la oferta y la demanda que conducen a un equilibrio de precios.

Se basan en que el modelado debería ser tal que se pueda agregar en un “TODO” macro económico las decisiones hechas por agentes económicos cuyo comportamiento es de interés, es decir; un modelo macro económico es un conjunto de problemas micro económicos, ya que captura las relaciones entre las distintas fuerzas existentes en el sistema económico.

Son modelos multi-sectoriales, donde los sectores varían en función de los intereses, de la aplicación y la desagregación existentes en las matrices insumo-producto o matrices de contabilidad social “MCS” y explica todos los pagos realizados en esta. Cuando la agregación de los deseados niveles de consumo de un bien difiere de los niveles de producción pronosticados del mismo bien, la economía no está en equilibrio.

Las piezas fundamentales son sistemas de ecuaciones, n ecuaciones con n incógnitas, que modelan el comportamiento de los agentes relevantes de una economía, ecuaciones gene-

ralmente no lineales, la no linealidad captura el comportamiento de las decisiones de producción y consumo, que no poseen una función objetivo. Se formulan de tal manera que permitan una solución numérica por medio de técnicas computacionales, encontrando así los valores actuales de variables endógenas para valores dados de parámetros exógenos.²

Un número finito de empresas producen bienes de consumo que venden al resto de consumidores (gobierno, hogares, sector exterior). Los consumidores están sujetos a una restricción presupuestaria, resultante de la venta de los servicios de trabajo, de bienes de capital o de rentas, su gasto debe ser menor a su ingreso y ahorran una fracción de este ingreso. Para el gobierno, los impuestos que recauda es igual a los gastos que realiza, incluido subsidios.

Este comportamiento sigue ciertas reglas que son capturadas por coeficientes fijos, donde los agentes demandan u ofertan bienes, servicios y factores de producción como función de sus precios, asumiendo que las fuerzas de mercado conducen a un equilibrio.

Las preferencias que los agentes tienen sobre los bienes son representadas por las funciones de demanda para cada bien, las demandas totales son dadas por la suma de las demandas individuales de los consumidores, las demandas de bienes dependen de los precios, son continuas, no negativas, homogéneas de grado cero³ y satisfacen la Ley de Walras.

Tienen un horizonte de planificación y finalmente enfrentan una incertidumbre que se relaciona a los posibles valores que tomarán las variables que representan a la economía en la que se desenvuelven. La tecnología de producción es descrita por una función de producción con retornos de escala, con las cuales los productores maximizan su beneficio.

Asumen mercados competitivos y completos⁴ en un contexto neoclásico, por lo que se calcula endógenamente los precios que caracterizan al equilibrio, de forma que los beneficios de las firmas son cero. Es decir; la demanda iguala a la oferta para todos los bienes, con las rentas creciendo con los factores, se determina la colocación de recursos y la distribución del

² Las variables endógenas incluyen bienes producidos, precios, volúmenes de comercio y los parámetros exógenos como tecnologías o existencias de factores, tasas de interés, tasa de crecimiento de la economía, tasa de depreciación y la tasa de descuento.

³ La homogeneidad cero de las funciones de demanda y la homogeneidad lineal de beneficio en los precios (Doblo los precios doblo el ingreso) implica que solo los precios relativos tienen importancia, los precios absolutos no tienen impacto en el equilibrio resultante.

⁴ Para cada bien y servicio, existe un precio al cual los servicios y los bienes pueden ser comprados o vendidos

ingreso que resulta de ese equilibrio, lo que implica que en el caso de los retornos constantes a escala ninguna actividad mejora a aquella dada por los precios de equilibrio.

En la construcción del modelo se suponen restricciones adicionales sobre las funciones de utilidad y relaciones de producción, las cuales garantizan la existencia de un equilibrio único, esto es; un único conjunto de precios y cantidades de oferta y demanda que maximicen el bienestar de cada agente; utilidad para los hogares y beneficio para las firmas.

1.2. Características y Clasificación

1.2.1. Características

Un "MEGC" es el resultado conjunto de dos procesos: un teórico y un práctico. Dentro del aspecto teórico la mayoría de teorías se basan en la noción de equilibrio o balance entre oferta y demanda agregada, sin embargo suelen diferir en los procesos de ajuste que llevan a un nuevo equilibrio cuando se producen cambios en las condiciones exógenas o en el grado en que los ciclos económicos se determinan mediante mecanismos endógenos.

Esta teoría debe ser expresada en términos matemáticos, siguiendo ciertas reglas que le den consistencia al modelo que se está formulando, como el número de ecuaciones, la endogeneidad o exogeneidad de las variables así como la elección de reglas de cierre (condiciones necesarias para alcanzar el equilibrio) que reflejen lo más cercanamente nuestra economía.

La formulación de ecuaciones, variables y supuestos quedarán determinadas a través de la especificación del modelo y serán determinantes en los resultados de las simulaciones, la elección de estas dependerá de las preferencias teóricas o del contexto económico existente.

Las características de cada modelo depende de las preguntas que se quieran responder y estas a su vez dependen de la información a usarse y de su estructura, así como también el nivel de agregación de cada uno de los sectores económicos presentes en la Matriz de Contabilidad Social (*MCS*) usada para la estimación de parámetros del modelo.

Por ejemplo: los modelos diseñados para comercio tendrán una (*MCS*) con los sectores productivos mas desagregados, especialmente los agrícolas, mientras que el sector público estará mas agregado y modelarán a una economía abierta, mientras que: si se tratase de

un modelo exclusivo para estudiar asuntos tributarios, el gobierno tendrá un comportamiento explícito y estará más desagregado, y se pueden agregar los sectores de la MCS modelando una economía cerrada si no se abordan los aranceles.

En general, las características fundamentales de los MEGC son:

- La principal característica que distingue a los MEG de otro tipo de modelos es la determinación endógena de los precios, que se deriva de la suposición inicial de equilibrio que integra todos los mercados y todas las dimensiones de la economía.
- Las funciones de demanda se basan en un proceso de maximización de la utilidad por parte de los consumidores.
- Las funciones de oferta se fundamentan en un comportamiento maximizador de beneficios por los productores.
- Son modelos Multi-sectoriales donde los sectores varían en función de los intereses de la aplicación y la desagregación existentes en las matrices insumo-producto.
- Están formulados en términos reales, reflejando la dicotomía neoclásica entre esferas monetaria y real. Por tanto no es posible responder preguntas monetarias.
- Pueden ser estáticos o dinámicos. Las versiones dinámicas se suelen resolver como series de modelos estáticos en forma comparativa.

Debido a la complejidad y costo que implican, se debe hacer énfasis que solo ciertas políticas pueden ser estudiadas, se debe tener en cuenta políticas que tengan efecto sobre toda la economía y no solo sobre ciertos sectores, que sean de gran escala, que mencionen cambios substanciales y que tengan un horizonte de largo plazo.

1.2.2. Clasificación

Hay varias clasificaciones, dependiendo de su naturaleza, estática o dinámica y de su formulación: Problemas de optimización, sistemas de ecuaciones no lineales o problemas de complementariedad mixta, incluso de la teoría usada para construirlos como:⁵

Modelos Neoclásicos (De Corte Walrasiano): Los precios y cantidades varían endógenamente para determinar el conjunto de precios, en un contexto de competencia perfecta que asigna recursos en forma eficiente siguiendo comportamientos optimizadores y

⁵ En la práctica, los límites que hacen la diferencia entre unos y otros son muy borrosos: GENERAL EQUILIBRIUM MODELS: AN OVERVIEW: Chumacero y Schmidt-Hebbel

racionales de los agentes implicados, existe el pleno empleo de recursos y de la capacidad, donde el ahorro determina la inversión.

Modelos Estructuralistas (Post Keynesiano - Kalekianos): Incorporan aspectos estructurales de una economía que impiden que en la práctica ésta no funcione ni pueda modelarse siguiendo criterios neoclásicos. Se da cabida a comportamientos oligopólicos, desempleo de factores productivos, complementariedad de las importaciones, etc. Además el ahorro pasa a estar determinado por la inversión.

A pesar de que la realidad es muy compleja para modelarla, los modelos neoclásicos son mas aceptados, incluso modificando su estructura, aunque sus retractores afirman que es una manera muy ingenua de modelar una economía; otras clasificaciones dependen de la aplicación o del nivel de desagregación de su MCS. La clasificación mas general es:

Modelos de Primera Generación: Usan el supuesto de competencia perfecta en un escenario estático. Estos modelos son los que aplican de forma más ortodoxa los supuestos de la teoría del equilibrio general dentro del marco del modelo Arrow-Debreu.

Modelos de Segunda Generación: Incorporan rendimientos crecientes y competencia imperfecta entre los supuestos que determinan el comportamiento de los productores en un escenario estático. Hacen extensiones del modelo de Arrow-Debreu, básicamente por reflejar no convexidades en la modelización de los productores.

Modelos de Tercera Generación: Incorporan aspectos dinámicos de crecimiento a través de cambios en los stocks de capital. La mayoría son de tipo Ramsey con consumidor de vida infinita, aunque también hay modelos de generaciones solapadas.

Existen otro tipo de modelos en los cuales hay inversión, comercio internacional y gasto público, donde no hay flujos de capital internacional y el nivel de inversión en el modelo refleja las decisiones de ahorro de los hogares. Esto en los modelos estáticos está basado en la propensión al ahorro constante, pero en los modelos dinámicos se basa explícitamente en la maximización de la utilidad inter-temporal.

1.3. Importancia en la Economía

El avance tecnológico no es indiferente a áreas como las ciencias sociales y en especial a la economía, la implementación de ésta tecnología a las computadoras y el desarrollo de software específico para cada aplicación y área, han hecho que el hombre se enfoque en la

elaboración y resolución de modelos económicos más estructurados y complejos que describirán mejor el comportamiento de una economía.

Antes del uso de computadoras, casi todos los estudios económicos se los hacía de una manera cualitativa pero sin poder medir el impacto de una decisión en particular y así corregir alguna deficiencia observada en el mercado. El concepto de equilibrio general se convierte en la herramienta más usada para analizar economías reales y políticas económicas reales, en donde cualquier número de bienes y factores pueden ser incluidos.

La teoría del equilibrio general frecuentemente está enfocada en cosas teóricas, como la existencia de un conjunto de precios de equilibrio o en la existencia misma del equilibrio. A pesar que la teoría es importante, lo más importante es analizar que son esos precios de equilibrio o como están relacionados con la mejora de una economía tal como las preferencias de consumo, tecnologías, en consecuencia la teoría es de poco uso respondiendo preguntas relacionadas a los cambios de políticas y como influyen estas al equilibrio.

La importancia de los "MEGC" radica en que simulan la introducción de un shock o un cambio de una política económica, ya sea una política: Agrícola, Energética, De Cambio de Tecnología, De Investigación y Desarrollo, Comercial, Laboral, Medio Ambiental o Fiscal y sobre todo miden el impacto de esta formulación:

- A lo ancho de la economía modelo (En los otros sectores), para un modelo estático.
- A lo largo de la economía modelo (Inter-temporalidad), es decir su comportamiento a través del tiempo, estabilidad y evolución de la introducción de una política en particular a la economía si es el caso de un modelo dinámico.

El análisis macro-económico que ofrecen es más amplio que otras metodologías y puede ser usada como complemento a otras existentes, permiten interpretar fluctuaciones de la actividad económica usando razonamiento micro económico para identificar las respuestas individuales de los agentes a incentivos económicos que se introducen en el ambiente económico.

Es la herramienta más efectiva para estudiar la naturaleza de las fluctuaciones económicas, ya que en un solo modelo se incluyen los aspectos relevantes de un problema y permiten generar personas artificiales (gobierno, firmas, hogares), quienes hacen las mismas transacciones en el equilibrio de una economía modelo que en la realidad.

El aporte proviene de las soluciones numéricas , ya que se posee una base de información socio-económica como la *MCS* que permite la simulación y análisis de una política, lo que conduce a que el diseño y formulación de políticas públicas se haga con mayor acierto.

1.4. Aplicación a la Economía Ecuatoriana

La convulsionada vida política y el reparto continuo de puestos burocráticos como recompensa al partidismo o al pago de favores electorales, hacen de las instituciones generadoras de políticas públicas entes concentrados en reparar y resolver situaciones cotidianas, quitándoles el rol de planificar y diseñar políticas de largo plazo, sostenibles y coherentes

Éste constante cambio de decisiones, criterios y puntos de vista institucionales, tienen serias implicaciones sobre la vida económica, alterando los flujos económicos de los agentes que intervienen en la economía, arrojando preguntas de carácter inter-temporal acerca del impacto y evolución que tendría la modificación de una política económica sobre el consumo, el ahorro, la producción y la inversión pública o privada; convirtiendo a un “MEGC” en la herramienta ideal para estudiar cuantitativamente modificaciones de política económica.

En este trabajo se aplica un Modelo de Equilibrio General Computable Dinámico, el cual usa la teoría micro-económica y toma en cuenta supuestos teóricos necesarios para modelar nuestra economía, como son: supuestos de agregación sobre los sectores económicos, uso de tecnología, agentes representativos que modelan el comportamiento de las empresas y hogares que interactúan mediante la oferta-demanda de bienes y factores de producción, con funciones de utilidad y producción usuales.

El modelo aquí presentado es una variación del MEEGA⁶ para “Comercio” originalmente realizado por el Banco Central del Ecuador⁷.

- En este modelo, se mantiene al Gobierno como agente exógeno y se añaden a la MCS los sectores: Electricidad, Gasolina y Gas.

El sector Electricidad se obtuvo de la cuenta ENERGÍA ELÉCTRICA, el sector Gasolina se obtuvo de la cuenta PETRÓLEO CRUDO Y GAS NATURAL y el sector Gas se

⁶ Autores: Miguel Acosta macosta@bce.ec y Wilson Pérez wperez@bce.ec

⁷ Figura tomada de la Revista Cuestiones Económicas - Segundo Cuatrimestre 2005 - Vol 21 No 2 pág 17

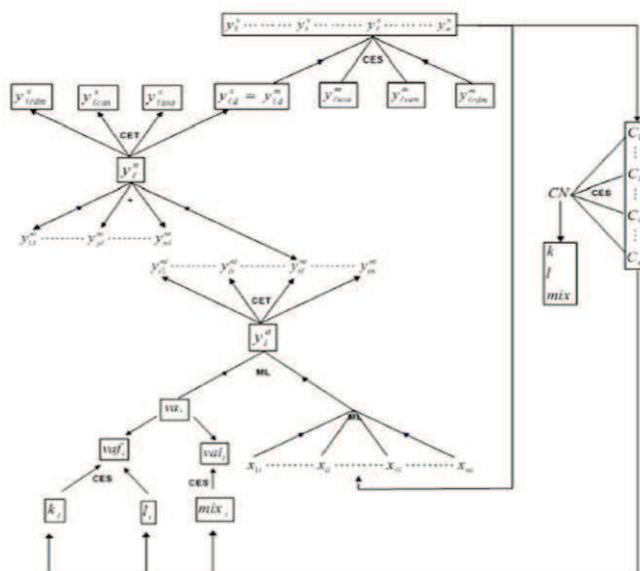


Figura 1.1: Flujo Económico del Modelo Estático para Comercio

obtuvo de la cuenta GAS y AGUA que se encuentra dentro de la cuenta OTROS SERVICIOS, esta información se la añadí como bienes producidos y no como industrias, lo que hace que el sector PETRÓLEO, OTROS MINERALES Y REFINADOS produzca más de un bien característico. Esta modificación sirve para simulaciones de política fiscal mediante una supuesta variación en los precios de dichos bienes ⁸ que son de gran importancia para estudios de subsidios.

- Los hogares, están divididos en quintiles Urbanos y Rurales, que se obtuvieron de las encuestas ENIGHU (Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares Urbanos), y ECV (Encuesta de Condiciones de Vida) realizadas por el INEC.
- Se introduce el impuesto a los consumos especiales “ICE” y el Impuesto a la Renta, que se obtuvieron de una lista de impuestos por industria, el impuesto a la renta se lo cobra a las remuneraciones y al capital (Personas Jurídicas y Personas Naturales), resaltando que los valores usados en la MCS son valores causados y no recaudados.
- Se añade un posible impuesto al patrimonio de las empresas, también se analiza con mas detalle la inversión, que se tomó de las tablas de oferta y utilización del año 2001.
- Se otorga una dinámica sencilla a la deuda externa privada y pública.
- Se adapta una ecuación de equilibrio oferta - demanda del empleo adaptada del mo-

⁸ Según la teoría Walrasiana, los precios se determinan endógenamente, pero se puede realizar el artificio de fijar las variables de interés en el código.

delo MONASH⁹, además de las modificaciones propias de la MCS para este modelo.

- La formulación del modelo como complementariedad mixta, útil para hallar soluciones de esquina (Kuhn - Tucker), y condiciones de holgura complementaria, de mucha importancia en la optimización no lineal si las restricciones son desigualdades, lo que justifica el uso del módulo PATH.
- El código de programación está organizado por agente, lo que facilita la formulación computacional del modelo en complementariedad mixta.
- La introducción de la dinámica y todo el cambio referente al consumo inter-temporal, a la inversión, tasas de interés, de crecimiento y de cambio real para los productores y consumidores así como las reglas de cierre que se explicarán más adelante.
- El cambio de las funciones de desagregación, agregación y producción de retornos no constantes de escala por funciones con retornos constantes de escala.¹⁰
- En la MCS se realizó la desagregación de las sub matrices: **Capital - Bienes Producidos** (Inversión) que se la asume como la formación bruta de capital fijo más la variación de existencias, de las tablas de oferta - utilización del 2001 se tomó a la formación bruta de capital fijo como la Inversión Bruta. **Capital - Resto del Mundo** (Capacidad o Necesidad de Financiamiento) que es el préstamo neto, préstamo de los hogares y endeudamiento del gobierno, **Resto del Mundo - Capital** (Transferencias de Capital con el Resto del Mundo) que toma en cuenta el capital por cobrar, por pagar, adquisiciones entre otras, Es necesario destacar que este modelo usa la matriz de contabilidad social con flujos reales y no flujos financieros.
- En la matriz de contabilidad social utilizada por el BCE existen 27 industrias y 29 bienes, en el presente trabajo los bienes son 15 y 13 industrias que se agregaron de un total de 47 y que las podemos encontrar detalladamente en las tablas de oferta y utilización. Esta agregación se realizó básicamente por motivos de carácter numérico, ya que al darle dinámica al modelo, el número de variables y ecuaciones aumenta considerablemente y el tiempo de compilación se vuelve excesivo.

Por éstos motivos el esquema de la MCS a usarse para un modelo de equilibrio es de mucha importancia, especialmente si se quiere desagregar el sector "GOBIERNO" e incluir gastos corrientes y costos de inversión o si se quiere analizar Gobierno Central

⁹ Dynamic General Equilibrium Modeling For Forecasting And Policy by P.B. Dixon and M.T. Rimmer

¹⁰ El cambio implica que la tecnología se mantiene constante en le tiempo, que es de utilidad para calibrar el modelo y esto no se consigue con funciones con retornos no constantes de escala. Una función a retornos constantes de escala se caracteriza por que la suma de los coeficientes de distribución suman uno.

versus Gobiernos Seccionales, ya que en nuestro país, donde las cuentas económicas institucionales se encuentran en proceso de construcción y que conjuntamente con las tablas de oferta y utilización son insumo básico para la construcción de la MCS.¹¹

Las relaciones entre los agentes existentes no cambian entre el modelo previo y el actual, los agentes PRIVADO, EXTERIOR e INSTITUCIONAL (Hogares y Gobierno) se mantienen. Las modificaciones se deben a la desagregación mencionada anteriormente y que no varían el esquema global de equilibrio, por lo tanto los cambios hechos en la parte estática del modelo se dan a un nivel de índices en las ecuaciones.

En la Figura¹² (1.2) se muestra el esquema de la economía ecuatoriana para la cual se reformuló el código y se adaptó para un modelo dinámico que permita simular la variación de una política económica o de un shock ajeno al normal desenvolvimiento de la economía. Los supuestos usados en nuestra economía modelo son:

- La Economía modelo es una economía abierta y pequeña. Por economía abierta se entiende que la economía del país tiene apertura al mercado extranjero mediante las exportaciones e importaciones y por economía pequeña que la modificación de alguna política comercial no afecta en lo absoluto a los precios extranjeros, ya que precisamente nuestra economía es demasiado pequeña como para poder ejercer un efecto.
- Se considera en nuestra economía, que toda transacción de bienes se la hace bajo competencia perfecta. Las condiciones de competencia perfecta pueden resumirse en:
 1. Muchos consumidores - muchos productores
 2. El producto debe ser homogéneo
 3. Información Perfecta
 4. Libre movilidad de los recursos
 5. Los consumidores son tomadores de precios.
 6. El tamaño de los productores es pequeño con relación al mercado del producto
 7. Costos de Transacción Nulos

Se puede añadir la no intervención del estado.¹³

¹¹ En el ANEXO se detallan cada uno de los sectores y su agregación.

¹² Esquema del Modelo del Modelo Estático Calibrado por Máxima Entropía

¹³ "...En la realidad ningún mercado es de competencia perfecta, pero se puede generalizar por medio de la abstracción, ninguna teoría puede describir completamente los fenómenos de la vida real. Por otra parte, cuando más completa sea la forma en que una teoría describe un caso específico del mundo real, será menos

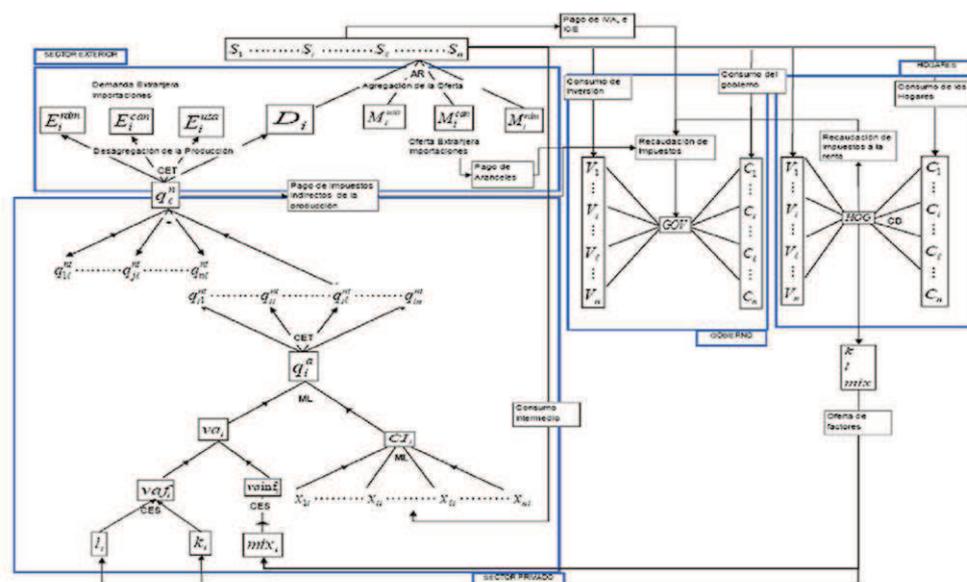


Figura 1.2: Flujos de la Economía Ecuatoriana

- Las variables crecen en una senda de expansión estacionaria, o sea el camino intertemporal en el cual una variable económica crece o decrece exponencialmente con variación relativa constante a través del tiempo. El crecimiento lo rige un valor que puede ser la tasa de crecimiento real del PIB o la tasa de crecimiento poblacional.

En este modelo, la tasa de crecimiento que se usa, es el promedio de las tasas de crecimiento reales del PIB desde el año 2000 hasta el año 2005 que tiene un valor de $g = 0,046$, junto con una tasa de interés internacional “ $rex=0.045$ ”, estos son los valores iniciales que afectan al crecimiento de cada una de las variables del modelo.

$$g = 0,046$$

$$x_t = (1 + g)x_{t-1}$$

$$rex = 0,045$$

- Para hacer los análisis de los distintos shocks, es recomendable hacer la suposición inicial de que la matriz de contabilidad social con base en el 2001 es del año 2007.

precisa su descripción de todos los demás casos.

En cualquier campo del pensamiento, un teórico no siempre escoge sus supuestos sobre la base del realismo de los mismos; son sus conclusiones, y no sus supuestos, las que compara con la realidad y que en términos generales, las conclusiones derivadas del modelo de la competencia perfecta han permitido explicar y predecir con cierta certeza los fenómenos del mundo real. . . Ver: Elementos de Economía por Bouille - Pistonesi

Capítulo 2

TEORÍA ECONÓMICA

2.1. Microeconomía

2.1.1. Estudio de la Demanda

Utilidad del Consumidor

Los modelos que explican la conducta del consumidor asumen que el agente tiene una noción del ingreso que recibirá en un período, así como de los bienes y servicios que comprará, y escoge entre las alternativas de consumo posibles, tal que la satisfacción obtenida de los bienes elegidos sea la mejor; es decir, se valora los bienes con una función de utilidad.

Walras creía medible a la utilidad, al igual que es medible el peso de los objetos, por lo que asumía que cada consumidor poseía una medida cardinal de la utilidad, y era capaz de asignar a cada bien o combinación de ellos, un número representando la cantidad de utilidad ligada a él, teoría muy objetada por una serie de contradicciones, lo que originó al análisis ordinal de la utilidad que desembocó en el modelo de las curvas de indiferencia.

El desarrollo de la teoría de las curvas de indiferencia consolidó el análisis ordinal y ofrece un medio para describir geométricamente la noción de utilidad ordinal, con lo que es posible derivar un modelo de demanda basado en supuestos que son mucho menos rígidos que los que sirven de fundamento al modelo de demanda basado en la utilidad cardinal.

Este enfoque se limita a que: dado el conjunto de bienes, el consumidor es capaz de decidir si prefiere uno de ellos o si le son indiferentes, es decir; puede definirse una función de utilidad.

$$U_i = U_i(x_{i1}, \dots, x_{im})$$

Donde:

- U_i Función creciente de utilidad del consumidor "i", que depende de las cantidades x_{ij} de cada uno de los "m" bienes de consumo que se producen en la economía.

- x_{ij} Cantidad del bien “j” que consume la unidad “i”.

En el caso básico de dos bienes, la función de utilidad es: $U_i = U_i(x_i, y_i)$, donde U_i se mide en forma ordinal, es decir; (x, y) puede categorizarse de acuerdo con el grado de satisfacción que generan en el consumidor. Dado que U_i es continua, la igualdad anterior se cumple para un número infinito de combinaciones (x, y) (Figura 2.2).

Una curva de indiferencia es el lugar geométrico de puntos que son la representación de combinaciones de bienes (x, y) tales que cualquiera de ellas le es indiferente al consumidor, es decir; indica un nivel de utilidad $U_i^0 = U(x_i, y_i) = C$, C constante.

Un mapa de indiferencia es un conjunto de curvas de indiferencia, cada una de las cuales corresponde a un nivel de satisfacción distinto. En este caso, en lugar de construir una función de utilidad para cada uno de los bienes, se hace una superficie de utilidad, en la que el nivel de utilidad depende simultáneamente de las cantidades consumidas de todos los bienes.

A continuación se construye una superficie de utilidad tridimensional $OXYZ$ (Figura 2,1) que representa la utilidad que se obtiene del consumo de diferentes combinaciones de (x, y) .

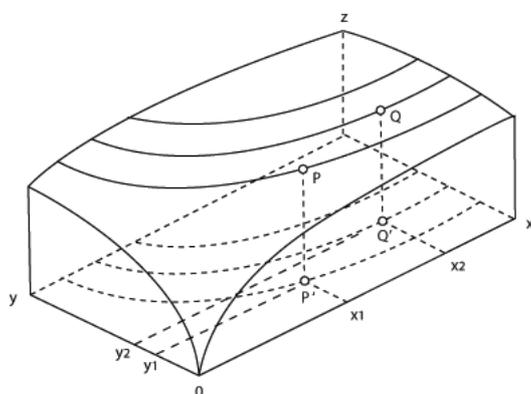


Figura 2.1: Superficie de Indiferencia

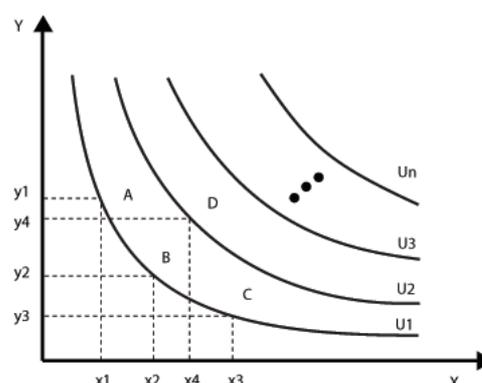


Figura 2.2: Curvas de Indiferencia

Si en un lapso dado se consumen OX_1 y OY_1 unidades de (x, y) , la utilidad total será PP' . Si el consumo de x aumenta y el consumo de y permanece constante, el nivel de utilidad será mayor. La característica fundamental del análisis es que puede sustituirse un bien por otro en el consumo, de tal forma que el nivel de utilidad total permanezca constante.

Estos niveles de constancia en la utilidad global con diferentes combinaciones de bienes, generan en la superficie de utilidad planos paralelos al plano xy , estos cortes generan líneas

proyectadas sobre el mismo plano que son las curvas de indiferencia, es decir; conjuntos de puntos - combinaciones particulares de bienes - cada una de los cuales produce el mismo nivel de utilidad total, por lo que el consumidor es indiferente entre ellos.

El consumidor prefiere la combinación de (x,y) indicada por D , antes que los puntos A , B y C de U_1 , pero es indiferente entre estos últimos, aunque la utilidad sobre la curva de indiferencia U_2 es mayor que la U_1 no se asigna a ninguna de las curvas medida alguna de utilidad cardinal. Las curvas de indiferencia poseen propiedades que las caracterizan como:

- Una combinación de bienes ubicados sobre una curva de indiferencia que se encuentra por encima y a la derecha de otra representa una combinación preferida de bienes.
- Las curvas de indiferencia tienen pendiente negativa.
- Las curvas de indiferencia nunca pueden intersectarse.
- Las curvas de indiferencia son convexas hacia el origen.
- Alguna curva de indiferencia pasa por cada uno de los puntos del espacio de bienes.

2.1.2. Optimización del Consumidor o Maximización de la Utilidad

Si el consumidor desea adquirir la combinación (x,y) cuyo nivel de satisfacción sea el más alto, se obtiene un problema de maximización, pero su ingreso es limitado y no puede adquirir una cantidad ilimitada de productos, entonces la restricción presupuestaria es:

$$Y = xP_x + yP_y \quad (2.1)$$

Donde:

- Y Es el ingreso del individuo.
- x Es la cantidad consumida del bien x .
- y Es la cantidad consumida del bien y .
- P_x Es el precio del bien x .
- P_y Es el precio del bien y .

El problema del consumidor consiste en elegir la combinación (x,y) que logre el más alto grado de satisfacción sin violar su presupuesto. Los factores que influyen en el consumidor son el precio de ambos bienes y su ingreso.

Con precios e ingreso constantes, la línea AB de la Figura (2,3) representa todas las combinaciones posibles de bienes que el consumidor puede obtener con su ingreso, la cual es la representación gráfica de la ecuación (2,1), cuando Y es constante.

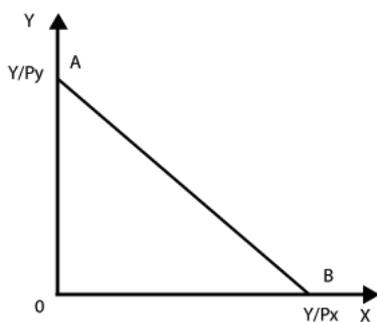


Figura 2.3: Restricción Presupuestaria

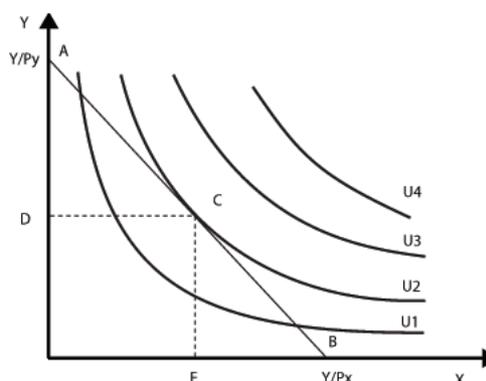


Figura 2.4: Restricción Presupuestaria

Su pendiente depende del precio de los bienes, fácilmente deducible x ó y de la ecuación (2.1), así se obtiene: $y = \frac{Y}{P_y} - x \frac{P_x}{P_y}$ que indica que el eje de las y es intersectado en $\frac{Y}{P_y}$ y que la pendiente de la línea es $-\frac{P_x}{P_y}$. Si colocamos la ecuación en función de y , tendríamos la intersección sobre el eje x , sin variar la pendiente.

La solución al problema de la maximización se logra superponiendo las curvas de indiferencia sobre la recta presupuestaria (Figura 2.4). El consumidor querrá situarse en la curva de indiferencia más elevada que pudiera alcanzar con su presupuesto AB que es tangente a la curva de indiferencia U_2 (Punto C) que es el punto de máxima satisfacción.

Matemáticamente, el problema anterior se expresa de la siguiente manera:

$$\begin{cases} \text{máx } U(x,y) \\ \text{Sujeto a:} \\ Y = xP_x + yP_y \\ x \geq 0, \quad y \geq 0, \end{cases}$$

Para la maximización de la función $U = U(x,y)$ se usa el método de Multiplicadores de Lagrange, para lo cual se construye el Lagrangeano \mathcal{L} :

$$\mathcal{L} = U(x,y) + \lambda * (Y - xP_x - yP_y)$$

Obtener el máximo de \mathcal{L} es equivalente a obtener el máximo de $U(x,y)$ sujeta a la condición (2,1). Además $U(x,y)$ solo es idénticamente igual a \mathcal{L} , para aquellos valores de las variables que satisfacen dicha restricción.

Se asume que la función U es estrictamente cóncava y que el conjunto de soluciones factibles es convexo; por lo tanto, sólo necesitamos examinar condiciones de primer orden que

exigen que las primeras derivadas parciales de \mathcal{L} se anulen para máximos y mínimos. Como se aprecia, es un sistema de tres ecuaciones con tres incógnitas: x , y , λ .

$$\begin{aligned}\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial x} &= \frac{\partial U(x,y)}{\partial x} - \lambda P_x = 0 \\ \frac{\partial \mathcal{L}}{\partial y} &= \frac{\partial U(x,y)}{\partial y} - \lambda P_y = 0 \\ \frac{\partial \mathcal{L}}{\partial \lambda} &= Y - xP_x - yP_y = 0\end{aligned}\tag{2.2}$$

De (2,2) se deduce la condición de primer orden

$$\lambda = \frac{\frac{\partial U(x,y)}{\partial x}}{P_x} = \frac{\frac{\partial U(x,y)}{\partial y}}{P_y} \Rightarrow \frac{\frac{\partial U(x,y)}{\partial x}}{\frac{\partial U(x,y)}{\partial y}} = \frac{P_x}{P_y}; \text{ Es Decir: } \frac{U_{mgx}}{U_{mgy}} = \frac{P_x}{P_y}$$

El cociente de las utilidades marginales indica la pendiente de la curva de indiferencia mientras que el cociente de los precios es la pendiente de la recta de presupuesto. Lambda, $\lambda = \frac{dU}{dY}$ mide la variación de la utilidad debida a una variación en el ingreso.

Las condiciones de segundo orden dan criterios de puntos máximos o mínimos locales, dependiendo si la Matriz Hessiana es definida positiva o negativa.

$$H = \begin{pmatrix} \frac{\partial^2 U(x,y)}{\partial x^2} & \frac{\partial^2 U(x,y)}{\partial x \partial y} & -P_x \\ \frac{\partial^2 U(x,y)}{\partial x \partial y} & \frac{\partial^2 U(x,y)}{\partial y^2} & -P_y \\ -P_x & -P_y & 0 \end{pmatrix} \geq 0; \text{ Si: } x^T H x \geq 0 \text{ ó } x^T H x < 0 \quad \forall x \in \mathbb{R}^2$$

Ya que el ingreso del consumidor y los precios de los productos son conocidos, se pueden determinar las cantidades de cada producto requeridas, es decir; la solución (x^*, y^*) que está en términos de los parámetros P_x , P_y e Y son las funciones de demanda, con una función de utilidad explícita y junto con el análisis de las curvas de indiferencia se deduce la curva de demanda por bien.

La Demanda y Función de Demanda

La deducción de la curva de demanda admite un análisis gráfico, para lo cual se asume variaciones del precio de la canasta (x, y) . Dados P_{x_3} y P_{y_3} iniciales, el consumidor está en equilibrio y consume x_3 e y_3 (Figura 2.5). Ahora, el problema es establecer las cantidades de x que se comprarán cuando varíe P_x , estando en equilibrio en cada uno de esos precios.

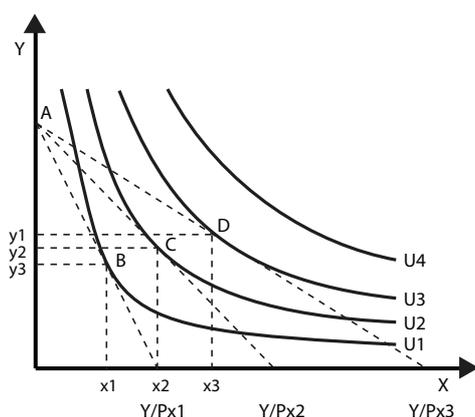


Figura 2.5: Restricción Presupuestaria

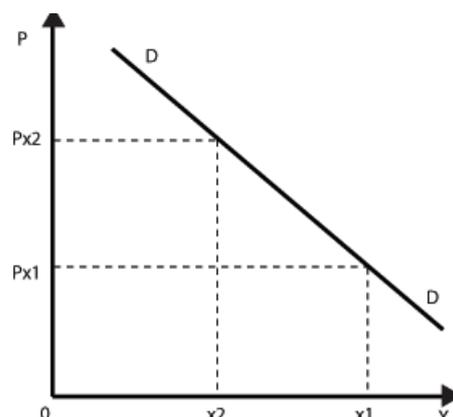


Figura 2.6: Curva de Demanda

Si el precio de bien x se eleva de P_{x1} a P_{x2} y si el nivel de consumo se mantiene, $\frac{\partial U(x,y)}{\partial x}$ permanece invariable, pero $(\frac{U_{mgx1}}{P_{x2}})$ habrá disminuido. Si al precio P_{x2} se continúa consumiendo la cantidad x_1 , se gastará una parte mayor de su ingreso en el bien x , dejando menos ingreso para gastar en y .

Como el ingreso Y y el precio P_y permanecen constantes, necesariamente se comprará menos de y . La disminución del número de unidades consumidas de y hace que $\frac{\partial U(x,y)}{\partial y}$ se incremente, incrementando $(\frac{U_{mgy}}{P_y})$, violándose la condición de máxima utilidad.

$$\frac{U_{mgx}}{P_x} < \frac{U_{mgy}}{P_y}$$

Por lo tanto, se transferirá gasto del bien x al bien y hasta hallar su nuevo punto de equilibrio. Cada uno de estos puntos de equilibrio determina la cantidad demandada de cada bien determinando sus curvas de demandas, que generalmente, serán decrecientes (Figura 2.6).

De lo anterior se deducen dos propiedades importantes

1. La demanda de cualquier producto es función unívoca de los precios y el ingreso.
2. Las funciones de demanda son homogéneas de grado cero en precios e ingreso, es decir: si todos los precios y el ingreso varían en igual valor, las cantidades demandadas permanecen invariables.

La primera propiedad proviene de la convexidad de las curvas de indiferencia: a una serie dada de precios y rentas corresponde un solo máximo y por lo tanto una sola canasta (x, y) .

En la segunda propiedad, se asume que los precios e ingreso varían en una valor K , es decir; $K * Y = x(K * P_x) + y(K * P_y)$, la cual no afecta al óptimo (ver sistema 2.2). Esto significa que

en términos de ingreso real, el consumidor no se comportará como si fuese más rico (o más pobre), estos cambios no alteran su conducta.

La demanda individual de un bien se define a través de: el precio del bien, el ingreso del consumidor, el precio de los demás bienes, de la cantidad comprada así como de los gustos y preferencias del consumidor. La ecuación de demanda de un bien llamado "x", puede escribirse entonces como: $X = f(P_x)$. Matemáticamente:

$$q_i = f_i(pq_1, pq_2, pq_3 \dots pq_m, Y, G)$$

Donde:

- q_i : cantidad demandada del bien.
- pq_1 : precio del bien q_1 .
- pq_i : precio de todos los demás bienes, $i = 2 \dots m$.
- Y : nivel de ingreso.
- G : gustos y preferencias del consumidor.

Un movimiento a lo largo de la curva de demanda consiste en un cambio en la cantidad comprada como resultado de un cambio en el precio del bien. Si cambia alguno de los otros factores condicionantes, la curva cambiará, así un aumento en los ingresos de los consumidores llevará la curva, desde DD hasta D_1D_1 (Figura 2.7).

Con ingresos mayores los consumidores desearán aumentar sus compras a cada precio (bienes normales). El efecto de cambio en los precios de bienes relacionados sobre la demanda del bien x depende de la naturaleza de la relación que los ligue, lo cual se estudia usando el concepto de elasticidades.

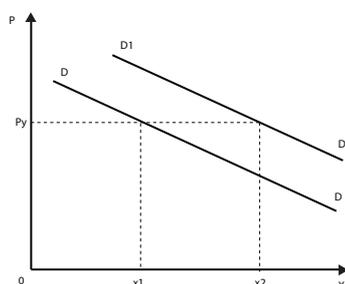


Figura 2.7: Curva de Demanda

La curva de demanda de mercado se compone de las curvas de demandas individuales. La misma se define como la suma horizontal de las curvas de demanda individuales. Para el caso de sólo dos consumidores se tiene:

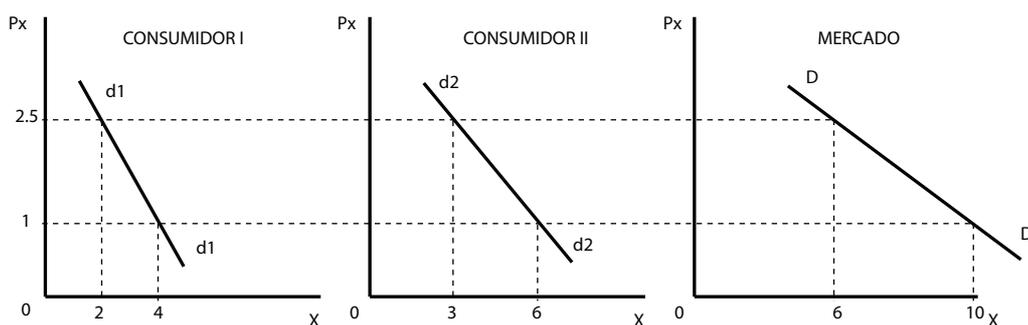


Figura 2.8: Demanda de Mercado

La reacción del consumidor ante cambios de los precios e ingreso se analiza a través del concepto de elasticidad.

- La *elasticidad precio* mide el cambio porcentual que se produce en la cantidad demandada ante un cambio porcentual unitario del precio del bien.
- La *elasticidad ingreso* mide la misma reacción pero ante cambios en el ingreso del consumidor.
- La *elasticidad cruzada* mide los cambios en la cantidad demandada de un bien ante cambios en los precios de otros bienes.

2.1.3. Estudio de la Oferta

La producción se define usualmente como “la creación de utilidad”, entendiéndose como la capacidad de un bien o servicio para satisfacer una necesidad humana, una definición demasiado amplia, aunque, establece sin lugar a dudas que la producción abarca una amplia gama de actividades y no solo la fabricación de bienes materiales.

Si bien la producción se refiere a la creación de cualquier bien o servicio que la gente puede adquirir, su concepto es más claro si se habla solo de “bienes”, en este caso es más fácil precisar los insumos e identificar la cantidad y calidad de la producción.

El análisis de la empresa es similar al análisis del consumidor, este adquiere artículos con los que produce satisfacción dada una función de utilidad, mientras que la empresa adquiere insumos con los que produce artículos dada una función de producción. La ecuación de ingreso del consumidor es función lineal de las cantidades de artículos que compra y la ecuación de costo de la empresa es una función lineal de las cantidades de insumos que adquiere.

La función de utilidad es subjetiva, la utilidad no tiene una medición cardinal concreta, mientras que la función de producción es objetiva y el producto de la empresa es medible. El consumidor racional maximiza su utilidad con un ingreso dado, lo análogo del empresario es maximizar su producto con un costo dado (fijo o variable), deseando maximizar su beneficio.

La Función de Producción

El término “función de producción” se refiere a la relación física entre los recursos de una firma y su producción (bienes o servicios) por período sin considerar los precios. La producción de bienes se representa por Q_i y los insumos por v_i :

$$Q_i = f_i(v_1, \dots, v_n)$$

La producción de una firma depende de la cantidad de insumos que utilice y modifica la misma al variar la cantidad usada, además, estas pueden combinarse en proporciones variables para producir un bien. La producción puede incrementarse hasta un nivel máximo incrementando la cantidad de uno de los recursos mientras las cantidades de los otros se mantienen.

La función de producción establece el máximo producto obtenible de cada posible combinación de insumos, la mejor utilización de cada combinación de insumos no es un problema económico si no técnico y la selección de la mejor combinación de insumos para la producción de un nivel de producto depende de los precios y es objeto del análisis económico.

Curvas de productividad

Para dos insumos v y w , la productividad de v en Q se define como la cantidad de Q que puede obtenerse del insumo v , manteniendo fijo w , o sea $Q = f(v, w_0)$. Cada curva relaciona Q y v al variar w_0 originando las curvas de productividad total (Figura 2.9). Un aumento de w_0 reducirá la cantidad de v necesaria para producir cada nivel de producto

La productividad media (**PM**) del insumo v es su productividad total sobre su cantidad.

$$PM = \frac{Q}{v} = \frac{f(v, w_0)}{v}$$

La productividad marginal (**Pmg**) del insumo v , es la relación entre las variaciones de su productividad total y las variaciones en su cantidad.

$$Pmgv = \frac{\partial Q}{\partial v} = f'(v)$$

En la (Figura 2.10) se representan las curvas de PM y Pmg correspondiente a una de las curvas de productividad total. La curva de Pmg alcanza un máximo a un nivel de insumo inferior al que determina el máximo de la curva PM y corta a PM en su punto máximo.

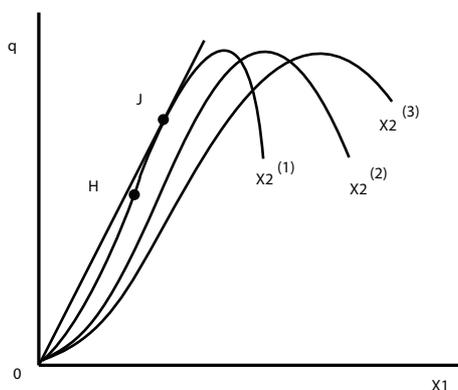


Figura 2.9: Productividad Total

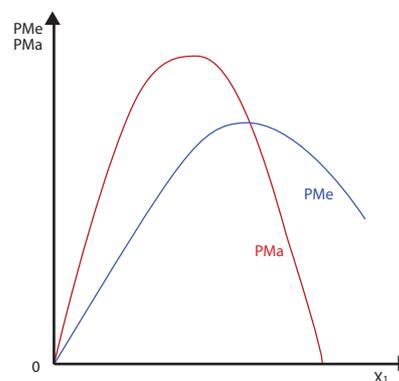


Figura 2.10: PM y Pmg

Si PM está en un extremo se tiene:

$$\frac{d}{dv}(PM) = 0 = \frac{d}{dv} \left(\frac{Q(v)}{v} \right) = \frac{\frac{\partial Q}{\partial v} \cdot v - Q}{v^2} \Leftrightarrow \frac{\partial Q}{\partial v} v - Q = 0 \Leftrightarrow \frac{\partial Q}{\partial v} = \frac{Q}{v}$$

Lo cual determina, que en el punto donde la PM se hace máxima iguala a la Pmg , punto para el que la pendiente de su tangente es igual a cero.

El nivel de insumo para el que la Pmg alcanza un máximo, es el mismo que el del punto de inflexión de la curva correspondiente de productividad total (punto H de la curva $x_2^{(1)}$ figura 2.9). El nivel de insumo en que la curva PM alcanza un máximo, es el mismo nivel de insumo para el que la pendiente del vector que va desde el origen hasta la curva de productividad total, alcanza un máximo (punto J de la curva $x_2^{(1)}$ figura 2.9).

Isocuantas

Una isocuanta es en la teoría de la producción, lo que la curva de indiferencia ¹ representa para el consumidor, es el lugar geométrico de todas las combinaciones de factores (v, w) que proporcionan un nivel de producto específico, para un nivel dado de producto se tiene que la función de producción será: $Q_0 = f(v, w)$.

¹ Matemáticamente las curvas de indiferencia son hipérbolas, no se cortan entre sí, convexas al origen, pendiente negativa y cuanto más se alejen del origen, mayor será el nivel de producto que representan

La pendiente de la tangente a una isocuanta, es la relación a la que debe cambiarse v por w para mantener constante el nivel de producto denominada **Razón Marginal de Sustitución Técnica** (RMTS), un concepto análogo al de tasa marginal de sustitución del consumidor.

Las cantidades óptimas de uso de insumos se obtienen con el análisis de la productividad media y marginal de cada uno de los insumos y con este análisis, se obtiene interpretaciones adecuadas de los niveles de producción que deberían tenerse.

Por Ejemplo: La productividad marginal del insumo v es negativa $Pmgv < 0$, cuando se utilizan grandes cantidades de ese insumo; la definición de función de producción antes definida, no excluye este caso, que puede darse cuando la productividad marginal del otro insumo w es positiva $Pmgw > 0$, lo que produce que se tenga una $RMTS < 0$.

El diferencial total de la función de producción es: $dQ = \frac{Qdv}{v} + \frac{Qdw}{w}$, donde $\partial Q/\partial v$ y $\partial Q/\partial w$ son las productividades marginales de v y w . Como $dQ = 0$ para movimientos a lo largo de una isocuanta $(Pmgv)dv + (Pmgw)dw = 0$, entonces $RMTS = \frac{dv}{dw} = -\frac{Pmgw}{Pmgv}$

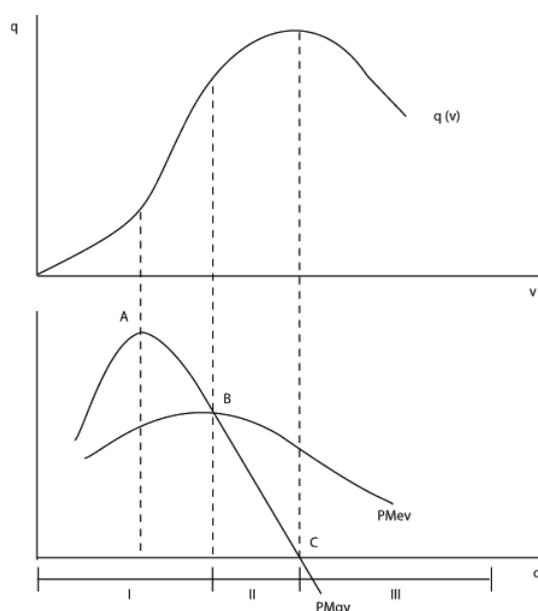


Figura 2.11: Producción, PME y Pmg

En el punto A se obtiene la máxima productividad marginal del insumo v , en el punto B, la producción media de v es igual a la producción marginal de v y en el punto C el producto marginal de v es cero. El empresario racional nunca utilizará un factor de producción tal que su productividad marginal sea negativa $Pmgv < 0$

Las isocuantas miden las diferentes escalas de producción, es decir los diferentes niveles de producto ante incrementos en todos los insumos de la producción. La forma en como se desplazan las isocuantas ante variaciones en la combinación de insumos se define como los rendimientos a escala pudiendo ser los mismos constantes, crecientes o decrecientes.

Los mapas de isocuantas que aparecen en la siguiente figura muestran: rendimientos constantes a escala, rendimientos crecientes a escala y rendimientos decrecientes a escala, respectivamente, para dos factores de producción: Trabajo (L) y Capital (K).

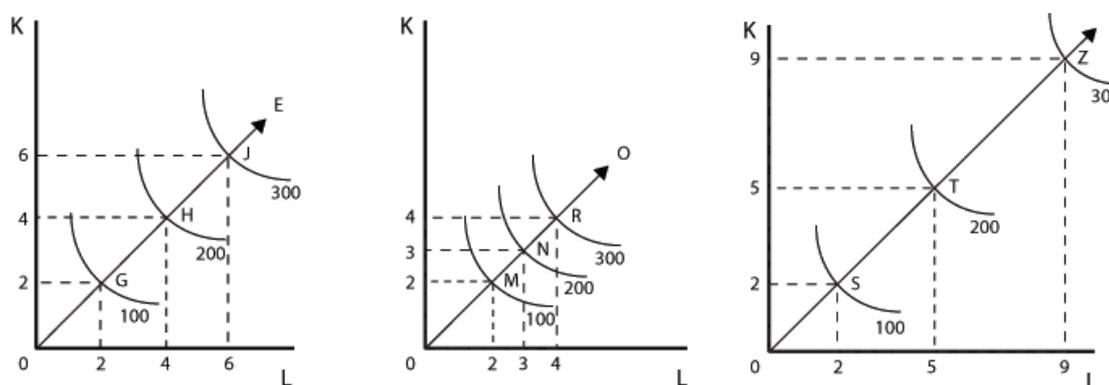


Figura 2.12: R. Constantes Figura 2.13: R. Crecientes Figura 2.14: R. Decrecientes

En la figura (a) se muestra rendimientos constantes, si se duplica ambos insumos (ambos ejes) se duplica el producto. Así $OG = GH = HJ$. El producto se amplía a lo largo del rayo OE y lo cortan a distancias iguales y la razón K/L permanece sin cambio, mientras permanezcan sin cambio los precios relativos de los factores.

La figura (b) es el caso de rendimientos crecientes a escala, donde un aumento de ambos insumos en una proporción dada causa un aumento más que proporcional del producto. Entonces $OM > MN > NR$, si los precios relativos de los factores permanecen sin cambio, el producto aumenta a lo largo del rayo OD . Las isocuantas cortan al rayo OD en segmentos cada vez mas pequeños.

Esto puede ocurrir porque al agrandar la escala de operaciones, se hace posible una mayor división y especialización del trabajo, ya que cada trabajador puede especializarse en una tarea simple y repetitiva, en lugar de realizar muchas tareas diferentes, aumentando así la productividad del trabajo. Además, en gran escala puede usarse maquinaria especializada más productiva, que no podía emplearse cuando se trabajaba en menor escala.

La figura (c) muestra rendimientos decrecientes a escala. Aquí para duplicar el producto por unidad de tiempo la compañía tiene que aumentar a más del doble la cantidad de ambos insumos por unidad de tiempo, de manera que $OS < ST < TZ$, es decir se necesita cada vez mas producto para mantener el nivel de producción, por lo que las isocuantas cortaran al radio OZ a distancias cada vez mayores.

Esto puede ocurrir porque al ampliar la escala de operaciones se presentan problemas de comunicaciones que hacen más difícil para el empresario manejar su negocio con eficiencia. Generalmente se cree que cuando la operación es muy pequeña, la compañía tiene rendimientos crecientes escala, pero a medida que la escala de operación crece, se presentan primero rendimientos constantes y finalmente rendimientos decrecientes a escala.

Isocostos

Si se compra los insumos v y w a precios unitarios constantes r_v y r_w respectivamente, el costo total de producción es: $C = r_v * v + r_w * w$. El lugar geométrico de las combinaciones de insumos que pueden comprarse a un costo total C_0 , se denomina línea de isocosto $C_0 = r_v * v + r_w * w$.

La pendiente de la línea de isocosto es igual a la razón de los precios de los insumos con signo negativo. Si mayor es el gasto total de una línea isocosto, mayores son los segmentos limitados por las intersecciones sobre los ejes v y w , por lo tanto, más alejada se encuentra del origen: $CT_3 > CT_2 > CT_1$.

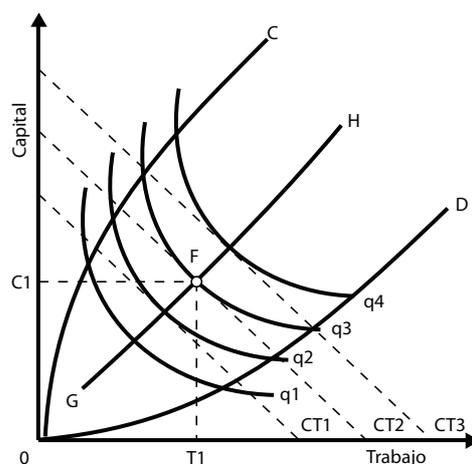


Figura 2.15: Isocostos

La óptima combinación de insumos viene dada por el punto de tangencia entre una isocuanta y la línea de isocosto pertinente. Si C_1 es el nivel predeterminado de costo (figura 2.13) el producto máximo será q_3 . Estos puntos de tangencia determinan la senda de expansión.

El Corto y el Largo Plazo

La forma en que cambian los costos cuando varía la producción por período diferirá según el período considerado. El análisis de corto y largo plazo tiene mucho más que ver con la teoría de la producción que con los costos en sí. Al analizar el proceso de producción física y los costos de producción se clasifican los insumos en fijos y variables.

El concepto de corto plazo está ligado a un período tan corto para que no se modifiquen las cantidades como la tierra, los edificios, etc., siendo estos factores fijos en el corto plazo. Sin embargo el corto plazo es lo suficientemente largo para permitir variaciones de otros factores como trabajo, materias primas, etc. que son los factores variables.

En el corto plazo, algunos factores se mantienen fijos mientras otros varían, en el largo plazo, por el contrario todos los factores son variables. La distinción en el corto plazo de los factores fijos y variables permite clasificar sus costos en: costos fijos y variables.

Curvas de Costo de Corto Plazo

El costo es función explícita del nivel de producto y del costo de los insumos fijos y expresa el costo mínimo para producir cada producto. El costo de los insumos fijos es el costo fijo y hay que pagarlo independientemente de cuanto se produzca o aún cuando no produzca.

$$C(Q) = k + f(Q) \quad (2.3)$$

De la ecuación (2.3) se deducen funciones de costo que también dependen del nivel de producto llamadas costos unitarios de corto plazo y son: costo fijo medio, costo variable medio, costo medio y la curva de costo marginal.

$$\begin{aligned} \frac{CT(Q)}{Q} &= \frac{k}{Q} + \frac{f(Q)}{Q} \\ CTM &= CFM + CVM \end{aligned}$$

El costo medio total por unidad de producción (CTM) se obtiene por la suma del costo fijo medio (CFM) y el costo variable medio (CVM) y el costo medio marginal (CMg) se define

como el cambio en el costo total resultante de un cambio unitario en la producción o también como el cambio en el costo variable total resultante de un cambio unitario en la producción.

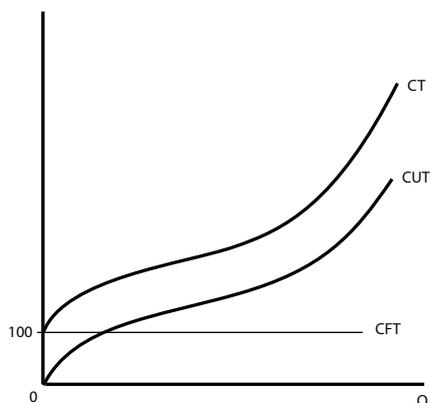


Figura 2.16: Costos Totales

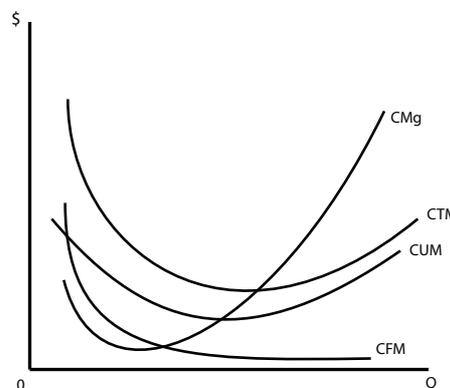


Figura 2.17: Costos Medios

Relaciones del Costo Marginal con el Costo Medio

En la Figura (2.17) se observa la relación entre la curva de costo marginal y la curva de costo medio, cuando el costo medio es decreciente, el costo marginal es menor que el costo medio, cuando el costo medio aumenta el costo marginal es mayor que el costo medio. A partir de la función de costo total $CT(Q) = k + f(Q)$.

La función de costo marginal es:

$$CMg = \frac{d}{dQ}(CT) = f'(Q)$$

Y la derivada del costo medio es: $\frac{d}{dQ}\left(\frac{CT(Q)}{Q}\right)$

$$\left(\frac{Q \frac{d}{dQ}(CT) - CT}{Q^2}\right) = 0 \Leftrightarrow Q \frac{d}{dQ}(CT) - CT = 0 \Leftrightarrow \frac{d}{dQ}(CT) = \frac{CT}{Q} \Leftrightarrow CMg = CTM$$

La producción con el costo medio mínimo es la producción más eficiente para una escala dada de la planta. En estas condiciones, el valor de los insumos en factores por unidad de producción es menor. Esta producción se llama la producción óptima de una escala.

Cualquiera sea la escala de la fábrica de la empresa, la producción de costo medio mínimo es la producción óptima para ese tamaño de la fábrica. La producción óptima para una escala dada de fábrica no es necesariamente la producción mediante la cual la empresa obtiene los mayores beneficios, ya que dependen tanto de los ingresos como de los costos.

Curvas de Costo a Largo Plazo

A largo plazo, la firma puede construir el tamaño deseado de planta. Todos los factores son variables, por lo tanto no habrá curva de costo fijo medio. Es necesario referirse a las curvas como: costo medio a largo plazo, costo total a largo plazo y costo marginal a largo plazo.

Si los insumos fijos se representan por k , e indican el tamaño de la empresa, se puede variar k y escoger una empresa de dimensión óptima. Las curvas de costo de largo plazo dependen de k , siendo el número de curvas alternativas igual a los diversos valores que puede tomar k . Una vez elegido k se presentan los problemas convencionales de optimización de corto plazo.

Supongamos que k es continuamente variable y es explícita en la función de producción, la ecuación de costo y la función de la trayectoria de expansión son:

$$\begin{aligned} Q &= f(x, y, k) \\ C &= rx(x) + ry(y) + \psi(k) \\ G &= g(x, y, k) \end{aligned}$$

Donde g indica la trayectoria de expansión. El costo fijo $\psi(k)$ es una función creciente de k al igual que las isocuantas e isocostos y la trayectoria de expansión. Las ecuaciones anteriores pueden reducirse expresando el costo total en función del nivel de proyecto y de k .

$$C = v(qk) + \psi(k)$$

Para cada nivel dado de producto el empresario calcula el costo total de cada posible tamaño de empresa y escoge aquel en el que el costo es mínimo. La figura (2.16) contiene las curvas de costo total correspondiente a tres tamaños diferentes de empresa.

El empresario puede producir OK en cualquiera de los tres tamaños. Su costo total sería RS para el tamaño $k^{(1)}$, RT para $k^{(2)}$ y RU para $k^{(3)}$. El tamaño $k^{(1)}$ da el mínimo costo de producción para el producto OK , por lo que S está en la curva de costo total de largo plazo. Este proceso se repite para cada nivel de producto y la curva de costo total de largo plazo se define como el lugar geométrico de los puntos de costo mínimo.

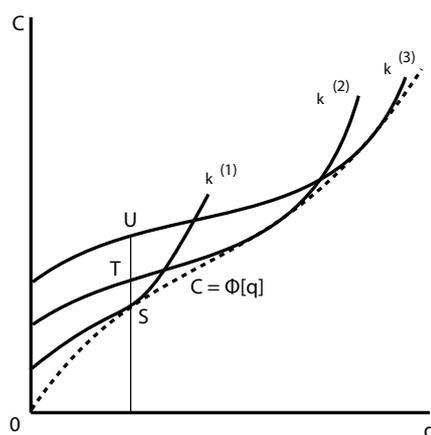


Figura 2.18: Isocostos

La curva de costo total a largo plazo es la envolvente de las curvas de corto plazo. Dado que k es continuamente variable, la curva de costo a largo plazo tiene un punto en común y solo uno con cada una de las curvas de costo de corto plazo y puede definirse en función de q , con las mismas características que las curvas de corto plazo $CLP = F(Q)$.

2.1.4. Optimización del Productor

Maximización Condicionada del Producto

El empresario quiere obtener el mayor producto posible con un costo dado, con lo que se obtiene un problema de optimización muy similar al de Maximización de la Utilidad del Consumidor, es decir: se debe maximizar la función:

$$V = f(v, w) + \mu * (C_0 - r_v * v - r_w * w)$$

Con condiciones de primer orden (CPO):

$$\begin{aligned} \frac{\partial V}{\partial v} &= \frac{\partial f(v, w)}{\partial v} - \mu * (r_v) = 0 \\ \frac{\partial V}{\partial w} &= \frac{\partial f(v, w)}{\partial w} - \mu * (r_w) = 0 \\ \frac{\partial V}{\partial \mu} &= C_0 - r_v * v - r_w * w = 0 \end{aligned}$$

$$\frac{\frac{\partial f(v, w)}{\partial v}}{\frac{\partial f(v, w)}{\partial w}} = \frac{r_v}{r_w} = \frac{Pmgv}{Pmgw} \Leftrightarrow \mu = \frac{Pmgv}{r_v} = \frac{Pmgw}{r_w}$$

Es decir, la contribución del último dólar gastado en cada insumo debe ser igual para todos los insumos e igual a μ , donde μ (Multiplicador de Lagrange) es la derivada total del producto con respecto al costo, cuando los precios son constantes y las cantidades variables.

En efecto, suponiendo que el costo es variable, el diferencial total de la ecuación de costo es:

$$dC = (r_v)dv + (r_w)dw \quad \text{ó} \quad dC = \frac{1}{\mu} \left(\frac{\partial f(v,w)}{\partial v} dv + \frac{\partial f(v,w)}{\partial w} dw \right) \quad \text{Con} \quad r_v = \frac{\frac{\partial f(v,w)}{\partial v}}{\mu}, \quad r_w = \frac{\frac{\partial f(v,w)}{\partial w}}{\mu}$$

El diferencial total de la ecuación para Q es:

$$dQ = \frac{\partial f(v,w)}{\partial v} dv + \frac{\partial f(v,w)}{\partial w} dw$$

Obteniendo:

$$\frac{dQ}{dC} = \mu \frac{\frac{\partial f(v,w)}{\partial v} dv + \frac{\partial f(v,w)}{\partial w} dw}{r_v dv + r_w dw} = \mu$$

Maximización del Beneficio

El empresario tiene libertad para variar los niveles de costo-producto y su objetivo es la maximización del beneficio, no la solución de máximos o mínimos condicionados. Su ingreso es igual al número de unidades que vende por el precio unitario p conocido. Su beneficio $B(v,w)$ es la diferencia entre el ingreso total y el costo total.

$$B = pQ - c(Q)$$

$$B = p \frac{\partial f(v,w)}{\partial v} - (r_v)v - (r_w)w$$

Las condiciones de primer orden:

$$\frac{\partial B}{\partial v} = p \frac{\partial f(v,w)}{\partial v} - r_v = 0 \Rightarrow p \cdot (Pmgv) = r_v$$

$$\frac{\partial B}{\partial w} = p \frac{\partial f(v,w)}{\partial w} - r_w = 0 \Rightarrow p \cdot (Pmgw) = r_w$$

El producto $P \cdot Pmgv$ es el *valor de la productividad marginal del insumo v* , y mide la relación a la que aumentaría el ingreso del empresario cuando se incrementa en una unidad la cantidad del insumo v . El empresario puede aumentar su beneficio empleando unidades adicionales de v que incrementan el ingreso y cubren los costos adicionales.

2.2. Análisis del Circuito Económico

Un sistema económico basado en la división del trabajo y el intercambio se caracteriza por la continua circulación de recursos reales (bienes y servicios) y de recursos financieros (medios de pago) entre los agentes que conforman dicho sistema. La idea del circuito tiene origen en el esfuerzo de describir el complejo proceso de generación y apropiación del ingreso y la riqueza de un país.

Por lo que es necesario examinar cómo se relacionan entre sí los distintos agentes económicos, cómo influyen unos sobre otros y el resultado final de esas influencias mutuas.

Una forma de representar el circuito económico ² es considerar dos tipos de agentes, los empresarios y los trabajadores; los primeros compran la fuerza de trabajo proporcionada por los trabajadores, producen bienes y servicios destinados a la venta. Y los trabajadores, formada por quienes venden su fuerza de trabajo a cambio de un salario con el que consumen.

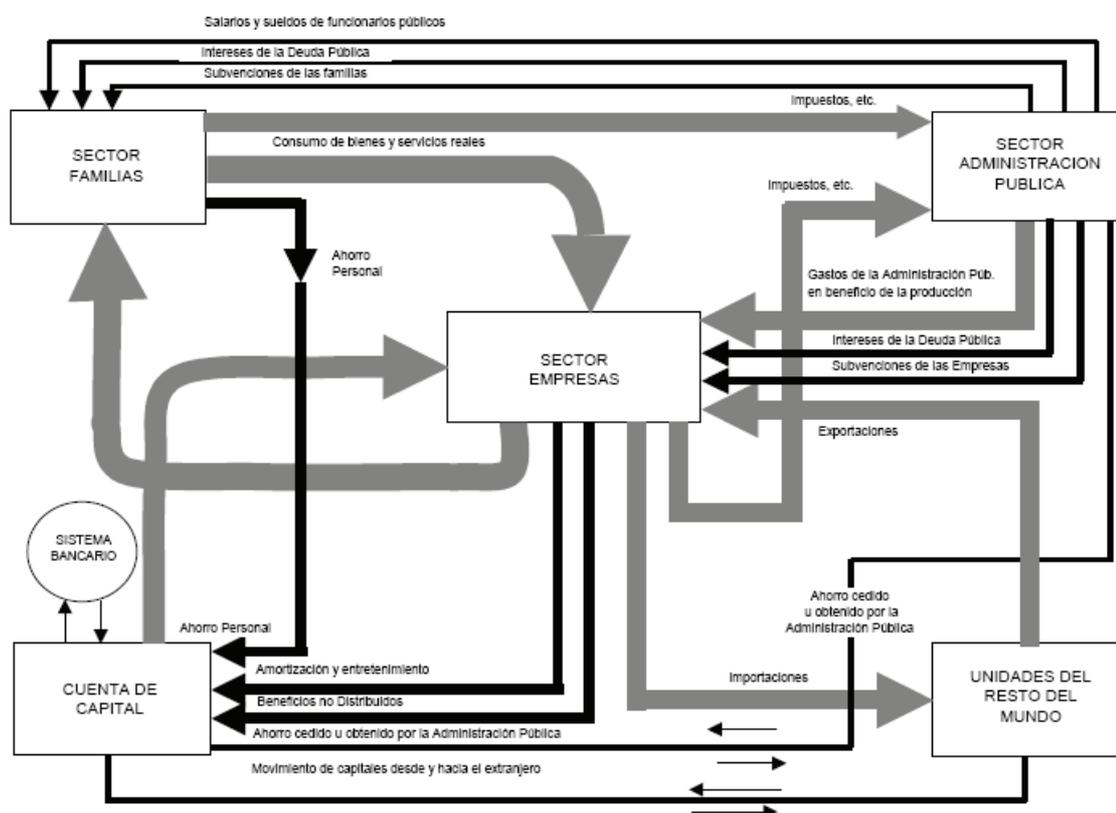


Figura 2.19: Circuito Económico

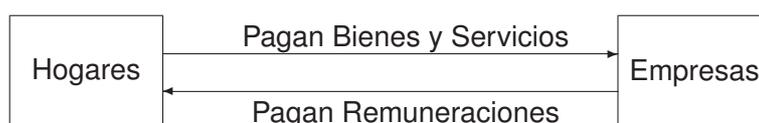
Un modelo detallado se puede obtener sub-dividiendo la clase de las empresas en ramas de actividad productivas; de este modo, se obtendrán sectores diferenciados (la agricultura, la minería, etc). Cada rama participa según el proceso de intercambio adquiriendo la fuerza de trabajo de los trabajadores y bienes intermedios de los otros sectores para el desenvolvimiento de su actividad productiva; a su vez, cada sector vende los bienes que produce.

² Figura tomada de Bouille y Pistonessi: Elementos de Economía

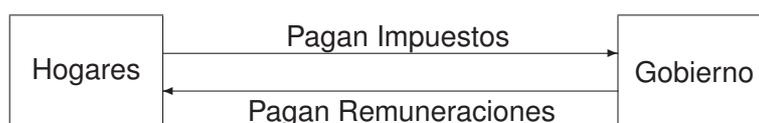
Los trabajadores adquieren bienes de consumo a los sectores productivos para transformarlos en fuerza laboral. En términos generales el circuito económico considera un flujo real y monetario, cuyos registros usan el principio de contabilidad general y de partida doble.

Las familias necesitan ganar ingresos, para lo cual venden su trabajo a las empresas o al gobierno, con lo cual obtienen recursos y satisfacen necesidades adquiriendo bienes y servicios que compran a las empresas; además deben pagar impuestos al gobierno a cambio de los servicios que éste presta. Por otra parte las familias, son dueñas de las empresas y reciben las utilidades (o pagan las pérdidas) que las empresas generen.

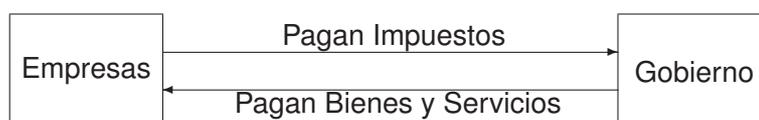
Las empresas necesitan mano de obra para producir, a la vez que venden sus productos a los hogares y al gobierno, también pagan impuestos al gobierno a cambio de los servicios que recibe, usarán los mínimos recursos posibles para producir, con el fin de poder vender sus bienes y servicios más baratos, ganar a la competencia y maximizar el beneficio.



Las relaciones entre los hogares y el gobierno se basan en el pago de impuestos al gobierno, que consume mano de obra de los hogares y les entrega servicios, hace transferencias y da subsidios, sin embargo el gobierno no tiene los mismos estímulos que las empresas para producir con los recursos que dispone, ya que no tiene que competir con nadie.



Las relaciones entre empresas y gobierno se describen cuando el gobierno compra productos y servicios de las empresas, a su vez el gobierno maneja aranceles de las materias primas que éstas usan en sus procesos productivos y de los productos que exportan, además provee servicios básicos para que produzcan. Las empresas pagan impuestos al gobierno por todos los servicios, ganancias y respaldo que este aporta al sector privado.



2.2.1. Utilización de la Matriz de Contabilidad Social del Ecuador

Según **Roe** (1977), la Matriz de Contabilidad Social (MCS), es una matriz cuadrada cuyas cuentas registran las transacciones de una economía en un marco integrado. El objetivo principal de la MCS es representar los aspectos económicos de una sociedad y concretamente el circuito que siguen los recursos reales y monetarios en un determinado periodo de tiempo, es decir; sistematiza las cuentas nacionales de un país con el propósito de distinguir el ingreso de los factores de producción e impuestos y su transformación en gasto de los sectores institucionales domésticos y en transacciones con el resto del mundo.

La MCS es una herramienta de análisis muy útil que permite estudiar y analizar, bajo un enfoque cuantitativo, la estructura económica de una entidad determinada independientemente del tamaño que esta sea, además facilita la evaluación de los efectos que sobre dicha estructura provocan diversos cambios exógenos como los relacionados con la política económica.

Características

La MCS es una extensión de la Matriz Insumo Producto de Leontief e incluye además de la estructura de producción datos sobre la distribución del ingreso y la estructura de la demanda de las instituciones, se caracteriza por reflejar las vinculaciones entre los sectores productivos de un país. La MCS se diferencia de una Matriz de Insumo Producto y de un Sistema de Cuentas Nacionales en la reproducción de información detallada acerca de los diferentes grupos sociales que esta contiene particularmente los hogares y su fuerza de trabajo.

Estructura

Una MCS se establece en base a los principios del Sistema de las Cuentas Nacionales³, donde se analiza la relación entre las tablas de Oferta y Utilización, las Cuentas de los Sectores Institucionales, los dos pilares básicos de la MCS, que facilitan un análisis más detallado de la distribución del ingreso y el gasto.

Esta formada por cuentas de doble entrada, en las que se registran las transacciones que efectúan los diferentes sectores y agentes de una economía particular y se los realiza man-

³ La Matriz de contabilidad social del Ecuador (2001), Cuestiones Económicas, Benitez Diego, segundo cuatrimestre 2005 - Vol 21 No 2

tenimiento la igualdad entre los gastos y los ingresos dentro del sistema, las entradas por fila representan los ingresos de las cuentas y las columnas los egresos.

Las categorías a las cuales se asignan los gastos e ingresos sólo pueden ser aquellas que se incluyen en el diseño original de la matriz, el cumplimiento de estas reglas posibilita que la suma de cada fila sea igual a la de su columna. La MCS⁴ del Ecuador, utilizada por el MEGA es la del año 2001, esta matriz muestra los resultados de las tablas de Oferta-Utilización.

	I	II	III	IV	V	VI	VII
	Bienes y servicios	Industrias	Generación del Ingreso	Asignación y distribución del ingreso	Utilización del Ingreso	Capital	RDM
I	Bienes y servicios	Consumo Intermedio			Gasto de consumo final	Inversión	Exportaciones
II	Industrias	Matriz de Producción					
III	Generación del Ingreso	Valor agregado					Remuneraciones recibidas desde el RDM
IV	Asignación y distribución del ingreso	Impuestos sobre los productos	Ingreso generado	Tranferencias corrientes, renta de la propiedad, otros			Transferencias desde el RDM
V	Utilización del Ingreso			Ingreso Disponible			
VI	Capital				Ahorro / préstamo	Transferencias netas de capital	Transferencias de capital desde el RDM
VII	RDM	Importaciones	Remuneraciones pagadas al	Otros pagos corrientes al RDM		Capacidad o necesidad de financiamiento	

Figura 2.20: Esquema de la Matriz de Contabilidad Social del Ecuador

La primera fila y columna representan **La Cuenta de Bienes y Servicios**, la primera fila es la utilización a precios del comprador: consumos intermedios, gastos de consumo final, variación de existencias, formación bruta de capital y exportaciones (FOB) y la primera columna es la oferta: Producción, impuestos sobre los productos e importaciones (CIF).

La segunda fila y columna representan **La Cuenta de las Industrias** y registra la producción doméstica por industria, esta incluye los elementos del PIB (consumo intermedio, valor agregado, subvenciones, impuestos, etc.). El total de ingresos primarios de los factores de la producción se muestran en las columnas y filas de distribución primaria del ingreso, notar que el ingreso nacional está conformado por estos ingresos más la distribución de la renta de la propiedad y el ingreso de los factores del resto del mundo. Esta cuenta explica la siguiente relación contable:

Producción = Consumo intermedio + Valor Agregado Bruto

Producción = Consumo intermedio + Valor Agregado Bruto + Consumo de Capital

⁴ Figura tomada de la revista Cuestiones Económicas, segundo cuatrimestre 2005 - Vol 21 No 2

La tercera fila y columna representa **La Cuenta de Generación del Ingreso** y registra la distribución del valor agregado por sus componentes (remuneraciones, Excedente de Explotación, Impuestos sobre la Producción e Ingreso Mixto), que constituyen el Ingreso Nacional generado, a lo cual se suma los mismo componentes pero cobrados al exterior, para tener el total de ingreso generado del cual se dispone en la economía.

La cuarta fila y columna representa **La Cuenta de Asignación Primaria del Ingreso**, aborda a los sectores institucionales por medio de los impuestos sobre los productos (*IVA, ICE, . . .*), que son los ingresos primarios del Gobierno, a estos, se suma los pagos por concepto de renta de la propiedad provenientes de la economía o del resto del mundo y de este ingreso total se paga renta de la propiedad al resto del mundo a los sectores de la economía. La renta de la propiedad, tanto pagada como recibida entre agentes o sectores institucionales locales se encuentra en una sola matriz, lo que implica que en el agregado los efectos se anulan.

En la posición (5,4) de la matriz, se encuentra el saldo de los ingresos primarios recibidos menos los pagados por los diferentes sectores institucionales y en el agregado constituyen el Ingreso Nacional Neto Disponible, puesto que ya está considerado los pagos hechos y recibidos del resto del mundo, dando origen al saldo del ahorro neto.

La Cuenta de Distribución Secundaria del Ingreso trata al ingreso disponible de la economía que se obtiene sumando: el saldo de los ingresos primarios, las transferencias corrientes netas efectuadas entre los sectores institucionales de la economía y las recibidas desde el exterior menos las pagadas hacia el exterior.

La Cuenta de Utilización del Ingreso aborda al ingreso disponible que es consumido en una parte como Gasto de Consumo Final y ahorrado la otra, pero con la diferencia de que la distribución de consumo final es por sectores institucionales y no su detalle por tipo de producto.

La Cuenta de Capital y la Cuenta Financiera abordan el ahorro, que constituye el saldo de la cuenta de utilización del ingreso y sirve para pagar la acumulación de capital (Formación Neta de Capital), que junto con el consumo de capital fijo iguala a la formación bruta de capital (FBKF) que se asume como la inversión de los sectores institucionales.

Se incluyen en esta cuenta, las transferencias netas, las realizadas y las pagadas al resto del mundo, resultando como saldo la capacidad o necesidad de financiamiento que se iguala a la emisión neta de pasivos y la adquisición neta de activos que constituyen las cuentas financieras, finalmente se tiene el préstamo y el endeudamiento con el resto del mundo.

La Cuenta Resto del Mundo, la cual horizontalmente captura todos los pagos que recibe el resto del mundo (ingresos o recursos por parte del Ecuador; mientras que verticalmente, se encuentran todos los “gastos” que hace el resto del mundo en nuestro país.

Los pagos, hechos y recibidos, se dan en los diferentes niveles de la distribución del ingreso mediante importaciones y exportaciones (intercepción con la cuenta de bienes y servicios); luego mediante pago a las remuneraciones y al excedente de explotación; luego mediante renta de la propiedad, transferencias corrientes, transferencias de capital y por último mediante financiamiento (o préstamo) desde el RDM o hacia él resaltando que los componentes de esta cuenta son los mismos que los de la balanza de pagos y son los que cierran el sistema.

Capítulo 3

COMPLEMENTARIEDAD MIXTA (MCP)

3.1. Introducción a la Complementariedad Mixta

La importancia de la formulación de un problema de optimización a través de la complementariedad, radica en el análisis del conjunto de condiciones de complementariedad, cada una de estas condiciones de complementariedad requiere que el producto de dos o más variables sea cero, estas variables generalmente representan cantidades.

Las condiciones de complementariedad aparecieron en la programación no-lineal con variables continuas, problemas que originalmente fueron estudiados por Karush (1939). La motivación original para el estudio de problemas lineales de complementariedad (**LCP**), fue gracias a las condiciones de optimalidad **Karush Kuhn Tucker**.

Mientras que el estudio de problemas de complementariedad no lineal (**NCP**) se deriva de los problemas de desigualdades variacionales (**VIP**) propuestos por **Hartman** y **Stampacchia** (1966) cuyo objetivo, era el cálculo de puntos estacionarios en problemas no lineales.

3.2. Definiciones

La formulación de un modelo de equilibrio general puede ser, via problemas de optimización o via problemas de complementariedad mixta. Como problemas de optimización pueden presentar dificultades, como por ejemplo; la elección de la variable a optimizarse, para lo cual la formulación via complementariedad es más práctica.

La formulación analítica es la siguiente:

$$\begin{aligned} &\text{Dada una } f : \mathbb{R}^n \rightarrow \mathbb{R}^n, \text{ encontrar un } \mathbf{z} \in \mathbb{R}^n, \\ &\text{tal que : } f(\mathbf{z}) \geq \mathbf{0}, \mathbf{z} \geq \mathbf{0}, \mathbf{z}^T f(\mathbf{z}) = 0 \end{aligned}$$

Es decir, dada una función f definida en \mathbb{R}^n , se trata de encontrar un vector z de dimensión n , tal que cumpla simultáneamente $f(z) \geq 0$, $z \geq 0$, y que satisfaga la condición de holgura complementaria $z^T f(z) = 0$, este producto escalar significa que $z_i f(z_i) = 0$, se exige que, o bien $z = 0$ o bien $f(z) = 0$ para todo $i = 1, \dots, n$.

Las variables z_i y $f(z_i)$ se denominan par complementario y se dice que son complemento una de otra. La palabra "mixto" en MCP refleja el hecho de que la solución es una mezcla de ecuaciones $f(z) = 0, z = 0$ y de desigualdades $f(z) > 0, z > 0$.

Mathiesen (1985) demostró que el modelo de equilibrio económico de Arrow-Debreu puede ser representado como un MCP, en el cual deben satisfacerse tres tipos de desigualdades:

La Condición de Beneficio Cero: requiere que cualquier actividad que opera a intensidad positiva, debe generar beneficios puros nulos (es decir; el valor de los insumos debe ser mayor o igual que el valor de los productos).

Para sectores de rendimientos constantes a escala, las cantidades \mathbf{y} son las variables asociadas a esta condición. Esto implica que el beneficio es cero si se produce una cantidad positiva de \mathbf{y} o bien que el beneficio es negativo y que $\mathbf{y} = \mathbf{0}$ es decir, *ningún nivel de producción ocurre*. En términos de MCP, la siguiente condición debe cumplirse para cada sector en una economía:

$$(-\text{Beneficio}) \geq 0, \mathbf{y} \geq \mathbf{0}, \mathbf{y}^T (-\text{Beneficio}) = 0$$

La Condición de Balance Oferta - Demanda requiere que cualquier bien con precio positivo, debe exhibir un balance entre su oferta y su demanda y que cualquier bien con exceso de oferta debe mostrar un precio cero.

El vector de precios \mathbf{p} es la variable asociada (incluye precios de los bienes finales, de bienes intermedios y de factores de producción). En términos de MCP, la siguiente condición debe cumplirse para cada bien y cada factor de producción:

$$(\text{Oferta} - \text{Demanda}) \geq 0, \mathbf{p} \geq \mathbf{0}, \mathbf{p}^T (\text{Oferta} - \text{Demanda}) = 0$$

La Condición de Balance de Ingresos requiere que para cada agente (incluyendo entidades gubernamentales), el valor del ingreso iguale al valor de las existencias de factores productivos (dotaciones). En términos de una formulación MCP:

$$(\text{Dotación} - \text{Ingreso}) \geq 0, \text{Ingreso} \geq 0, \text{Ingreso}^T (\text{Dotación} - \text{Ingreso}) = 0$$

En cualquier caso, el ingreso usualmente no es igual a cero y la condición: $\text{dotación} - \text{ingreso} = 0$ se satisface como igualdad. De ésta manera, el balance de ingresos es más definicional que de complementariedad.

En la solución de un problema MCP se involucran tres variables no negativas: precios, cantidades (niveles de actividad) y niveles de ingresos.

3.3. La Complementariedad en la Economía

La complementariedad se usa en economía ya que este concepto es sinónimo con la noción del sistema de equilibrio. El balance entre la oferta y la demanda es central para todos los sistemas económicos, matemáticamente, ésta fundamental ecuación es usualmente descrita por una relación de complementariedad entre dos conjuntos de variables de decisión.

Una aplicación directa de la complementariedad en la economía, es el Equilibrio Walrasiano que puede ser formulado como un problema de complementariedad no lineal en el precio y en las variables de demanda exceso, donde la condición de complementariedad es que: *El precio de un bien es complementario a la demanda exceso de ese bien, si existe oferta exceso, el precio caerá hasta que la demanda se elimine y por ende elimine la oferta exceso o hasta que el precio sea cero.*

En muchas aplicaciones económicas, un modelo se genera con el objetivo de profundizar en los estudios de un complejo sistema económico o determinar los efectos puntuales de ciertas acciones como por ejemplo el de la introducción de impuestos.

Un modelo de equilibrio es frecuentemente modelado de la siguiente manera:

Se asume que la economía negocia un número finito de mercancías (bienes o servicios) I , las cuales son consideradas por el tipo de mercancía, incluso por el lugar y por la época.

Asociada a cada mercancía se tiene un precio pagado por cada unidad de la mercancía dada.

Existen al menos dos agentes económicos que negocian con estas mercancías, los productores y los consumidores. La riqueza de un consumidor está determinada por la dotación inicial de bienes. Se puede asumir que la economía tiene n sectores y m consumidores.

Los sub-índices indicarán los elementos de los vectores y los super-índices indicarán vectores de cantidades asociadas a los consumidores o a los sectores de la economía modelo. En el caso de no haber sectores de producción, se denomina una economía de intercambio puro.

Un modelo de equilibrio general se resume en encontrar vectores de precios para los bienes, vectores para los niveles de actividad y vectores para los niveles de consumo, tal que cada sector maximice su beneficio, la oferta exceda la demanda y el gasto sea igual al ingreso.

Primero: Describe el comportamiento de los productores, donde el objetivo es maximizar el beneficio de la firma.

Segundo: Se deriva de manera natural del primero ya que si la demanda excede a la oferta entonces es rentable para algún sector producir tal mercancía.

Tercero: Es conocido como la ley de walras, que estipula que el gasto total de los consumidores es igual al ingreso generado por el comercio de las mercancías.

Cuarto: Competencia Perfecta

Bajo formas específicas de producción y de consumo, los anteriores postulados conducen a una formulación de este modelo económico por medio de la complementariedad.

La Producción de una economía modelo se describe usando un vector de producción $y^j \in \mathbb{R}^l$ de cada sector j . Los componentes de este vector son positivos si el sector produce mas de lo que consume de un bien y son negativos en caso contrario. Cada sector tiene restricciones tecnológicas modeladas por medio del conjunto de producción $Y^j \subseteq \mathbb{R}^l$. Se asume que Y^j es cerrado y contiene el vector cero, tal que la producción nula es posible. En un mercado competitivo, el j -ésimo sector logra el beneficio $\pi_j(p)$ al resolver:

$$\pi_j(p) = \text{máx}\{p^T y^j : y^j \in Y^j\} \quad (3.1)$$

El sector j es tomador de precios, es decir que sus acciones no afectan los precios de la economía. Este es un caso especial del equilibrio general, en esta economía, los precios son determinados solo por la tecnología y los niveles de producción por los consumidores.

Las variables y^j dan la *producción neta del sector j* , variables frecuentemente determinadas por vectores input¹ y por vectores output de mercancías. Frecuentemente el conjunto de producción Y^j se especifica por la relación funcional entre los input y los outputs y los niveles de actividad de cada sector. El ejemplo estándar usa una matriz de tecnología:

$$A = [a^1 \ a^2 \ \dots \ a^n] \in \mathbb{R}^{l \times n} \quad (3.2)$$

La matriz A convierte los *niveles de actividad de los productores* $z \in \mathbb{R}^n$ en producción neta y^j , se puede ver esto considerando $y^j = a^j z_j$ con $z_j \geq 0$.

Cada sector debe maximizar los beneficios a los precios p , tal que (3.1) se convierte en:

$$\text{máx}\{p^T a^j z_j : z_j \geq 0\} \quad (3.3)$$

Las condiciones de optimalidad necesarias y suficientes para todos los sectores son:

$$0 \leq z \perp A^T p \leq 0 \quad (3.4)$$

En esencia esta última condición estipula la no negatividad y la complementariedad² entre dos vectores z y $A^T z$.

Una de las determinantes primordiales en toda economía es la tecnología, con la que se produce más y mejor, para describir la tecnología de una economía es frecuente hacer uso de una función de producción f . Estas funciones de producción determinan un escalar $f(x)$ de un input x . Adicionalmente supuestos iniciales de retornos constantes de escala³ o retornos crecientes de escala sobre la producción se añaden.

El supuesto de que cada sector maximiza el beneficio, puede ser reemplazado por la condición de que cada sector no tiene un beneficio excesivo, siempre y cuando se use retornos constantes de escala. Esto se debe a que si algún sector obtuviera un beneficio, replicando la misma actividad se obtendría el doble de beneficio y por imitación otra firma haría lo mismo,

¹ Input: Bienes usados como materias primas y bienes de consumo intermedio, Output: Bienes Finales

² $x \perp y$, la variable x es complementaria a la variable y

³ Que la función de producción es homogénea positiva y de grado 1, esto es $f(\eta x) = \eta f(x)$ con $\eta > 0$

por lo que el precio del bien caería reduciendo el beneficio que dicho bien aportaría. Cabe aclarar, que en caso de no ser beneficiosa dicha actividad, el precio del bien es cero.

La clase de funciones mas usadas en economía son las llamadas "CES" (Constante de Elasticidad de Substitución), cuya forma general es:

$$\left(\sum_{i=1}^l \lambda_i x_i^\rho \right)^{1/\rho}, \quad \lambda_i \geq 0, \quad i = 1, \dots, l \quad (3.5)$$

Se asume frecuentemente que el dominio de esta función es \mathbb{R}_+^l , con valores en las fronteras definidos por continuidad. Se puede mostrar ⁴ que tales funciones son convexas para $\rho \geq 1$ y cóncava para $\rho \leq 1$, de la cual se pueden derivar los siguientes casos especiales:

1. Si $\rho = 1$ se obtiene la función de producción lineal: $\sum_{i=1}^l \lambda_i x_i$
2. Cuando $\sum_{i=1}^l \lambda_i > 0$ se puede determinar el $\lim_{\rho \rightarrow 0}$ por medio de la regla de L'Hopital y se obtiene: $\prod_{i=1}^l x_i^{\mu_i}$, con $\mu_i \equiv \frac{\lambda_i}{\sum_{i=1}^l \lambda_i}$, conocida como la función de producción Cobb - Douglas.
3. Se puede determinar el $\lim_{\rho \rightarrow -\infty}$ con lo que se obtiene: $\min_{1 \leq i \leq l} \lambda_i x_i$, la función de producción cóncava de Leontief.

Los parámetros de la función CES se hallan (calibran) usando un punto de referencia como la MCS o información aportada por el modelador. Se usa una de estas funciones de producción para determinar las matriz de tecnologías **A** de la siguiente manera: el vector de producción neta y^j de un sector j se separa en sus inputs **x** y en sus outputs **q**, se asume que dicho sector trabaja con un nivel de actividad z_j , entonces el beneficio está dado por:

$$\max_{x,q} \{ p^T (q - x) : f^j(x) = z_j, \quad g^j(q) = z_j, \quad x, q \geq 0 \}$$

Aquí f^j es una función CES cóncava y g^j es una función convexa con $\rho \geq 1$ que es conocida como una función "CET" (Constante de Elasticidad de Transformación). Notar que los inputs y los outputs son generados a partir de un nivel de actividad z_j . Ya que f^j y g^j son positivamente homogéneas de grado 1, el beneficio puede ser calculado por:

$$\pi_j(p) = p^T a^j(p) z_j \quad (3.6)$$

⁴ Micro economía Intermedia, Nicholson, 2003

Donde:

$$a^j(p) \equiv q^j - x^j \quad (3.7)$$

Que resuelven:

$$\max_{x,q} p^T(q-x) : f^j(x) = 1, g^j(q) = 1, x, q \geq 0 \quad (3.8)$$

La solución para este problema de optimización es generalmente determinada analíticamente para poder dar una expresión para $a^j(p)$. La demanda de factores por unidad de producto x^j y los outputs por sector q^j pueden ser determinados separadamente resolviendo:

$$\min_x \{p^T x : f^j(x) = 1, x \geq 0\} \quad \text{y} \quad \max_q \{p^T q : g^j(q) = 1, q \geq 0\}$$

En particular, si f es una función Cobb-Douglas entonces:

$$x_k^j(p) = \frac{\lambda_k \prod_{j=1}^l \left(\frac{p_j}{\lambda_j}\right)^{\lambda_j}}{p_k}$$

Como es una función de p , x^j es positivamente homogénea de grado 0. Los niveles de actividad óptima z son determinados por: $0 \leq z \perp A^T p \leq 0$. La oferta del sector j es: $a^j(p)z_j$, dando la oferta total $A(p)z$.

El Consumo: El vector de consumo $d^i \in \mathbb{R}_+^l$ indica la cantidad de mercancía que es consumida por cada consumidor i . El conjunto de consumo $X^i \subseteq \mathbb{R}_+^l$ captura las restricciones de consumo mínimo impuestas sobre el i -ésimo consumidor.

Así, un consumidor puede preferir ⁵ una canasta de mercancías \mathbf{d} a una canasta de mercancías \mathbf{e} o puede preferir la canasta \mathbf{e} sobre la canasta \mathbf{d} o puede ser indiferente a cualquiera de las dos. Frecuentemente esta preferencia es representada por una función de utilidad u^i , cumpliendo $u^i(d) > u^i(e)$, $u^i(e) < u^i(d)$ o $u^i(d) = u^i(e)$ respectivamente.

En la mayoría de los casos \mathbf{u} es continua, generalmente se usan funciones Cobb-Douglas, Leontief o CES, se asume el principio de “no saciabilidad”, es decir : dado cualquier conjunto de bienes $d^i \in X^i$, siempre habrá otro conjunto de bienes $e^i \in X^i$ que el consumidor i preferirá. El i -ésimo consumidor posee una riqueza w_i , asume precios, maximiza la utilidad en un

⁵ La idea de preferencias se relaciona directamente con el de consumidor, ya que una preferencia es un orden completo sobre el conjunto de mercancías.

marco competitivo bajo restricciones de consumo, así el i -ésimo consumidor resolverá:

$$\text{máx}\{u^i(d^i) : p^T d^i \leq w_i, d^i \in X^i\} \quad (3.9)$$

La riqueza es determinada a partir de una dotación inicial de bienes e^i , tal que $w_i = p^T e^i$. Como $X^i = R_+^l$ el problema (3.9) no tiene solución cuando $p_i = 0$ para algún bien i , para lo cual se asume que: $p > 0$ y $X^i = R_+^l$ para este tipo de modelos, además la compacidad de X^i y la factibilidad de (3.9) evitaría las dificultades en el caso de darse $p_k = 0$ para algún k .

Bajo los supuestos antes descritos, la demanda del consumidor i depende de la función de utilidad, los precios y de la riqueza inicial, quedando descrita de la siguiente manera:

Para la Función de Utilidad tipo Cobb Douglas:

$$d_k^i(p, w_i) = \frac{\lambda_k w_i}{p_k} \quad (3.10)$$

Para la Función de Utilidad tipo Leontief

$$d_k^i(p, w_i) = \frac{w_i}{\lambda_k \sum_{j=1}^l \frac{p_j}{\lambda_j}} \quad (3.11)$$

Para la Función de Utilidad tipo CES

$$d_k^i(p, w_i) = \frac{w_i \left(\frac{p_k}{\lambda_k}\right)^{(r-1)}}{\sum_{j=1}^l \frac{(p_j)^r}{(\lambda_j)^{(r-1)}}}, \quad (3.12)$$

Para todas las funciones de utilidad, la demanda \mathbf{d} es homogénea de grado cero y si $w = p^T e^i$, entonces \mathbf{d} solo depende de p que sigue siendo homogénea de grado cero.

Resumiendo los resultados de producción y de consumo, se obtiene el siguiente problema de complementariedad:

$$\begin{aligned} 0 &\leq z \perp -A(p)^T p \geq 0 \\ 0 &\leq p \perp A(p)z - \sum_{i=1}^m (d^i(p, w_i) - e^i) \geq 0 \\ w_i &= p^T e^i \end{aligned}$$

$A(p)$ es determinada por las ecuaciones (3,7) y (3,8) que maximizan el beneficio, la demanda de los consumidores es determinada por la maximización de alguna de las utilidades.

Si (p, z, w) resuelve el anterior problema, entonces también lo resuelve $(\lambda p, z, \lambda w)$, para cualquier $\lambda > 0$, lo que generalmente causa problemas para la solución. Algunas estrategias son consideradas, como por ejemplo :

- Fijar el precio de un bien en particular: La debilidad de ésta técnica es que el precio del bien fijado puede ser cero.
- Fijar la suma de los precios: La debilidad de esta es que incrementa la dimensión del problema e introduce una columna arbitraria correspondiente
- Fijar el nivel de ingreso de uno de los consumidores

Los Impuestos y Subsidios son aplicados a los insumos o a la producción, con lo que el beneficio de los sectores correspondientes, su producción y la tecnología con la que operan dichos sectores se ve afectada, de manera similar ocurre con los subsidios, que no son nada mas que impuestos con un valor negativo.

Sea x la demanda de factores que resuelve (3.8) y q la producción del sector en cuestión, cuando los costos de los insumos son distorsionados por la aplicación de impuestos, el sector j resuelve el siguiente problema.

$$\min_x \left\{ \sum_{i=1}^l (1 + t_i) p_i x_i : f^j(x) = 1, x \geq 0 \right\}$$

Donde t_i es el impuesto sobre los insumos. De igual manera si τ_i es el impuesto aplicado sobre la producción, entonces el sector determina su producción q de la siguiente manera:

$$\max_q \left\{ \sum_{i=1}^l (1 - \tau_i) p_i q_i : g^j(q) = 1, q \geq 0 \right\}$$

La oferta está dada por $A(p)z$ donde las columnas de **A** están definidas por (3.7) y por la solución de los problemas anteriores, se define

$$C(p) \equiv [c^1 \quad c^2 \quad \dots \quad c^n]$$

Con $c_i^j(p) = q_i^j(1 - \tau_i) - x_i^j(1 + t_i)$, el beneficio después de impuestos esta dado por: $C(p)^T p$, además el ingreso por impuestos $T \equiv (A(p) - C(p))^T p$, se asume que se reparte entre los

consumidores. θ_{jk} es la tasa de los impuestos del sector j que acumula el consumidor k .

Ahora las condiciones resultantes de equilibrio están dadas por:

$$\begin{aligned} 0 &\leq z \perp -C(p)^T p \geq 0 \\ 0 &\leq p \perp A(p)z - \sum_{i=1}^m (d^i(p, w_i) - e^i) \geq 0 \\ w_i &= p^T e^i + \sum_{j=1}^n \theta_{jk} T_j z_j \end{aligned}$$

Capítulo 4

ESPECIFICACIÓN DEL MODELO

4.1. Introducción

Se tiene dos pilares importantes: el teórico, que aborda la teoría económica de funciones de oferta y demanda y el metodológico que asume a la economía como un sistema cerrado e interrelacionado, en el que se desea encontrar los valores de variables económicas (precios y niveles de actividad) en los cuales se cumplan las condiciones de equilibrio, así como simular shocks exógenos que alteren el normal desarrollo de una economía.

Asumen la racionalidad de los agentes económicos, que con recursos limitados desean maximizar la utilidad “CONSUMIDORES” y beneficio “PRODUCTORES”, interactúan en mercados de factores de producción, de bienes y servicios, que además pagan impuestos, lo que convierte al sistema económico estudiado en un sistema complejo, donde las causas y efectos no son lineales ni tienen un solo sentido.

Posee también un agente “EXTERNO” que intercambia bienes y servicios con los agentes nacionales y se introduce un agente artificial “INVERSIONISTA”, recordando que la inversión y el consumo son inter - temporales y dan dinámica al modelo. No se modela al agente “GOBIERNO” como un agente optimizador, es decir: desempeña un rol exógeno.

“... Los resultados del modelo están sujetos a las reglas de cierre que establecen las condiciones necesarias para alcanzar el equilibrio. Para el gobierno la regla de cierre más común es que el ahorro del gobierno sea una variable de ajuste y las tasas impositivas permanezcan fijas o suponer que las tasas de impuestos directos de los agentes domésticos se ajusten endógenamente para generar un nivel fijo de ahorro del gobierno.¹”

¹ MEEGA Cuestiones Económicas, Acosta M. Pérez W., segundo cuatrimestre 2005 - Vol 21 No 2

4.2. Construcción de un Modelo de Equilibrio.

Los pasos que generalmente se seguirían en la formulación de un modelo son los siguientes:

1. Especificar las dimensiones básicas del modelo, dependiendo de la disponibilidad de la información y de datos.
 - a) Número de bienes, de mercados, de sectores productivos. (Elegir los productos y los ingresos para cada actividad)
 - b) Número de factores.
 - c) Número de consumidores.
 - d) Número de países o regiones, si es el caso.
2. Estructura del Modelo
 - a) Diseño de los problemas de elección (optimización) individuales, que cada agente del modelo deberá enfrentar.
 - b) Escoger (especificar) las formas funcionales para las funciones de utilidad, de producción y transformación así como las fronteras de las restricciones.
 - 1) Factores de Producción y Oferta de Bienes
 - 2) El Ingreso
 - 3) Ahorro y Formación de Capital
 - 4) La Demanda
 - 5) El Sector Exterior
 - 6) Homogeneización de Precios
 - 7) Equilibrio en los Mercados y Equilibrio en la Balanza de Pagos
 - c) Para las funciones de oferta y demanda, se trata de resolver los problemas de elección individuales del modelo con el fin de obtener las ecuaciones que luego se formulan computacionalmente.
3. Construir un conjunto consistente de datos (La MCS).
 - a) Los datos satisfacen el supuesto de cero beneficios para todas las actividades o si los beneficios son positivos asignar la renta de estos.
 - b) Los datos satisfacen el supuesto de balance oferta - demanda en todos los mercados.
4. Calibración, los parámetros se escogen de tal forma que los funcionales y los datos sean consistentes, es decir que los datos representan una solución al modelo.

5. Programación del Modelo, formular computacionalmente las ecuaciones que representan a nuestro modelo en el paquete computacional.
6. Reproducción, correr el modelo para verificar si este reproduce los datos de entrada (La MCS original).
7. Experimentar Numéricamente, modificar el valor de una variable exógena, para hacer un análisis comparativo con el caso base.

Los pasos (3) y (4) no son estrictamente necesarios. El software puede ser usado para simular, en tal caso no hay datos iniciales. Para una persona que maneja por primera vez GAMS es recomendable escoger un conjunto de datos muy pequeño.

4.3. Especificación del Modelo de Equilibrio

4.3.1. Especificación Estática y Condiciones de Primer Orden

SECTOR EXTERIOR

El modelo matemático para el agente “EXTERIOR” es igual, ya sea un modelo estático o un modelo dinámico, ya que no existen links dinámicos con el consumo y la inversión.

El agente externo maximiza el beneficio: Ingresos - Gastos, sujeto a restricciones de tecnología, que están modeladas por las funciones CET ² y CES ³, de las cuales se obtienen las ecuaciones de oferta y demanda y que junto con las condiciones de beneficio cero modelan el comportamiento de este agente.

PROBLEMA DEL AGENTE EXTERIOR

Importaciones

Parámetros:

$\rho_{j,t}^m$	Elasticidad de Argminton
$\delta_{d,j,t}^m$	Parámetros de Agregación Bien Nacional (Proporción)
$\gamma_{j,t}^m$	Coefficientes de Eficiencia en la Agregación de la Oferta

² Para desagregar el producto que se oferta a cada uno de los mercados extranjeros y mercado doméstico

³ Para agregar los bienes importados y los producidos por nuestra economía

Variables Positivas:

$M_{j,d,t}$	Demanda de Componentes del Bien Agregado Nacional j por origen d
$S_{j,t}$	Oferta Nacional Total del Bien Agregado
$P_{j,d,t}^m$	Precio de Importación (Con Impuestos)
$PS_{j,t}$	Precio de Oferta Final
$P_{j,d,t}^{im}$	Precio de las Importaciones (Sin Impuestos)

Variables:

$\tau_{j,t}^{oimpe}$	Tasa de otros impuestos (endógena)
----------------------	------------------------------------

Calibración:

$$\delta_{d,j,t}^m = \frac{P_{0,d,j,t}^m * M_{0,j,d,t}^{1-\rho_{j,t}^m}}{\sum_{da} P_{0,da,j,t}^m * M_{0,j,da,t}^{1-\rho_{j,t}^m}}$$

$$\gamma_{j,t}^m = S_{0,j,t} * x \left(\sum_d \delta_{d,j,t}^m * M_{0,j,d,t}^{\rho_{j,t}^m} \right)^{-\frac{1}{\rho_{j,t}^m}}$$

Ecuaciones (Comportamiento):

$D_M_{j,d,t}$	Componente del Bien Agregado j por Origen d
$CG_S_{j,t}$	Cero Ganancia del Bien Agregado Nacional
$EQ_P_{j,d,t}^m$	Fija Precios para el Bien de Importación. (incluye impuestos)

$$M_{j,d,t} = \left(\frac{S_{j,t}}{\gamma_{j,t}^m} \right) * \left(\frac{\delta_{d,j,t}^m}{P_{j,d,t}^m} \right)^{\frac{1}{1-\rho_{j,t}^m}} * \sum_{da} \left(P_{j,da,t}^m^{-\frac{\rho_{j,t}^m}{1-\rho_{j,t}^m}} * \delta_{da,j,t}^m \right)^{\frac{1}{1-\rho_{j,t}^m}}^{-\frac{1}{\rho_{j,t}^m}}$$

$$S_{j,t} * PS_{j,t} = \sum_d M_{j,d,t} * P_{j,d,t}^m$$

$$P_{j,d,t}^m = \left(P_{j,d,t}^{im} * (1 + \tau_{d,j,t}^m) * (1 + \tau_{j,t}^{oimpe}) * (1 + \tau_{j,t}^{iva}) * (1 + \tau_{j,t}^{ice}) \right)$$

Exportaciones

Parámetros:

$\rho_{j,t}^x$	Elasticidad de Argminton
$\delta_{j,d,t}^x$	Parámetros de Agregación del Bien Nacional (Proporción)
$\gamma_{j,t}^x$	Coefficientes de Eficiencia en la Desagregación de la Producción

Variables Positivas:

$X_{j,d,t}$	Oferta de bienes nacionales j por destino d
$Y_{j,t}^n$	Oferta nacional del bien j
$P_{j,d,t}^x$	Precio para la exportación y por destino

$PY_{j,t}^{nt}$	Precio del bien j no típico
Variable:	
$P_{j,d,t}^{ex}$	Precio de las exportaciones (sin impuestos)

Calibración:

$$\delta_{j,d,t}^x = \frac{X_{0,j,d,t}^{1-\rho_{j,t}^x}}{\sum_{da} X_{0,j,da,t}^{1-\rho_{j,t}^x}}$$

$$\gamma_{j,t}^x = y_{0,j,t}^n * \sum_{da} \left(\delta_{j,da,t}^x * x_{0,j,da,t}^{\rho_{j,t}^x} \right)^{-\frac{1}{\rho_{j,t}^x}}$$

Ecuaciones (Comportamiento):

$O_X_{j,d,t}$	Bien Nacional j por destino d
$CG_PY_{j,t}^{nt}$	Cero Ganancia para Destinos de la Producción Nacional
$EQ_P_{j,d,t}^x$	Fija Precios para el Bien Nacional en el Exterior

$$X_{j,d,t} = \left(\frac{Y_{j,t}^n}{\gamma_{j,t}^x} \right) * \left(\frac{\delta_{j,d,t}^x}{P_{j,d,t}^x} \right)^{\frac{1}{1-\rho_{j,t}^x}} * \sum_{da} \left(P_{j,da,t}^x^{-\frac{\rho_{j,t}^x}{1-\rho_{j,t}^x}} * \delta_{j,da,t}^x \right)^{\frac{1}{1-\rho_{j,t}^x}}$$

$$PY_{j,t}^{nt} * Y_{j,t}^n = \sum_d \left(P_{j,d,t}^x * X_{j,d,t} \right)$$

$$P_{j,d,t}^x = P_{j,d,t}^{ex} * \left(\frac{1 - \tau_{j,d,t}^x}{1 - \tau_{0,j,d,t}^x} \right)$$

Para la calibración determinista de los parámetros del modelo, se normalizan ⁴ los precios, específicamente los precios de las importaciones CIF y de las exportaciones FOB ⁵, este artificio radica en que los flujos de los agentes que constan en la MCS no sean vistos como cantidades monetarias o volúmenes de transacción, lo que facilita ver el efecto de un cambio de política en porcentajes (Estática Comparativa) con respecto al equilibrio inicial.

Variable Positiva:

$P_{j,t}^d$	Precio del bien en el mercado nacional
$p^d.l_{j,t}$	$= 1$
$p^{im}.l_{j,d,t}$	$= 1$
$p^{ex}.l_{j,d,t}$	$= 1$

⁴ Los precios del modelo se hacen iguales a 1

⁵ Los precios CIF para las importaciones y FOB para las exportaciones se asumen como dados.

Ecuaciones:

$ep_{j,d,t}^{im}$	Extracción de los Precios de las Importaciones.
$ep_{j,d,t}^{ex}$	Extracción de los Precios de las Exportaciones.
$I_D_{j,t}$	Igualdad de las variedades domésticas.

$$p_{j,d,t}^{im} = 1$$

$$p_{j,d,t}^{ex} = 1$$

$$M_{j,dom,t} = X_{j,dom,t}$$

LAS FIRMAS (AGENTE PRIVADO)

El modelo matemático para el agente "PRIVADO" maximiza el valor presente del beneficio sujeto a restricciones de tecnología, de insumos y de capital, matemáticamente es equivalente a minimizar los costos de consumo de materias primas y de factores de producción, modeladas por las funciones LEONTIEF, COBB-DOUGLAS, CES con lo que se obtiene funciones de demanda y luego funciones de costos por unidad.

El modelo asume que los hogares son propietarios de las empresas, así que las inversiones las realiza el agente institucional y no el agente privado.

PROBLEMA DEL AGENTE PRIVADO

Producción Final

Parámetros:

$a_{j,i,t}$	Coefficiente de Distribución en el Consumo Intermedio.
$b_{i,t}$	Coefficiente de Distribución en el Valor Agregado Bruto.

Variables Positivas:

$ya_{i,t}$	Producción Total de la Industria i .
$ci_{j,i,t}$	Consumo Intermedio.
$p_{i,t}^a$	Precio de la Producción Agregada de la Industria i .
$p_{i,t}^{vat}$	Precio del Valor Agregado en la Industria i .
$va_{i,fi,t}$	Valor Agregado por Industria y por Tipo de Sector.
$vat_{i,t}$	Valor Agregado Bruto.

Calibración:

$$a_{j,i,t} = \frac{ciq_{0,j,i,t}}{ya_{0,i,t}}$$

$$b_{i,t} = \frac{vat_{0,i,t}}{ya_{0,i,t}}$$

Ecuaciones (Comportamiento):

- $D_vat_{i,t}$ Demanda de valor agregado por la industria i .
 $D_ci_{j,i,t}$ Demanda de consumo intermedio del bien j por la industria i
 $CG_p_{i,t}^a$ Cero Ganancia de la Producción

$$vat_{i,t} = ya_{i,t} * b_{i,t}$$

$$ci_{j,i,t} = a_{j,i,t} * ya_{i,t}$$

$$pa_{i,t} * ya_{i,t} = \sum_j (ci_{j,i,t} * ps_{j,t}) + vat_{i,t} * p_{i,t}^{vat} + \tau_{i,t}^{oip} * va_{i,form,t}$$

Valor Agregado

Parámetros:

- $\rho_{i,t}^{va}$ Valor Agregado Formal e Informal
 $\delta_{i,fi,t}^{va}$ Deltas del Valor Agregado por tipo y por Industria
 $\gamma_{i,t}^{vat}$ Coeficiente de Eficiencia en la Composición del Valor Agregado Total
 Variables Positivas
 $p_{i,fi,t}^{va}$ Precio del Valor Agregado por Tipo de Sector y por Industria

Calibración:

$$\delta_{i,fi,t}^{va} = \frac{1 - \rho_{i,t}^{va}}{va_{0,i,fi,t} \sum_{fia} va_{0,i,fi,t}^{1 - \rho_{i,t}^{va}}}$$

$$\gamma_{i,t}^{vat} = vat_{0,i,t} * \sum_{fi} \left(\delta_{i,fi,t}^{va} * va_{0,i,fi,t}^{\rho_{i,t}^{va}} \right)^{-\frac{1}{\rho_{i,t}^{va}}}$$

Ecuaciones (Comportamiento):

- $D_va_{i,fi,t}$ Distribuye Valor Agregado Total por Industria para cada tipo de Sector
 $CG_p_{i,t}^{vat}$ Cero Ganancia al Agregar Valores Agregados.

$$va_{i,fi,t} = \frac{vat_{i,t}}{\gamma_{i,t}^{vat}} * \left(\frac{\delta_{i,fi,t}^{va}}{P_{i,fi,t}^{va}} \right)^{\frac{1}{1-\rho_{i,t}^{va}}} * \sum_{fia} \left(P_{i,fi,t}^{va}^{-\frac{\rho_{i,t}^{va}}{1-\rho_{i,t}^{va}}} * \delta_{i,fi,t}^{va} \right)^{\frac{1}{1-\rho_{i,t}^{va}}} - \frac{1}{\rho_{i,t}^{va}}$$

$$p_{i,t}^{vat} * vat_{i,t} = \sum_{fi} \left(p_{i,fi,t}^{va} * va_{i,fi,t} \right)$$

Valor Agregado Formal

Parámetros:

$\rho_{i,t}^{vaf}$	Valor Agregado Formal
$\delta_{f,i,t}^{vaf}$	Delta del Valor Agregado por Industria (Proporción)
$\gamma_{i,t}^{vaf}$	Coefficiente de eficiencia en la composición del valor agregado formal
$\tau_{i,t}^{pat}$	Impuesto al Patrimonio de las Empresas

Variables Positivas:

$x_{f,i,t}^{va}$	Demanda de factor f por la industria i .
$p_{i,t}^l$	Precio de mano de obra.
$p_{i,t}^k$	Precio de capital.
$p_{i,t}^{vafor}$	Precio de valor agregado formal

Calibración:

$$\delta_{f,i,t}^{vaf} = \frac{x_{0f,i,t}^{va} 1 - \rho_{i,t}^{vaf}}{\sum_{fa} x_{0fa,i,t}^{va} 1 - \rho_{i,t}^{vaf}}$$

$$\gamma_{i,t}^{vaf} = va_{0i,form,t} * \sum_{fa} \left(\delta_{fa,i,t}^{vaf} * x_{0fa,i,t}^{va} \right)^{\frac{\rho_{i,t}^{vaf}}{1-\rho_{i,t}^{vaf}}} - \frac{1}{\rho_{i,t}^{vaf}}$$

$$\tau_{i,t}^{pat} = 0$$

Ecuaciones (Comportamiento):

$D_x x_{f,i,t}^{va}$	Demanda de Factores de Producción (Labor y Capital)
CG_p^{vafor}	Cero Ganancia por Industria y por Sector Formal

$$x_{f,i,t}^{va} = \left(\frac{va_{i,form,t}}{\gamma_{i,t}^{vaf}} \right) * \left(\frac{\delta_{f,i,t}^{vaf}}{p_{i,t}^l} \right)^{\frac{1}{1-\rho_{i,t}^{vaf}}} * \left(\left(\frac{\delta_{rem,i,t}^{vaf}}{p_{i,t}^l (\rho_{i,t}^{vaf})} \right)^{\frac{1}{1-\rho_{i,t}^{vaf}}} + \left(\frac{\delta_{ebe,i,t}^{vaf}}{p_{i,t}^k (\rho_{i,t}^{vaf})} \right)^{\frac{1}{1-\rho_{i,t}^{vaf}}} \right)^{-\frac{1}{\rho_{i,t}^{vaf}}}$$

$$+ \left(\frac{va_{i,form,t}}{\gamma_{i,t}^{vaf}} \right) * \left(\frac{\delta_{f,i,t}^{vaf}}{p_{i,t}^k} \right)^{\frac{1}{1-\rho_{i,t}^{vaf}}} * \left(\left(\frac{\delta_{rem,i,t}^{vaf}}{p_{i,t}^l (\rho_{i,t}^{vaf})} \right)^{\frac{1}{1-\rho_{i,t}^{vaf}}} + \left(\frac{\delta_{ebe,i,t}^{vaf}}{p_{i,t}^k (\rho_{i,t}^{vaf})} \right)^{\frac{1}{1-\rho_{i,t}^{vaf}}} \right)^{-\frac{1}{\rho_{i,t}^{vaf}}}$$

$$P_{i,form,t}^{va} * va_{i,form,t} = P_{i,t}^k * (1 + \tau_{i,t}^{pat}) * x_{ebe,i,t}^{va} + P_{i,t}^l * x_{rem,i,t}^{va}$$

Valor Agregado Informal

Parámetros:

β_t Coeficiente de Eficiencia en el uso de Mano de Obra Informal.

Variables Positivas:

$li_{i,t}$ Demanda de Trabajo Informal por industria i

P_t^l Precio del Trabajo Informal.

Calibración:

$$\beta_t = lin_{0,t}$$

Ecuaciones (Comportamiento):

$D_{li_{i,t}}$ Demanda de Trabajo Informal por la Industria i

$CG_{P_{i,t}^{vainf}}$ Cero Ganancia por Industria sector Informal

$$li_{i,t} = va_{i,inf,t} * \beta_t$$

$$P_{i,inf,t}^{va} = \beta_t * P_t^l$$

Consideraciones Adicionales:

Variables Positivas:

$EQ_{P_{i,fi,t}^{va}}$ Extracción de los Precios del Valor Agregado Formal e Informal

$P_{i,t}^{vafor}$ Precio de Valor Agregado Formal

$P_{i,t}^{vainf}$ Precio de Valor Agregado Informal

Ecuaciones:

$$P_{i,fi,t}^{va} = P_{i,t}^{vafor} + P_{i,t}^{vainf}$$

$$P_{i,t}^{vafor} . L_{i,t} = 1$$

$$P_{i,t}^{vainf} . L_{i,t} = 1$$

Producción Atípica

(De la Industria a los Bienes)

Parámetros:

$P_{i,t}^{nt}$ Producción no Típica.

$\delta_{i,j,t}^{nt}$ Deltas del nt (Proporción)

$\gamma_{i,t}^{ynt}$ Coeficiente de Eficiencia en la Desagregación de la Producción nt .

Variables Positivas:

$y_{i,j,t}^{nt}$ Oferta del Bien j por la Industria i .

Calibración:

$$\delta_{i,j,t}^{nt} = \frac{y_{0,i,j,t}^{nt} 1 - \rho_{i,t}^{nt}}{\sum_{ja} y_{0,i,ja,t}^{nt} 1 - \rho_{i,t}^{nt}}$$

$$\gamma_{i,t}^{ynt} = y_{0,i,t}^a * \sum_j \left(\delta_{i,j,t}^{nt} * y_{0,i,j,t}^{nt} \rho_{i,t}^{nt} \right)^{-\frac{1}{\rho_{i,t}^{nt}}}$$

Ecuaciones(Comportamiento):

- $O_{y_{i,j,t}^{nt}}$ Oferta del Bien nt j por la Industria i
 $CG_{y_{i,t}^a}$ Cero Ganancia para la Industria que Oferta nt
 $EQ_{y_{j,t}^n}$ Oferta Nacional Total del Bien j

$$y_{i,j,t}^{nt} = \left(\frac{y_{i,t}^a}{\gamma_{i,t}^{ynt}} \right) * \left(\frac{\delta_{i,j,t}^{nt}}{P_{j,t}^{ynt}} \right)^{\frac{1}{1 - \rho_{i,t}^{nt}}} * \sum_{ja} \left(P_{ja,t}^{yn}^{-\frac{\rho_{i,t}^{nt}}{1 - \rho_{i,t}^{nt}}} * \delta_{i,ja,t}^{nt} \frac{1}{1 - \rho_{i,t}^{nt}} \right)^{-\frac{1}{\rho_{i,t}^{nt}}}$$

$$P_{i,t}^a * y_{i,t}^a = \sum_j (P_{j,t}^{ynt} * y_{i,j,t}^{nt})$$

$$y_{j,t}^n = \sum_i y_{i,j,t}^{nt}$$

4.3.2. Especificación Dinámica y Condiciones de Segundo Orden

A continuación se presenta un modelo de equilibrio general dinámico para la economía ecuatoriana, el cual no es formulado como un planeador central, aquí el consumo y la inversión son inter-temporales, y hace uso de las ecuaciones derivadas de cada uno de los problemas de optimización planteados que dan la dinámica explícita al consumo y a la inversión.

Se distinguen varios tipos de impuestos, particularmente aranceles que representan un ingreso importante al estado, solo existen dos tipos de bienes, los dedicados al comercio exterior y los de consumo nacional que capturan los elementos de una economía abierta.

Para la implementación numérica, el problema inter-temporal se formuló en tiempo discreto. El descontar en tiempo discreto requiere de una convención en los datos para mantener la formulación y la calibración simple, todas las transacciones se asumen que toman lugar al final del periodo, mientras que las decisiones son planeadas o tomadas al inicio del mismo.

PROBLEMA DEL AGENTE INVERSIONISTA
(Annabi y Rajhi⁶ 2002)

Para modelar la inversión inter-temporal, se añadió un “Agente Inversionista” que representa a las empresas no financieras que maximizan el valor presente del flujo de caja o también conocido como el CASH-FLOW⁷, que es distinto a la maximización del beneficio conocido para las FIRMAS⁸, sujeto a restricciones tecnológicas descritas por las funciones Leontief y Cobb-Douglas, por lo tanto éste agente enfrenta el siguiente problema de optimización.

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{máx } \sum_{t=0}^{\infty} \beta_t (r_t K_t - P_t J_t) \\ \text{Sujeto a:} \\ K_{t+1} = I_t + (1 - \delta)K_t \\ J_t = I_t \left(1 + \frac{\alpha_1}{2} \frac{\left(\frac{I_t}{K_t} - \alpha_2\right)^2}{\frac{I_t}{K_t}} \right) \end{array} \right.$$

$$\mathcal{L} = \beta_t \left(r_t K_t - P_t I_t \left(1 + \frac{\alpha_1}{2} \frac{\left(\frac{I_t}{K_t} - \alpha_2\right)^2}{\frac{I_t}{K_t}} \right) \right) + \lambda_t (K_t - I_{t-1} - (1 - \delta)K_{t-1}) +$$

$$\lambda_{t+1} (K_{t+1} - I_t - (1 - \delta)K_t) + \gamma_t I_t$$

$$\mathcal{L} = \beta_t \left(r_t K_t - P_t \left(I_t + \frac{\alpha_1}{2} \left(\frac{I_t^2}{K_t} - 2I_t \alpha_2 + \alpha_2^2 K_t \right) \right) \right) + \lambda_t (K_t - I_{t-1} - (1 - \delta)K_{t-1}) +$$

$$\lambda_{t+1} (K_{t+1} - I_t - (1 - \delta)K_t) + \gamma_t I_t$$

$$\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial K_t} = \beta_t \left(\gamma_t + \frac{\alpha_1}{2} P_t \left(\frac{I_t^2}{K_t^2} - \alpha_2^2 \right) \right) + \lambda_t - (1 - \delta)\lambda_{t+1} = 0 \quad (4.1)$$

$$\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial I_t} = -\beta_t \left(P_t \left(1 - \alpha_1 \left(\frac{I_t}{K_t} - \alpha_2 \right) \right) \right) - \lambda_{t+1} + \gamma_t \quad (4.2)$$

$$\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial \lambda_t} = K_t - I_{t-1} - (1 - \delta)K_{t-1} \quad (4.3)$$

$$\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial \gamma_t} = I_t \quad \text{Con } \gamma_t \geq 0 \Rightarrow \frac{\partial \mathcal{L}}{\partial \gamma_t} * \gamma_t = 0 \quad (4.4)$$

⁶ Esta ecuación, introducida por Annabi y Rajhi (2002) ayuda a que el agente inversor ajuste progresivamente su inversión hasta alcanzar su nivel óptimo, en el caso de que exista un shock exógeno en la economía, evitando así cambios repentinos y bruscos.

⁷ El flujo de caja representa el ingreso que percibe el agente, tanto por capital como por financiamiento, una vez descontados todos sus gastos corrientes en el sector productivo (incluyendo aquellos que lleva efectuar la inversión) más el pago de intereses

⁸ La diferencia radica en los dividendos que se encuentran presentes en este último

La inversión bruta J_t asume un costo de ajuste cuadrático exógeno a la firma que realiza la inversión y que está determinado por parámetros α_1 y α_2 , de incidencia y de desplazamiento del costo de inversión respectivamente y que aumenta en función del ratio $\frac{I_t}{K_t}$, esto es importante por que muestra que la producción no se ajusta instantáneamente a los cambios de precio y que el stock de capital deseado se alcanza gradualmente a través del tiempo.

La condición (4), es una condición de Kuhn-Tucker (soluciones de esquina), en cuyo caso se desagrega la solución en partes: cuando existe inversión nula y cuando la inversión es estrictamente positiva para cada instante de tiempo. Además, la matriz de contabilidad social que inicializan el consumo, la inversión y el capital puede tener valores negativos, que hace muy difícil hallar soluciones a este tipo de problemas.

Por lo que se decidió tomar a la Inversión Bruta igual a la Formación Bruta de Capital Fijo y no a la Inversión Bruta como la Formación Bruta de Capital Fijo más la Variación de Existencias, con lo cual se logra mantener las tendencias de comportamiento de la inversión y tener valores no negativos. De la solución de este problema, se obtuvo las respectivas ecuaciones que dan el comportamiento a este agente y que están a continuación.

Rigidez de Capital

Parámetros:

k_{0_i}	Capital Inicial.
δ_i	Depreciación del Capital.
α_{1_i}	Parámetro de Incidencia en el Costo de la Inversión.
α_{2_i}	Parámetro de Desplazamiento en el Costo de la Inversión.

VARIABLES POSITIVAS:

$p_{i,t}^k$	Precio del Capital por Industria
$InvN_{i,t}$	Inversión Neta

VARIABLES:

ep_t	Tasa de Cambio Real
rp_t	Tasa de Interés que Afecta al Productor
$\beta_{i,t}$	Factor de Descuento Inter-temporal
$k_{i,t}$	Cantidad de Capital Ofertado por Industria
$kt_{i,t}$	Cantidad de Capital Ofertado por Industria Post-Terminal
$InvB_{j,t}$	Inversión Bruta

$\lambda_{I_i,t}$	Multiplicador de Lagrange
λ_{ITT_i}	Multiplicador de Lagrange Post-Terminal

Calibración:

$$k_{0i} = \sum_t x_{0ebe,i,t}^{va}$$

$$\alpha_{1i} = \sum_{j,t} \frac{\left(PS_{0j,t} * InvBq_{0j,t} - \left(1 + PS_{0j,t} * (g - rex) \right) * x_{0ebe,i,t}^{va} \right)^2}{2 * PS_{0j,t} * (g - rex)^2 * x_{0ebe,i,t}^{va} * \left(PS_{0j,t} * InvBq_{0j,t} - PS_{0j,t} * (g + \delta_i) * x_{0ebe,i,t}^{va} \right)}$$

$$\alpha_{2i} = \sum_{j,t} \frac{\left((2 * rex + \delta_i - g) * PS_{0j,t} * InvBq_{0j,t} + (g * PS_{0j,t} - rex * PS_{0j,t} - 1) * (g + \delta_i) * x_{0ebe,i,t}^{va} \right)}{\left(PS_{0j,t} * InvBq_{0j,t} - \left(1 + PS_{0j,t} * (g - rex) \right) * x_{0ebe,i,t}^{va} \right)}$$

Ecuaciones:

EQ_ep_t	Ecuación para la Tasa de Cambio Real.
EQ_rp_t	Ecuación para la Tasa de Interés que afecta al Productor.
$Eq_beta_{i,t}$	Ecuación para los Factores de Descuento a Valor Presente.
$foc_inv_{i,t}$	Condición de Primer Orden con Respecto a la Inversión.
$foc_k_{i,t}$	Condición de Primer Orden con Respecto al Capital.
$Ac_K_{i,t}$	Acumulación de Capital.
Ac_Ktt_i	Acumulación de Capital.
$EQ_InvB_{j,t}$	Ecuación para la Inversión Bruta.
EQ_ktt_i	Ecuación para la Homogeneización del Capital Post-Terminal.

La tasa de cambio real que afecta al productor, es el precio relativo entre las exportaciones y los precios domésticos (los dos bienes vendidos por el productor), mientras que la tasa de interés que afecta al productor está en función de la tasa de interés internacional y la variación porcentual de la tasa de cambio real.

La calibración de los coeficientes de descuento inter-temporal β_t para el flujo de caja proviene de una ecuación de Euler resultante de las condiciones de primer orden del problema, pero estos coeficientes de descuento inter-temporal pueden plantearse a su vez en función de la tasa de interés que afecta el productor (activa), considerando a ésta como el factor que trae a valor presente el flujo de caja.

$$ep_t = \frac{\frac{\sum_{j,d} P_{j,d,t}^x * X_{j,d,t}}{\sum_{j,d} X_{j,d,t}}}{\frac{\sum_j P_{j,t}^d * M_{j,dom,t}}{\sum_j M_{j,dom,t}}}$$

$$rp_t = rex + \frac{ep_t - ep.l_t}{ep.l_t}$$

$$\beta_{I_{i,t}} = \prod_{tc}^{t-1} \frac{1}{1 + rp_t}$$

$$0 \leq \sum_j \left(\beta_{I_{i,t}} * PS_{j,t} * \left(1 + \alpha_{1i} * \left(\frac{InvN_{i,t}}{K_{i,t} - \alpha_{2i}} \right) \right) - \lambda_{I_{i,t+1}} - \lambda_{ITT_i} \right)$$

$$0 = \sum_j \beta_{I_{i,t}} * \left(p_{i,t}^k + PS_{j,t} * \left(\frac{\alpha_{1i}}{2} \right) * \left(\frac{InvN_{i,t}}{K_{i,t}} \right)^2 - (\alpha_{2i})^2 \right) - \lambda_{I_{i,t}} + (\lambda_{I_{i,t+1}} + \lambda_{ITT_i}) * (1 - \delta_i)$$

$$k_{i,t} = InvN_{i,t-1} + (1 - \delta_i) * k_{i,t-1}$$

$$ktt_i = \sum_t InvN_{i,t} + (1 - \delta_i) * k_{i,t}$$

$$InvB_{j,t} = \sum_i InvN_{i,t} + \left(\frac{\alpha_{1i}}{2} \right) * \left(\frac{InvN_{i,t}}{K_{i,t} - \alpha_{2i}} \right)^2 * K_{i,t}$$

$$0 = \sum_{j,t} \left(\frac{InvN_{i,t}}{InvN_{i,t-1}} - \frac{S_{j,t}}{S_{j,t-1}} \right)$$

Después de finalizar el último periodo, se presenta la siguiente pregunta: Que pasará con el capital después del último periodo?, para esto se endogeniza el capital post-terminal, para lo cual se añade otra ecuación que permita dar complementariedad a esta variable.

En este caso se estableció que los crecimientos que experimentan tanto la Inversión Neta como la Oferta Final del producto en el último periodo son iguales, que es exactamente lo que dice la última ecuación.

Para este tipo de reglas de cierre, se recomienda la formulación para periodos de tiempo no tan pequeños, lo que hace uso directo de la teoría de los estados estacionarios, ya que suponen la existencia de estos en el periodo terminal, lo que no es nada cierto.

RECIBO DE FACTORES POR EL GOBIERNO

Variables:

$$fac_{ft,t}^g \quad \text{Pago de Factores al Gobierno.}$$

Ecuaciones:

$$EQ_fac_{ft,t}^g \quad \text{Ecuación para el Pago de Factores.}$$

$$fac_{ft,t}^g = x_{ebe,i6,t}^{va} * p_{i6,t}^k * \left(\frac{fac_{0ebe,t}^g}{x_{0ebe,i6,t}^{va}} \right)$$

EL CONSUMIDOR

Este agente modela el comportamiento de los consumidores de nuestra economía mediante el empleo de una función Cobb-Douglas en la especificación de sus preferencias, maximiza el valor presente de la utilidad de consumo agregado, la cual es aditivamente separable, con una elasticidad de utilidad marginal y la utilidad es descontada con una tasa de descuento que denota las preferencias inter-temporales ρ , sujeto a una restricción presupuestaria.

PROBLEMA DEL CONSUMO INTER-TEMPORAL

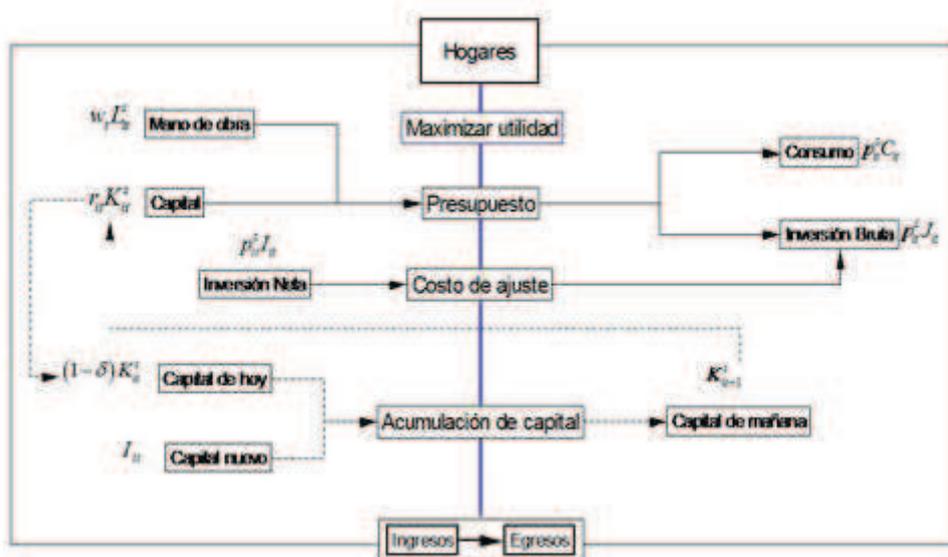


Figura 4.1: Dinámica de los Hogares

$$\max U_0 = \sum_{t=0}^{\infty} \left(\frac{1}{1+\rho} \right)^{t+1} \left(\frac{1}{1-\nu} \right) (C_t)^{1-\nu} \quad (4.5)$$

Los hogares son los que realizan decisiones de consumo inter-temporal, gastan en bienes y servicios; en subsistencias de acuerdo a su presupuesto y en pago de impuestos, los ingresos lo obtienen de la venta de trabajo y de un stock inicial de capital, de los intereses ganados por sus ahorros, reciben remesas del exterior y realizan transferencias con el gobierno.

Los problemas de optimización dinámicos que modelan un comportamiento real, se los resuelve para periodos de tiempo finitos, es decir; hay que poner condiciones de transversalidad, para esto se formuló una regla de cierre en el que el consumo post-terminal es igual a $(1 + g)$ veces el consumo del periodo anterior.

$$\sum_t (Cqt_{h,t} - (1 + g) * Cqt_{h,t-1}) = 0$$

Variables:

$vaneto_{ft,t}$	Valor Agregado Neto a ser Distribuido a los Hogares.
$ib_{h,t}$	Ingreso Primario del Hogar h.
$in_{h,t}$	Restricción Presupuestaria del Hogar h.
$int_hog_{h,t}$	Interés Pagado sobre la Deuda Externa Privada.

Ecuaciones(Comportamiento):

$EQ_vaneto_{ft,t}$	Valor Agregado Neto (Remun-EBE-Mix).
$IG_ib_{h,t}$	Ingreso Bruto Hogar h.
$IG_in_{h,t}$	Ingreso Neto Hogar h.

$$\begin{aligned}
 vaneto_{ft,t} &= \left(\sum_i (x_{rem,i,t}^{va} * p_{i,t}^l) + vadesde_{rem,t}^x - vaal_{rem,t}^x \right) + \left(\sum_i (x_{ebe,i,t}^{va} * p_{i,t}^k) \right. \\
 &\quad \left. + vadesde_{ebe,t}^x - vaal_{ebe,t}^x - fac_{ebe,t}^g \right) + \sum_i (p_t^{li} * li_{i,t}) \\
 ib_{h,t} &= \sum_{ft} (vaneto_{ft,t} * fachog_{h,ft,t}) + tra_{gh,t} + tra_{h,t}^{ing} + tra_{h,t}^m \\
 &\quad - (tra_{h,t}^x + int_hog_{h,t} + tra_{heg_{h,t}}) - fachog_{h,rem,t} * vaneto_{rem,t} * \tau_{h,t}^{rrem} \\
 &\quad - fachog_{h,ebe,t} * vaneto_{ebe,t} * \tau_{h,t}^{rcap} \\
 in_{h,t} &= (1 - \tau_{h,t}^{oh}) * ib_{h,t} + trage_{h,t}
 \end{aligned}$$

Primer Nivel de Decisión
(Decisiones Intra Temporales.)

Parámetros:

- $\theta_{j,h,t}$ Coeficiente de Distribución en el Consumo de los Hogares.
 $\gamma_{h,t}^{Cqt}$ Coeficiente de Eficiencia en la Conformación del Consumo Total.

Variables Positivas:

- $cq_{j,h,t}$ Demanda del Bien Agregado j por el Hogar h .
 $Pcqt_{h,t}$ Precio Inter-temporal en el Consumo Agregado.
 $Cqt_{h,t}$ Consumo Agregado Inter-temporal que realizan los Hogares.

Calibración:

$$\theta_{j,h,t} = \frac{cfh_{0j,h,t}}{\sum_{ja} cfh_{0ja,h,t}}$$

$$\gamma_{h,t}^{Cqt} = \frac{\sum_j cq_{0j,h,t}}{\prod_j cq_{0j,h,t}^{\theta_{j,h,t}}}$$

Ecuaciones (Comportamiento):

- $D_Cq_{j,h,t}$ Demanda de Consumo del Bien Agregado j por el hogar h .
 $CG_Pcqt_{h,t}$ Cero Ganacia en la Composición del Bien Agregado.

$$cq_{j,h,t} = \left(\frac{Cqt_{h,t}}{\gamma_{h,t}^{Cqt}} \right) * \left(\frac{\theta_{j,h,t}}{PS_{j,t}} \right) * \prod_{ja} \left(\frac{PS_{ja,t}}{\theta_{ja,h,t}} \right)^{\theta_{ja,h,t}}$$

$$Pcqt_{h,t} * Cqt_{h,t} = \sum_j PS_{j,t} * cq_{j,h,t}$$

Segundo Nivel de Decisión
(Decisiones Inter-Temporales)

Parámetros:

- v Elasticidad de Consumo Inter Temporal.
 ρ^c Factor de Descuento Inter Temporal en las Preferencias de Consumo.

VARIABLES POSITIVAS:

$Pcqtt_h$ Precio del Consumo Post Terminal.

$Cqtt_h$ Consumo Post Terminal.

VARIABLES:

rc_t Tasa de Interés que Afecta al Consumidor.

$sav_hog_{h,t}$ Ahorro Neto del Hogar.

$deuda_ext_{h,t}$ Deuda Externa Privada.

ec_t Tasa de Cambio Real que Afecta al Consumidor.

CALIBRACIÓN:

$$\begin{aligned}
 v &= 1 \\
 \rho^c &= \frac{(1 + rc_0)}{(1 + g)^v} - 1 \\
 rc.l_t &= rc_0 \\
 Pcqtt.l_h &= \sum_t Pcqt.l_{h,t} \\
 Cqtt.l_h &= \sum_t Cqt.l_{h,t} * (1 + g) \\
 sav_hog.l_{h,t} &= in.l_{h,t} - Pcqt.l_{h,t} * Cqt.l_{h,t} \\
 deuda_ext.l_{h,t} &= (1 + g) * qref_t * deuda_ext_{h,0} \\
 ec.l_t &= \frac{\sum_{j,d} P^{im}.l_{j,d,t} * (1 + \tau_{d,j,t}^m) * M.l_{j,d,t}}{\sum_{j,d} M.l_{j,d,t}} \\
 &= \frac{\sum_j P^d.l_{j,t} * M.l_{j,dom,t}}{\sum_j M.l_{j,dom,t}}
 \end{aligned}$$

Ecuaciones (Comportamiento)

EQ_Pcqtt_h Endogenización del Precio de Consumo Post Terminal.

EQ_Cqtt_h Endogenización del Consumo Post Terminal.

EQ_rc_t Ecuación para la Tasa de Interés que Afecta al Consumidor.

EQ_ec_t Ecuación para la Tasa de Cambio Real que Afecta al Consumidor.

$EQ_sav_hog_{h,t}$ Endogenización del Ahorro Neto.

$EQ_int_hog_{h,t}$ Ecuación para los Intereses sobre Deuda Externa Privada.

$EQ_deuda_ext_{h,t}$ Ecuación de la Deuda Externa Privada.

$D_Cqt_{h,t}$ Demanda Inter-Temporal de Consumo Agregado.

$$Pcqtt_h = \sum_t Pcqt_{h,t}$$

$$\sum_t Cqtt_h = (1 + g) * Cqt.l_{h,t}$$

$$rc_t = rex + \frac{(ec_t - ec.l_t)}{ec.l_t}$$

$$ec_t = \frac{\frac{\sum_{j,d} P_{j,d,t}^{im} * (1 + \tau_{d,j,t}^m) * M_{j,d,t}}{\sum_{j,d} M_{j,d,t}}}{\frac{\sum_j P_{j,t}^d * M_{j,dom,t}}{\sum_j M_{j,dom,t}}}$$

$$sav_hog_{h,t} = in_{h,t} - Pcqt_{h,t} * Cqt_{h,t}$$

$$int_hog_{h,t} = rex * (deuda_ext_{h,t-1} + deuda_ext_{h,0}) * \frac{\sum_r mcs_{r,h}}{\sum_{r,ha} mcs_{r,ha}}$$

$$\sum_j PS_{j,t} * (fbkfqh_{0,j,t} - InvB.l_{j,t} + InvB_{j,t}) + tra_{h,k,t} = \sum_h (sav_hog_{h,t}) + sav_ext_{h,t} + (deuda_ext_{h,t} - deuda_ext_{h,t-1} - deuda_ext_{h,0})$$

$$(Pcqt_{h,t+1} * Cqt_{h,t+1}^v) + (Pcqt_{h,t} * Cqt_{h,t}^v) * (1 + \rho^c) = (Pcqt_{h,t} * Cqt_{h,t}^v) * (1 + rc_{t+1} + rc_t)$$

EL GOBIERNO

El gobierno se lo representa como un agente exógeno (no optimiza nada), se restringe a regular las transacciones entre los demás agentes, demanda servicios al sector privado y efectúa transferencias de ahorro e inversión. Sin embargo, a diferencia de los hogares, su nivel de consumo se ve pre-determinado exógenamente, y su gasto se ve restringido a su ingreso disponible que ya se han efectuado las transferencias por concepto de ahorro e inversión.

El ingreso disponible del gobierno es el resultado de la suma de las recaudaciones provenientes de los impuestos, aranceles de importación, intereses provenientes de la acumulación del capital y de transferencias de capital desde el exterior como remesas y préstamos.

Variables:

$iva_{j,t}$	Ingresos Simulados por IVA.
$ice_{j,t}$	Ingresos Simulados por ICE.
$aranc_{j,t}$	Ingresos Simulados por Aranceles.
$oimp_{j,t}$	Ingresos por Otros Impuestos sobre Productos.
$oip_{i,t}$	Ingresos por Impuestos Indirectos a la Producción.
$pat_{i,t}$	Ingreso por Impuesto al Patrimonio de las Empresas.
$oih_{h,t}$	Ingreso por Impuesto a la Renta.
$rrem_{h,t}$	Ingreso por Impuesto a la Remuneración.
$rcap_{h,t}$	Ingreso por Impuesto al Capital.
$rect_t$	Recaudación Total.
int_gob_t	Intereses sobre la Deuda Externa Pública.
ibg_t	Ingresos del Gobierno.
sav_gob_t	Ahorro Neto del Gobierno.
$deuda_ext_{g,t}$	Deuda Externa Pública.

Ecuaciones (Comportamiento):

$IG_iva_{j,t}$	Ingreso por IVA.
$IG_ice_{j,t}$	Ingreso por ICE.
$IG_aranc_{j,t}$	Aranceles.
$IG_oimp_{j,t}$	Otros Impuestos.
$IG_oip_{i,t}$	Impuestos Indirectos.
$IG_pat_{i,t}$	Impuesto al Patrimonio.
$IG_oih_{h,t}$	Impuesto a la Renta.
$IG_rrem_{h,t}$	Impuesto a la Remuneración.
$IG_rcap_{h,t}$	Impuesto al Capital.
IG_rect_t	Recaudación Total.
$EQ_int_gob_t$	Intereses Sobre la Deuda Externa Pública.
$IG_ib_{g,t}$	Ingreso Gubernamental Bruto.
$EQ_sav_gob_t$	Ahorro Neto del Gobierno.
$EQ_deuda_ext_{g,t}$	Ecuación de la Deuda Externa Pública.

$$\begin{aligned}
iva_{j,t} &= \sum_d (M_{j,d,t} * P_{j,d,t}^{im} * (1 + \tau_{d,j,t}^m)) * (1 + \tau_{j,t}^{oimpe}) * (1 + \tau_{j,t}^{ice}) * (\tau_{j,t}^{iva}) \\
ice_{j,t} &= \sum_d (M_{j,d,t} * P_{j,d,t}^{im} * (1 + \tau_{d,j,t}^m)) * (1 + \tau_{j,t}^{oimpe}) * (\tau_{j,t}^{ice}) \\
aranc_{j,t} &= \sum_d (M_{j,d,t} * P_{j,d,t}^{im} * (1 + \tau_{d,j,t}^m)) \\
oimp_{j,t} &= \sum_d (M_{j,d,t} * P_{j,d,t}^{im} * (1 + \tau_{d,j,t}^m)) * (tao_{j,t}^{oimpe}) \\
oip_{i,t} &= va_{i,form,t} * \tau_{i,t}^{oip} \\
oih_{h,t} &= ib_{h,t} * \tau_{h,t}^{oih} \\
rrem_{h,t} &= fachog_{h,rem,t} * vaneto_{rem,t} * \tau_{h,t}^{rrem} \\
rcap_{h,t} &= fachog_{h,ebe,t} * vaneto_{ebe,t} * \tau_{h,t}^{rcap} \\
pati_{i,t} &= \tau_{i,t}^{pat} * p_{i,t}^k * xva_{ebe,i,t} \\
rect_t &= \sum_j (iva_{j,t} + ice_{j,t} + aranc_{j,t} + oimp_{j,t}) + \sum_i (oip_{i,t} + pati_{i,t}) + \\
&\quad \sum_h (oih_{h,t} + rrem_{h,t} + rcap_{h,t}) \\
int_gob_t &= rex * (deuda_ext_{g,t-1} + deuda_ext_{g,0}) \\
ib_{g,t} &= rect_t + \sum_{ft} (facg_{ft,t}) - \sum_h (trag_{h,t}) - tragx_t - int_gob_t \\
sav_gob_t &= ib_{g,t} - \sum_h (trage_{h,t}) - \sum_j (PS_{j,t} * c_{fgq_{j,t}}) \\
\sum_j PS_{j,t} * fbkfq_{g,j,t} &= sav_gob_t + trahk_t + sav_ext_{g,t} \\
&\quad + (deuda_ext_{g,t} - deuda_ext_{g,t-1} - deuda_ext_{g,0})
\end{aligned}$$

CONDICIONES DE EQUILIBRIO

Como bien lo dice su nombre, en los modelos de equilibrio las fuerzas que se encuentran presentes deben contrarrestarse simultáneamente, es decir; que las ofertas deben ser iguales a las demandas para cada bien y en cada uno de los periodos.

El consumo de las empresas (Consumo Intermedio), el consumo de los hogares y la inversión debe ser igual a la oferta total existente en nuestra economía modelo para cada uno de los bienes ofertados, de la misma manera esto ocurre para la oferta y demanda de mano de obra y de capital, así como los ingresos del gobierno que se transfieren en gasto público y ahorro.

Ecuaciones:

$EQ_PS_{j,t}$ Equilibrio de Mercado.

$EQ_p_{i,t}^k$ Oferta de Capital Igual a Demanda de Capital por Destino i .

$EQ_p_t^{li}$ Equilibrio Oferta y Demanda Total de Trabajo.

$$S_{j,t} = \sum_i ci_{j,i,t} + \sum_h (cq_{j,h,t}) + fbkfqh_{0,j,t} - InvB.l_{j,t} \\ + InvB_{j,t} + c f g q_{j,t} + fbk f q g_{j,t}$$

$$k_{i,t} = x_{ebe,i,t}^{va}$$

$$\frac{\sum_i (p_{i,t}^l) + p_t^{li}}{\sum_i (p^l.l_{i,t}) + p^{li}.l_t} - 1 = \left(\frac{\sum_i (p_{i,t-1}^l) + p_{t-1}^{li}}{\sum_i (p^l.l_{i,t-1}) + p^{li}.l_{t-1}} - 1 \right) + \phi_t * \left(\frac{\sum_i (x_{rem,i,t}^{va} + li_{i,t})}{\sum_i (x^{va}.l_{rem,i,t} + li.l_{i,t})} - 1 \right)$$

ESPECIFICACIÓN DEL MODELO DINÁMICO POR COMPLEMENTARIEDAD MIXTA (MCP)

La resolución computacional de un modelo de equilibrio general, se la realiza mediante la solución de un sistema de ecuaciones no lineales, y para un modelo dinámico habría que indexar las variables en el tiempo y listo, pero nunca se podría conocer la existencia o no de condiciones de Kuhn Tucker o mas conocidas como soluciones de esquina que con frecuencia se encuentran en problemas como el de los hogares, con lo cual se consigue ampliar el conjunto de soluciones de un modelo de equilibrio.

El esquema usado para la formulación del modelo como complementariedad mixta es el propuesto por MATHIENSEN (1985), el cual da las siguientes pautas para su formulación y que se mencionan a continuación.

- Los precios del bien en el mercado con sus respectivas condiciones de equilibrio.
- El salario y la renta de capital en el mercado con las condiciones de equilibrio en mano de obra y capital, respectivamente.
- Las cantidades a ofertar (demandar) con sus respectivas ecuaciones de oferta (demanda).
- El precio del bien/factor agregado con su respectiva ecuación de cero-ganancia.
- La cantidad del bien/factor a desagregar con su respectiva ecuación de cero-ganancia.

Bajo este esquema, considerando la estricta positividad en todas sus variables (a excepción de la inversión y su respectivo multiplicador), el modelo de equilibrio dinámico a través de las soluciones a los problemas de cada uno de los agentes, las ecuaciones de cero ganancia, y las condiciones de equilibrio, puede ser programado en GAMS de la siguiente manera.

Sector Exterior

$$\begin{array}{l}
D_M \perp M \quad CG_S \quad \perp S \quad EQ_{P^m} \perp P^m \\
O_X \perp X \quad CG_{PY^{nt}} \perp PY^{nt} \quad EQ_{P^x} \perp P^x \\
EP^{im} \perp P^{im} \quad EP^{ex} \quad \perp P^{ex} \quad I_D \quad \perp P^d
\end{array}$$

Sector Privado

$$\begin{array}{l}
D_{ci} \quad \perp ci, \quad D_{vat} \quad \perp vat, \quad CG_{P^a} \quad \perp P^a \\
D_{va} \quad \perp va, \quad CG_{P^{vat}} \quad \perp P^{vat}, \quad D_{x^{va}} \quad \perp x^{va} \\
EQ_{P^{va}} \perp P^{va}, \quad CG_{P^{vafor}} \perp P^{vafor}, \quad CG_{P^{vainf}} \perp P^{vainf} \\
D_{li} \quad \perp li
\end{array}$$

Producción Atípica

$$O_{Y^{nt}} \perp Y^{nt}, \quad CG_{Y^a} \perp Y^a, \quad EQ_{Y^n} \perp Y^n$$

Decisiones del Inversionista

$$\begin{array}{l}
EQ_{ep} \perp ep, \quad EQ_{rp} \quad \perp rp, \quad Eq_{\beta_i} \perp \beta_i \\
foc_{inv} \perp invn, \quad foc_k \quad \perp k, \quad Ac_K \quad \perp \lambda_i \\
Ac_{Ktt} \perp \lambda_{itt}, \quad EQ_{InvB} \perp InvB, \quad EQ_{ktt} \perp ktt
\end{array}$$

Capital Entregado al Gobierno

$$EQ_{facg} \perp facg, \quad EQ_{Vaneto} \perp vaneto, \quad IG_{ib} \perp ib, \quad IG_{in} \perp in$$

Problema de los Hogares

$$\begin{array}{l}
D_{cq} \quad \perp cq, \quad CG_{Pcqt} \quad \perp Pcqt, \quad EQ_{ec} \quad \perp ec \\
EQ_{rc} \quad \perp rc, \quad D_{Cqt} \quad \perp Cqt, \quad EQ_{Pcqtt} \quad \perp Pcqtt \\
EQ_{Cqtt} \perp Cqtt, \quad EQ_{sav_hog} \perp sav_hog \quad EQ_{deuda_exth} \perp deuda_exth \\
EQ_{int_hog} \perp int_hog
\end{array}$$

Ingresos Gubernamentales

<i>IG_iva</i>	⊥	<i>iva</i> ,	<i>IG_ice</i>	⊥	<i>ice</i> ,	<i>IG_aranc</i>	⊥	<i>aranc</i>
<i>IG_oimp</i>	⊥	<i>oimp</i>	<i>IG_oip</i>	⊥	<i>oip</i> ,	<i>IG_pat</i>	⊥	<i>pat</i>
<i>IG_oih</i>	⊥	<i>oih</i> ,	<i>IG_rrem</i>	⊥	<i>rrem</i> ,	<i>IG_rcap</i>	⊥	<i>rcap</i>
<i>IG_rect</i>	⊥	<i>rect</i> ,	<i>IG_ibg</i>	⊥	<i>ibg</i> ,	<i>EQ_sav_gob</i>	⊥	<i>sav_gob</i>
<i>EQ_deuda_extg</i>	⊥	<i>deuda_extg</i>	<i>EQ_int_gob</i>	⊥	<i>int_gob</i>			

Ecuaciones de Equilibrio

<i>EQ_ps</i>	⊥	<i>aux</i> ,	<i>EQ_pk</i>	⊥	<i>pk</i> ,	<i>EQ_pli</i>	⊥	<i>pli</i>
<i>EQ_aux_{ps}</i>	⊥	<i>ps</i> ,	<i>EQ_aux_{tao}</i>	⊥	<i>tao_oimpe</i>			

Capítulo 5

RESULTADOS DEL MODELO

5.1. Política Económica Ecuatoriana

Para las simulaciones que se realizarán, es de mucha ayuda hacer uso de algunas definiciones económicas importantes; así como hacer un breve resumen de la economía ecuatoriana para el periodo 1999-2008, ya que es el periodo en el cual se han venido desarrollando este tipo de estudios, muchos de los supuestos usados para este modelo se enmarcan en cifras de este periodo y los resultados obtenidos son comparados con la MCS del 2001.

Primero, hay que recordar que: “La Economía es la ciencia que estudia como las sociedades utilizan los recursos escasos para producir mercancías con el fin de distribuirlas a los individuos generando bienestar en este proceso de intercambio”. El Gobierno sabe en qué consiste el bienestar de los ciudadanos y junto con información confiable ejecuta la política económica que permite maximizar dicho bienestar.

Segundo, Política Económica es toda acción del gobierno que influye en la trayectoria de alguna variable económica con el fin de corregir fluctuaciones, para lograr un crecimiento sostenido en el largo plazo, con un uso de los factores lo más próximo al pleno empleo, evitando desequilibrios como: inflación, déficit público, déficit por cuenta corriente, que si se repiten en el tiempo, retardan el crecimiento económico y el desarrollo de un país.

La Política Económica tiene los siguientes objetivos:

- **Estabilización de Precios:** La estabilidad de precios se mide por los índices de precios o índices de inflación, la inflación es el aumento generalizado de precios de bienes y servicios, la estabilización de precios es ligada a la dolarización. En 1999, hubo una devaluación del sucre en un 300 % (de 7000 a 25000 sucres por dólar).

- **Crecimiento Económico:** Es la expansión de la economía de un país y se mide como el aumento porcentual del Producto Interno Bruto (PIB), o el aumento de la producción de bienes y servicios por unidad de tiempo, no siempre sostenido, lo que origina que la producción se desvíe de su trayectoria de equilibrio en el largo plazo.
- **Creación de Empleo:** El desempleo, nace cuando la demanda productiva no puede abastecer la oferta laboral, es una variable que depende del crecimiento de una economía, del nivel y de la estructura de las inversiones y del consumo de los agentes económicos del país. Cabe destacar los elevados niveles de trabajo informal y de subempleo en la economía ecuatoriana y además el fenómeno migratorio hacia el exterior.
- **Equilibrio del Sector Externo:** En 1999, hubo excedente en la balanza comercial, comparado con 1998, cuando la balanza fue deficitaria. Esta situación, no se debió a la recuperación de las exportaciones, sino a la contracción de las importaciones, como consecuencia de la depresión económica, pues las importaciones cayeron un 50%, mientras que las exportaciones se estancaron en ese año. Las mayores contracciones se dan en las importaciones de bienes de consumo y bienes de capital.
- **Distribución de la Renta:** En Ecuador, la estructura de la propiedad y la incapacidad fiscal y redistributiva de los gobiernos de turno, han contribuido a generar estructuras socioeconómicas muy inequitativas, las disparidades se muestran entre: el sector urbano y rural, entre hombres y mujeres, entre los jóvenes y la gente de edad avanzada, diferencias basadas en el cálculo del coeficiente de Gini, que mide las desigualdades en la distribución del ingreso.
- **Medio Ambiente:** Ecuador es un país que ha dado mucha importancia al tema ambiental, convirtiéndose en pionero al oponerse por decisión presidencial a la NO EXPLOTACIÓN DEL PETROLEO DEL YASUNI, con el propósito principal de la defensa de la cultura, de la vida, de los derechos indígenas y de la biodiversidad.

Además se busca estabilidad macro-económica, que consiste en reducir las variaciones cíclicas en los niveles de actividad (recesiones y expansiones excesivas), así como restablecer el equilibrio interno¹ y externo² de la economía, siendo esta estabilidad un estado deseado por los agentes económicos.

¹ Se da cuando los recursos productivos de un país están plenamente empleados y sus precios están estables.

² El equilibrio externo se lo mide a través de la balanza de pagos.

Para alcanzar esta estabilidad, el gobierno posee instrumentos de política económica de acuerdo a la coyuntura y estructura de cada país. Los principales instrumentos de estabilización son las políticas monetaria y fiscal. Las políticas comerciales tienen efectos macroeconómicos en la balanza de pagos, pero no son muy utilizadas para estabilización macroeconómica, aunque por ser ingresos del gobierno forman parte de la política fiscal.

La política monetaria se refiere al manejo del tipo de cambio y emisión monetaria, los factores que afectan a la oferta y a la demanda de dinero son causas importantes para la variación del tipo de cambio, ya que modifican las tasas de interés así como las expectativas de los tipos de cambio futuros y por ende al ahorro e inversión nacional, por tal motivo la política cambiaria se ve condicionada a los objetivos de la política monetaria y fiscal.

En dolarización, la política monetaria tiene restricciones, el Banco Central ha perdido sus funciones de emisor de moneda y prestamista de última instancia, pero aún se conservan el encaje bancario, las operaciones de liquidez³ y la determinación de los tipos de interés, la política cambiaria ha desaparecido por completo. De este modo, la política fiscal asume importancia relativa para influir en la economía y el gasto público, en especial el gasto social.

Como crítica se puede mencionar que el gobierno carece de información acerca del modelo y de las perturbaciones, por ende de los efectos de sus propias acciones, ya sea la dirección, la cuantía y el retardo con que actúa una medida económica, que es muy importante a la hora de valorar el carácter estabilizador o desestabilizador de una política, es decir; el gobierno siempre se enfrenta a una gran incertidumbre.

La política fiscal funciona gracias al manejo de los ingresos (impuestos) y gastos del gobierno (bienes y servicios o transferencias), así como a través de los mecanismos de financiamiento del déficit o del superávit para alcanzar objetivos macro y micro económicos, como la provisión de bienes y servicios, las transferencias de renta, la estabilización de la economía etc. En economía dolarizada, la política fiscal ha sido el instrumento empleado para estabilizar la economía en pro del pleno empleo y la estabilidad de los precios.

Los impactos que tengan estos instrumentos sobre la economía modelo se los analiza a continuación.

³ Se limita a las operaciones de mercado abierto, a fin de que la colocación de títulos del Banco Central sea para recoger excedentes de liquidez y utilizarlos para cubrir demandas del sistema financiero.

5.2. Experimentación Numérica

Construido el modelo, el mismo se ejecuta sin alteración de ecuación o coeficiente alguno y los resultados obtenidos, es decir; la matriz de contabilidad social generada o resultante, debe ser igual a la matriz de contabilidad social usada como base de datos y que se asume como el equilibrio y solución inicial, con lo que se puede ver el estado del que parte o se encuentra la economía modelo.

Con este modelo básicamente se pueden simular medidas de carácter fiscal y comercial, en lo tributario se pueden hacer simulaciones acerca de posibles variaciones de los impuestos al Valor Agregado, a los Consumos Especiales y a la Renta, sea Renta de las Remuneraciones o Rental del Capital, específicamente en lo fiscal es de interés una reducción del 2% en el Impuesto al Valor Agregado (IVA), que es una medida latente propuesta frecuentemente.

Tratándose de lo fiscal inclusive se pueden manipular precios de los bienes subsidiados y que representan una gran carga fiscal como gas, gasolina y electricidad. Si se tiene interrogantes sobre los gastos gubernamentales, variaciones del precio de la mano de obra formal es posible simular y por lo tanto medir efectos sobre la economía de una subida salarial.

En cuestiones de inversión social es posible simular transferencias del gobierno a los hogares y con esto las consecuencias de un aumento o disminución del bono solidario y sus efectos sobre el consumo rural y urbano, y si la cobertura de ese consumo es via importaciones o producción nacional; si es producción nacional, ésta producción demanda mano de obra y por ende variaciones sobre los índices de empleo, desempleo y de subempleo son medibles.

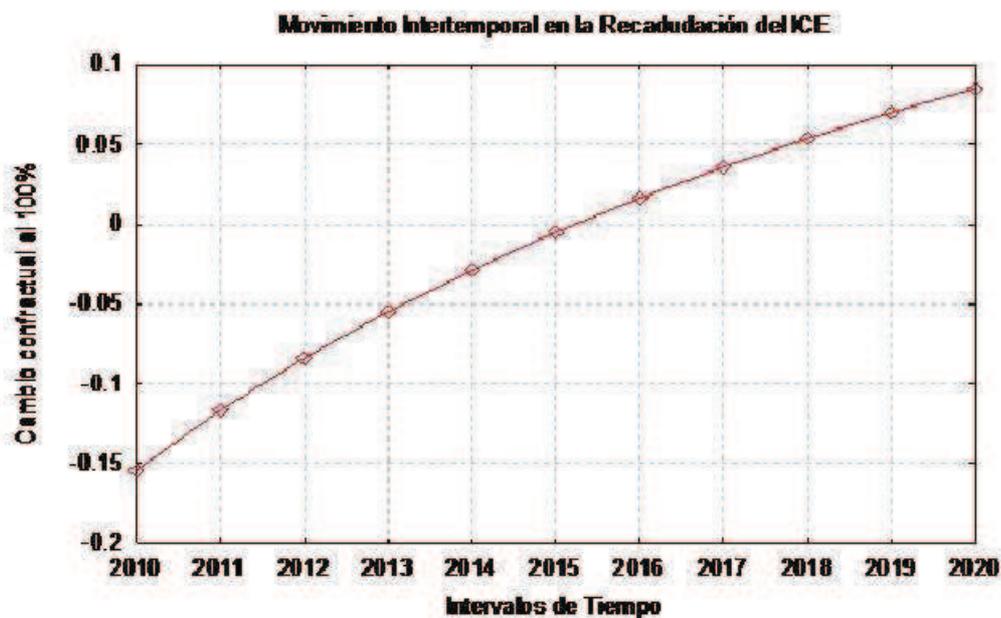
En lo comercial se puede simular posibles acuerdos comerciales, ya sea agregando o desagregando su destino en la matriz de contabilidad social y los aranceles de los bienes producidos o importados, ya sea de manera parcial o total, debido a esto se modifica la estructura de la producción nacional y se mide el PIB por industria y la demanda de insumos intermedios, así como del valor agregado.

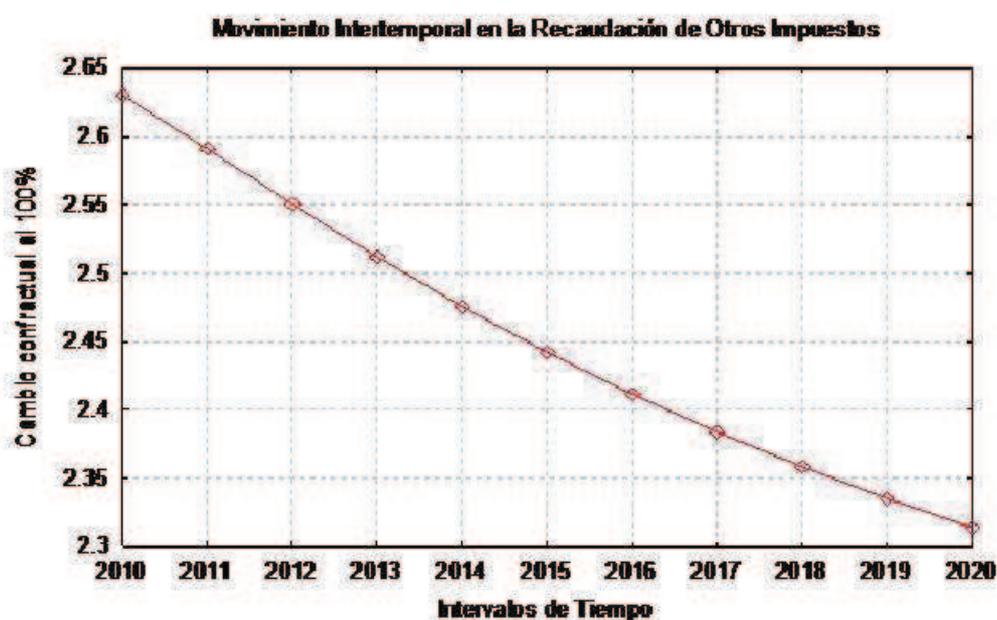
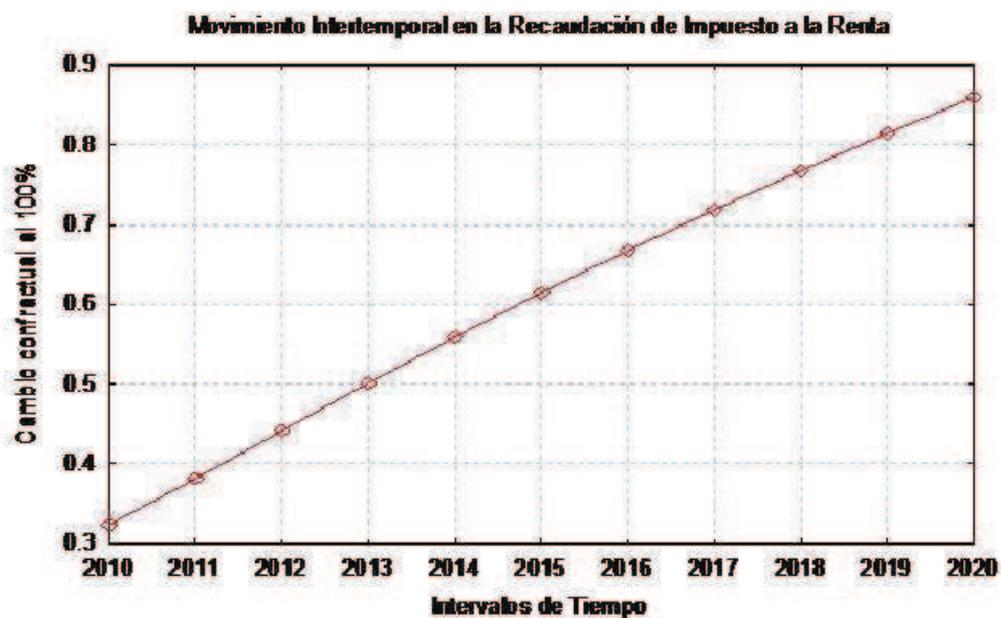
Finalmente, y muy importante es saber sobre la sostenibilidad de la economía dolarizada, ya que uno de los argumentos de su funcionamiento son las transferencias de dinero desde el exterior por parte de los emigrantes, y la reducción paulatina de ingresos por este rubro afecta de manera directa al ahorro nacional y al crecimiento.

5.3. SIMULACIONES

5.3.1. Reducción del IVA del 12% al 10%

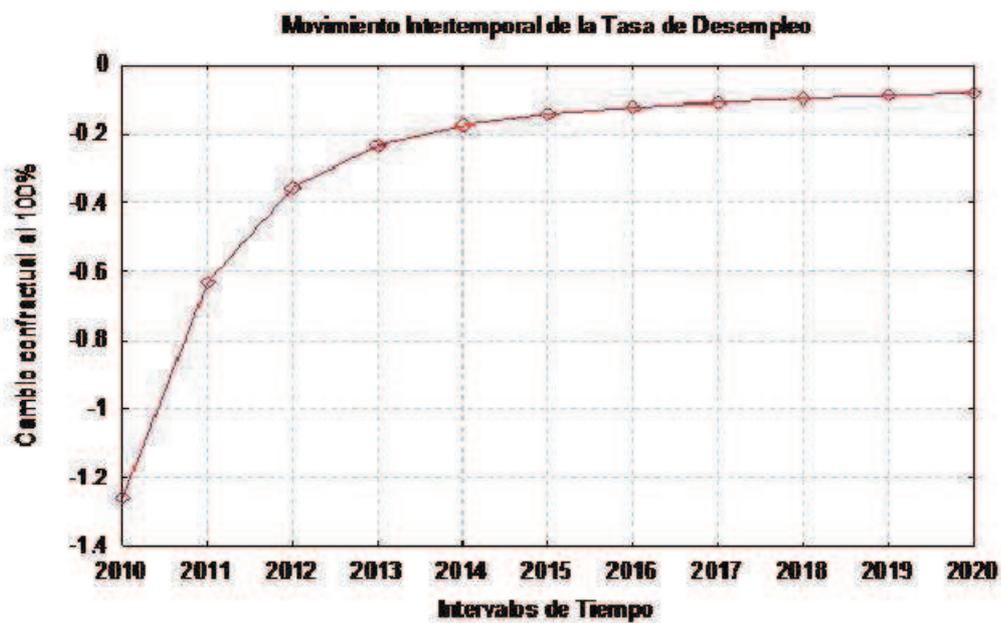
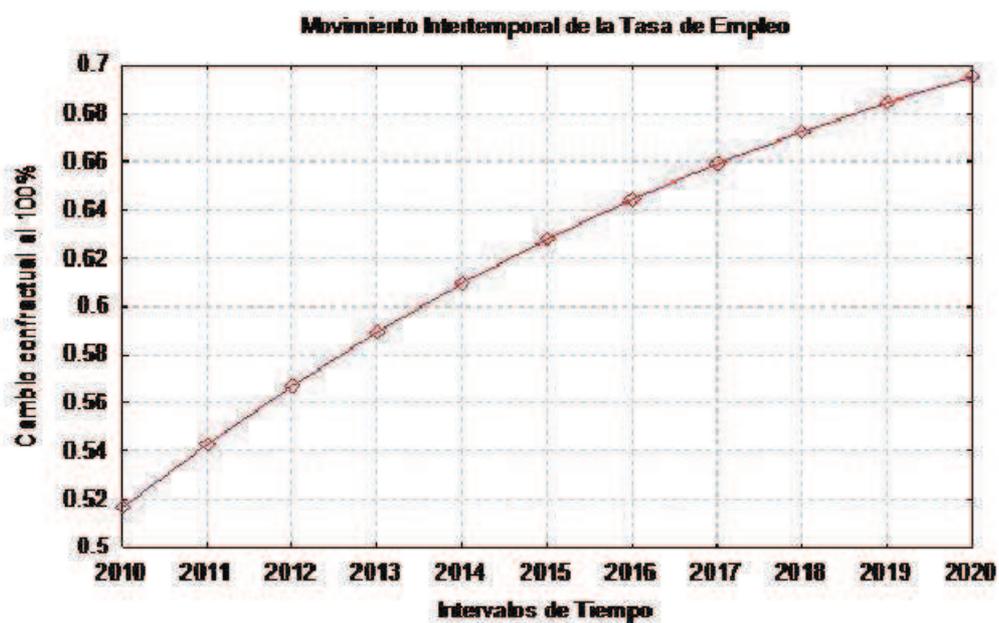
Con Respecto a lo Tributario

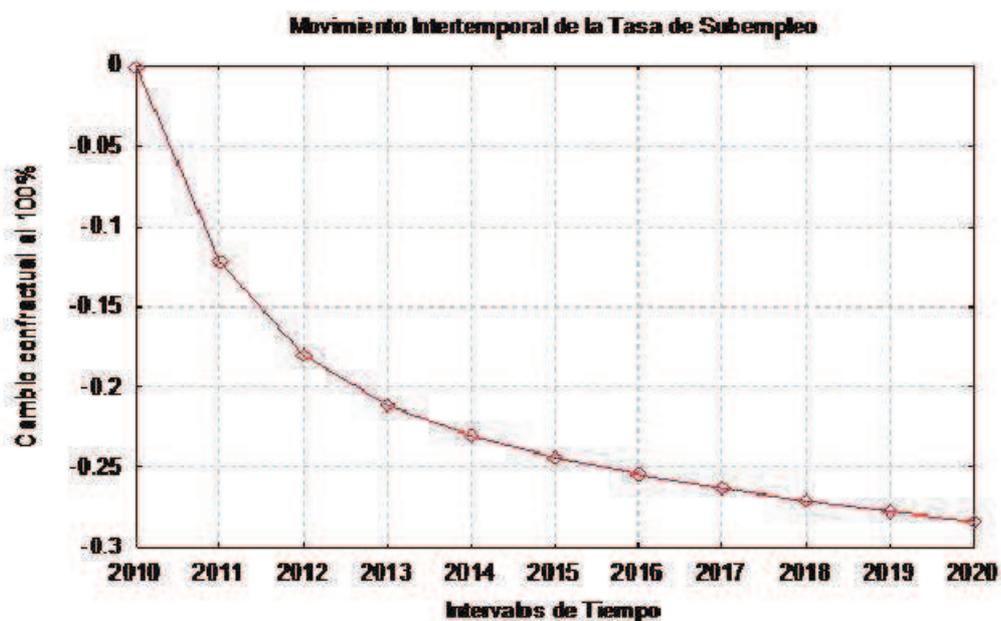




Como se aprecia en los gráficos anteriores, las recaudaciones por concepto de iva se reducen cerca del 16%, éste es uno de los rubros mas importantes de ingresos del gobierno y una de las principales fuentes de financiamiento del presupuesto y por ende del gasto público, las recaudaciones del impuesto a los consumos especiales *ICE* se reducen en un 0,15%, la recaudación por concepto de impuesto a la renta y por concepto de otros impuestos, aumentan 0,3% y 2,65% respectivamente.

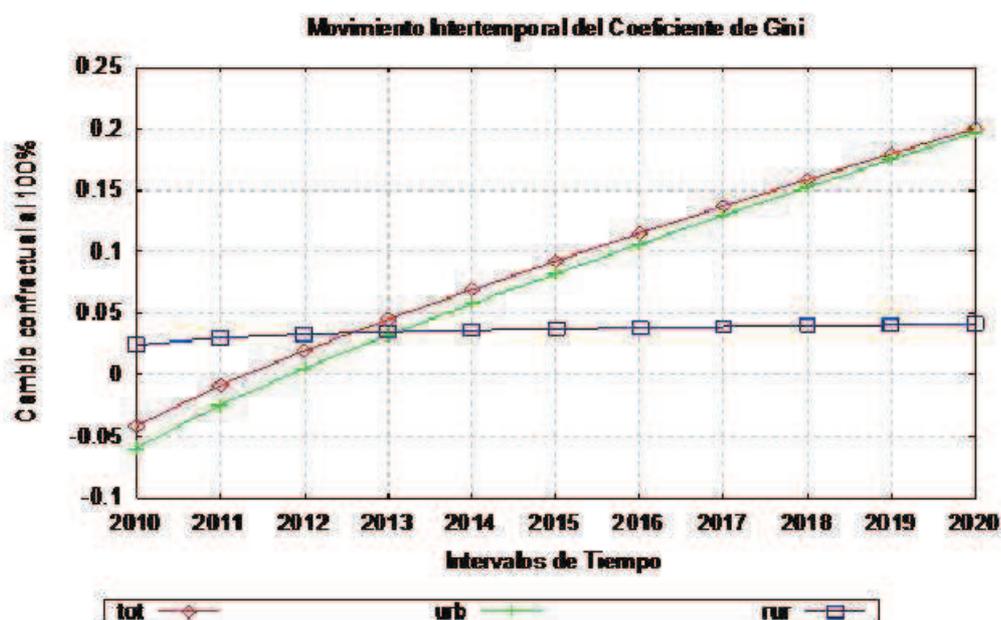
Con Respecto a la Generación de Empleo





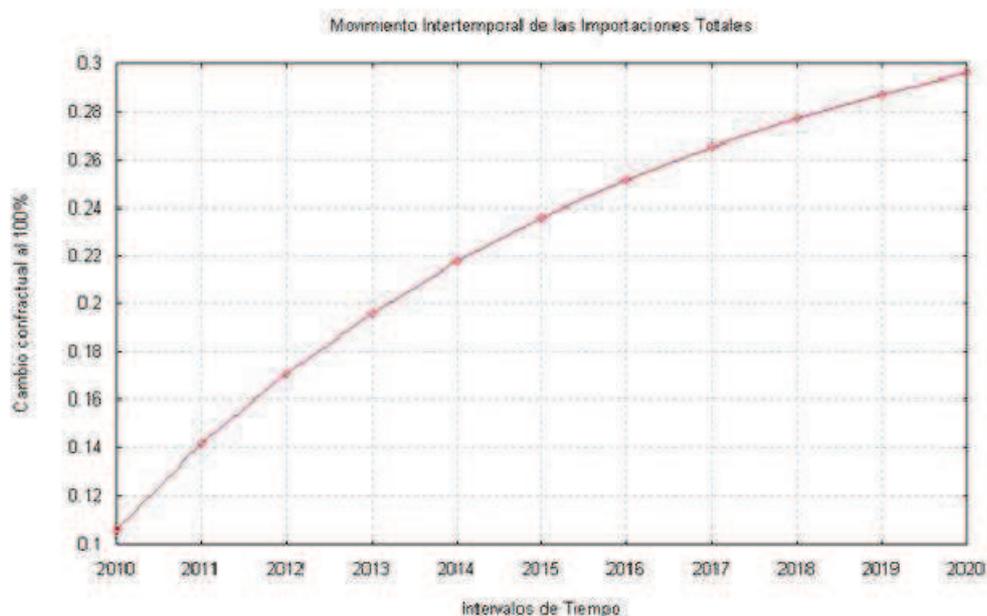
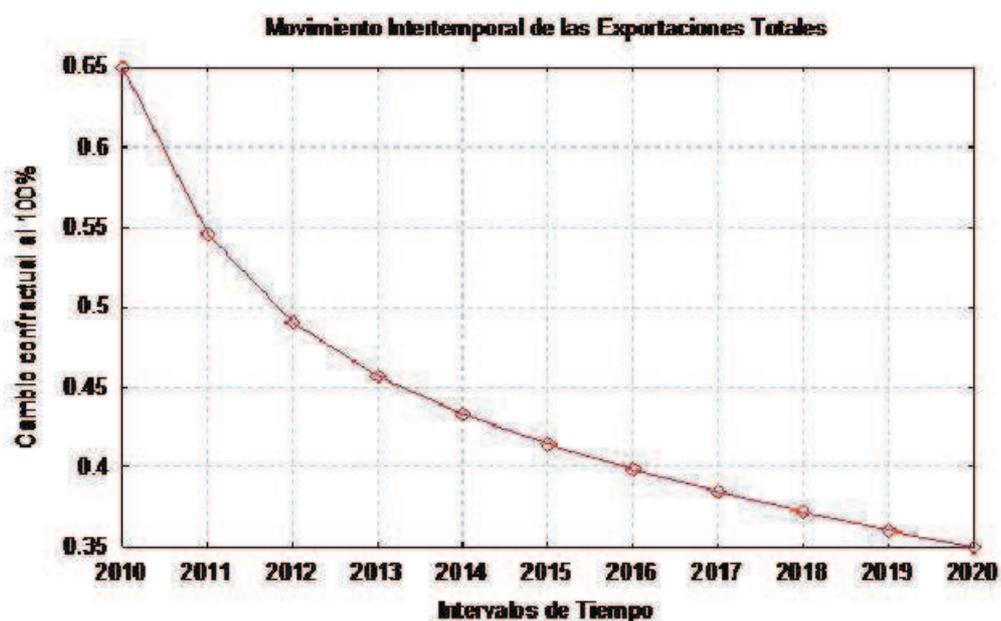
Con respecto a la generación de empleo, se puede decir que la política es positiva ya que la tasa de empleo aumenta el 0,52% y la tasa de desempleo se reduce el 1,2%. Una de las razones podría ser que al reducir el IVA, los productores abaratan costos por lo que podrían contratar mano de obra para producir y cubrir la demanda extra por abaratamiento del precio final del producto.

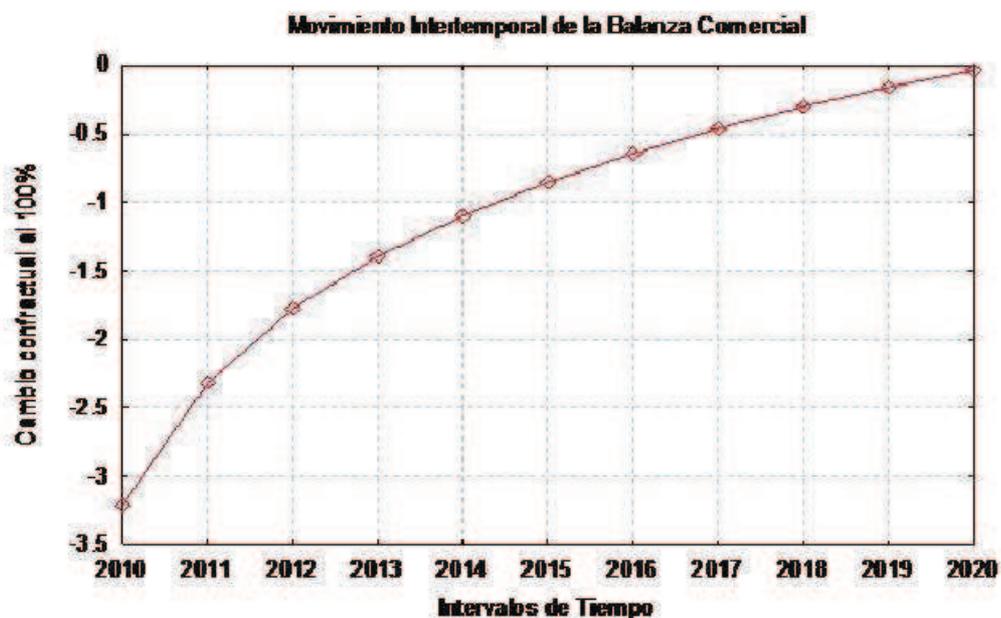
Con Respecto a la Equidad en la Distribución



La política afecta mayoritariamente al sector urbano, debido a la pendiente, y gracias a que es positiva y pronunciada, se puede decir que la política es positiva para el estado en cuestiones de re distribución del ingreso, como se puede ver, el índice crece cada vez mas conforme transcurren los periodos de tiempo, lo que en términos de re distribución y de desarrollo es muy bueno ya que la política fomenta la equidad.

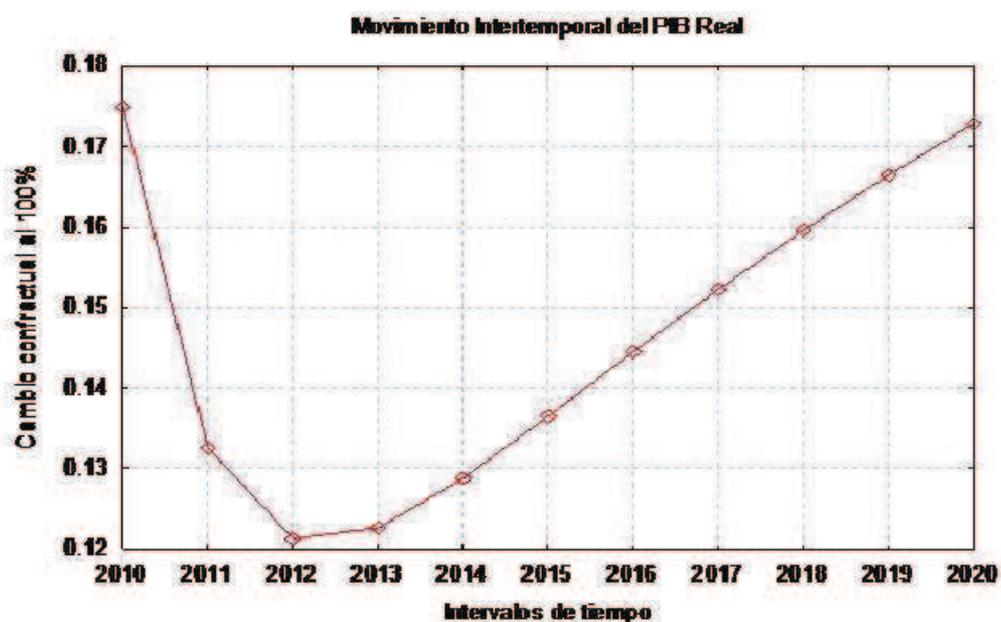
Con Respecto al Comercio

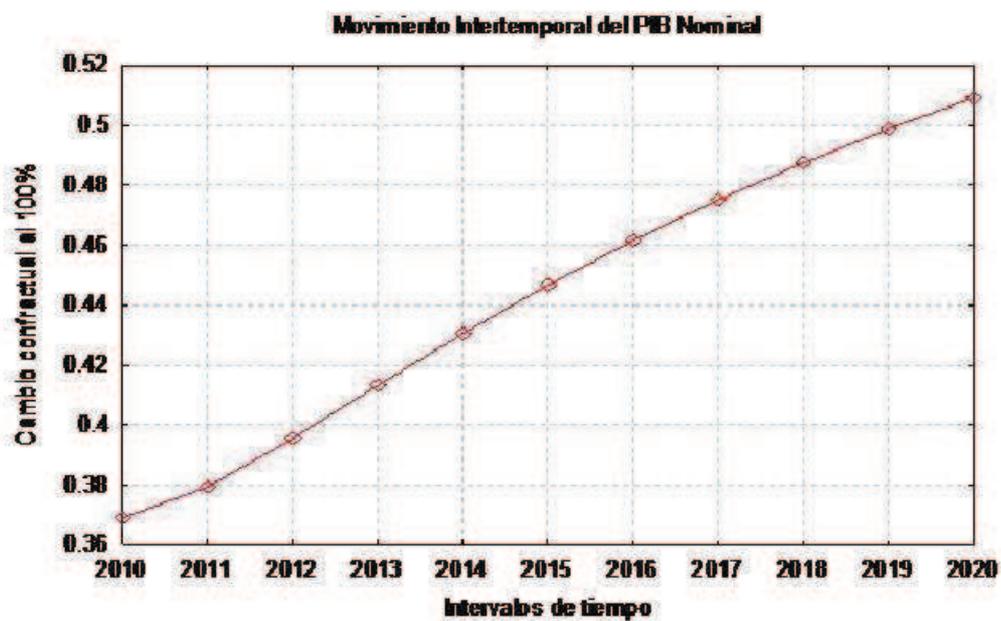




Las exportaciones y las importaciones crecen 0,6% y 0,1% respectivamente, éste ligero aumento se produce por el abaratamiento de costos de los productores, aunque realmente este efecto esté limitado por la elasticidad precio demanda del bien en cuestión, por lo que se puede decir que la medida no afecta al comercio o a la variación de la balanza comercial de manera significativa.

Con Respecto al Crecimiento Económico





Finalmente en cuestiones de crecimiento económico, el Producto Interno Bruto crece el 0,17% el primer periodo, al igual que los periodos sucesivos pero de manera cada vez menor. De manera mucho mas notoria se lo puede apreciar en el gráfico de pib nominal

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- En este trabajo se demuestra que se puede especificar, inicializar, calibrar y correr algunas simulaciones de política económica con un modelo matemático con cierto grado de complejidad, fácil de entender y de usar e incluso de modificar. Aunque a medidas económicas mas específicas el modelo se va complicando.
- Este es el MEG mas simple posible de una economía, este es el número mínimo de elementos requeridos para capturar los aspectos salientes de una economía abierta. Este modelo anticipa cualitativamente los resultados obtenidos por modelos mas complejos.
- El modelo puede ser calibrado usando los datos de la MCS del 2001, finalmente y lo mas importante es que el modelo se resuelve para un conjunto de precios intra e inter-temporalmente consistentes.

El Ahorro y la Inversión son el resultado de la optimización dinámica basada en precios futuros, los cuales son en cambio consistentes con los niveles de ahorro e inversión.

- Este modelo permite analizar de manera simple preguntas que tienen carácter inter-temporal. Se examina los efectos del de un cambio de política fiscal sobre los ahorros e inversión, el resultado será diferente de aquel producido por un modelo estático en el cual, el efecto de este shock no puede ser capturado.

Es más, algunas políticas son de carácter puramente inter temporal como por ejemplo el impacto de tarifas diferenciadas sobre los bienes de capital y de consumo que no pueden ser capturadas en un marco estático.

- A lo largo del trabajo se ha entendido mejor la realidad de éste pequeño país. Hemos visto los retos que enfrentaba la política económica desde el año 2000 y la política que se ha llevado a cabo en relación a ellos. Ahora es el momento de evaluar la consecución de dichos retos.

- La inflación ha conseguido por fin reducirse y se sitúa en tasas aceptables. El IPC de 2006 registraba un aumento del 2,9% respecto al año anterior. De hecho en 2005 y 2004 no sólo convergió con la de EEUU sino que estuvo algunas décimas por debajo. Cabe concluir que en éste sentido, la dolarización y la disciplina fiscal han sido un éxito.
- El desempleo está en el 10%. Éste aspecto no puede considerarse exitoso, más aún teniendo en cuenta la masiva emigración que constituye mucho más del 10% de la población activa.
- En lo que se refiere al sub-empleo, mirando las cifras podríamos llegar a la conclusión de que ha habido mejoras, del 16% en 2000 al 6% en 2007. Sin embargo me temo que la emigración explica esta reducción mucho mejor que las políticas realizadas.
- La cuestión de la distribución de la renta ha mejorado. El Índice de gini para 2007 se calcula en 0,46 frente al 0,58 de 2000 por lo que podríamos concluir que las políticas fiscales en relación al gasto han surtido efecto, pero recordando que si bien el índice de 2000 está tan alto es influido por la crisis (en 1995 estaba en 0,53)
- El crecimiento en éste período es aceptable y sostenido según las cifras. No obstante, el crecimiento se explica en la mayor parte gracias al alza del precio del petróleo y de los alimentos y a las remesas de los emigrantes, que además son quienes aportan las divisas necesarias para mantener el modelo económico dolarizado.
- Las políticas como la construcción de un oleoducto para crudos pesados que a partir del 2003 permitió duplicar la exportación de crudo, parece que han sido acertadas en éste sentido, aunque no suficientes. La prueba es que el desempleo sigue siendo un problema grave, incluso en términos reales (descontando la población emigrada) podría haber aumentado. El crédito a la empresa es muy tímido. Ésta situación se sostiene por el momento, pero para el futuro nada indica que así sea.
- La pobreza siete años después sigue siendo una pesada carga para el país. Del 40% en 1999 al 38% en 2007, casi cuatro de cada diez ecuatorianos está bajo el umbral de pobreza, y sube hasta el 70% en el Ecuador Rural. Teniendo en cuenta el desastre finisecular, pasar del 40% (medido ese año) al 38% en siete años no nos parece una mejora nada sustancial. Si consideramos que reducirla es el más importante de los retos, algo en la política económica no se ha hecho suficientemente bien.
- Evaluación de Impactos debido a cambios de política. Los “MEGC” proveen una detallada información de quien gana y quien pierde y por cuanto como resultado de un

cambio de una política. Más de un resultado se puede usar si se está interesado en impactos detallados. Adicionalmente a los impactos sobre el bienestar otros impactos de cambios de una política pueden ser investigados tal como los efectos de la distribución del ingreso usando las curvas de Lorenz o los coeficientes de Gini. Conceptos alternativos del ingreso pueden ser usados en dichos cálculos, como por ejemplo impuestos brutos o impuestos netos. Cambios en los precios relativos pueden ser evaluados, como cambios en el uso de los factores de producción a través de las industrias o cambios en la composición de las demandas de los consumidores.

Literatura referente a economía de bienestar es la que frecuentemente se usa para hacer comparaciones. Para impactos de bienestar, las Variaciones de Compensación Hiksiana (CV's) y Variaciones Equivalentes (EV's) son comúnmente usadas como medidas de impacto. Las medidas económicas del bienestar son frecuentemente calculadas agregando CV's o EV's sobre los grupos de consumidores. $EV = \left(\frac{C_1}{C_0} - 1\right) * 100$
Donde C_1 es la unidad en el contrafactual y C_0 es la unidad en el equilibrio inicial.

- Unicidad del Equilibrio. El uso de los modelos de equilibrio general pueden no ser de utilidad si la solución del equilibrio a alguno de los modelos no es única para alguna política en particular.

En la actualidad no existe argumento teórico que muestre unicidad o la carencia de esta en este tipo de modelos. la única manera en que se ha podido demostrar unicidad fue numéricamente por Kehoe y Whalley. La hipótesis que se mantiene actualmente por la mayoría de modeladores es que la unicidad sea asumida hasta que un claro caso de no unicidad sea hallado.

ANEXOS

Anexo 1

AGREGACIÓN DE SECTORES ECONÓMICOS

MCS del Modelo Dinámico	MCS del Modelo Estático	Clasificación en las Cuentas Nacionales
1 Banano, café y cacao	1 Banano, café y cacao	01.01 Banano, café, cacao
2 Otros productos de la agricultura	2 Cereales	02.01 Cereales
	4 Otros productos de la agricultura	04.01 Otros productos de la agricultura
	6 Productos de la silvicultura	06.01 Productos de la silvicultura
3 Flores	3 Flores	03.01 Flores
4 Ganado y Cría de animales	5 Ganado, animales vivos y otros.	05.01 Ganado, animales vivos y productos animales
5 Pescado y Camarón	7 Camarón y larvas de camarón	07.01 Camarón y larvas de camarón
	8 Pescado y otros productos de la pesca	13.01 Camarón elaborado
		08.01 Pescado vivo, fresco o refrigerado
6 Petróleo, otros minerales y refinados	9.0 Petróleo, otros minerales y refinados	09.01 Petróleo crudo y gas natural
7 Gasolina	9.1 Gasolina	10.01 Minerales metálicos
8 Gas	9.2 Gas	10.09 Minerales no metálicos

		26.01 Aceites refinados de petróleo y de otros productos
9 Manufacturados Alimenticios Cárnicos	10 Carne, productos de la carne y otros productos	12.01 Carne, productos de la carne y subproductos
	11 Pescado y otros productos acuáticos elaborados	14.01 Pescado y otros productos acuáticos elaborados
10 Manufacturados Alimenticios no Cárnicos	12 Aceites crudos, refinados y grasas	15.01 Aceites crudos y refinados
	13 Productos lácteos elaborados	16.01 Productos lácteos elaborados
	14 Productos de molinería y panadería	17.01 Productos de molinería y panadería
		17.09 Productos de la panadería, fideos y pastas
	16 Bebidas alcohólicas y no alcohólicas	21.01 Bebidas alcohólicas
		21.5 Bebidas no alcohólicas
	17 Otros productos alimenticios diversos, cacao y confitería y tabaco	18.01 Azúcar y panela
	19.01 Cacao elaborado 19.09 Chocolate y productos de confitería 20.01 Otros productos alimenticios 20.09 Café elaborado 22.01 Tabaco elaborado	
11 Electricidad	15 Electricidad	11.01 Energía Eléctrica
12 Textiles	18 Hilos e Hilados, tejidos y confecciones, cuero, productos de cuero y calzado	23.01 Hilos e Hilados; tejidos y confecciones

		23.09 Cuero, productos del cuero y calzado
13 Equipos de transporte	23 Equipo de transporte	32.01 Equipo de transporte; partes, piezas y accesorios
14 Otros Manufacturados no alimenticios	19 Producción de madera tratada, corcho y otros materiales	24.01 Productos de madera tratada, corcho y otros materiales
	20 Papel y productos de papel	25.01 Pasta de papel, papel y cartón, productos editoriales y otros productos
	21 Productos químicos, del caucho y plástico	27.01 Productos químicos básicos 27.09 Otros productos químicos 28.01 Productos de caucho 28.09 Productos de plástico
	22 Productos de minerales metálicos y no metálicos	29.01 Productos de minerales no metálicos 29.09 Otros productos de minerales no metálicos 30.01 Metales comunes 30.09 Productos metálicos elaborados
	24 Maquinaria y Equipo y otros productos manufacturados no alimenticios.	31.01 Maquinaria y equipo y aparatos eléctricos; partes, piezas y accesorios 31.01 Otros productos manufacturados
15 Sector de Servicios	25 Servicios de Transporte y Almacenamiento.	37.01 Servicios de transporte y almacenamiento
	26 Servicios de correos y telecomunicaciones.	38.01 Servicio de correos 39.09 Servicio de telecomunicaciones y otros servicios
	27 Otros servicios	11.09 Gas y agua

		<p>34.01 Trabajos de construcción y construcción</p> <p>35.01 Servicios de comercio</p> <p>36.01 Servicios de hotelería y restaurante</p> <p>39.01 Servicios de intermediación financiera</p> <p>40.01 Servicios de seguros y fondos de pensiones</p> <p>41.01 Servicios de alquiler de vivienda</p> <p>42.01 Servicios prestados a las empresas</p> <p>43.01 Servicios administrativos del gobierno</p> <p>44.01 Servicios de enseñanza</p> <p>45.01 Servicios sociales y de salud</p> <p>46.01 Otros servicios sociales y personales</p> <p>47.01 Servicios domésticos</p>
--	--	--

Anexo 2

CÓDIGO DEL PROGRAMA

```

set j bienes o servicios /b1*b15/
    i industrias /i1*i13/
    f factores de producción formales /rem,ebe/
    ft factores de producción totales /rem,ebe,mix/
    d destinos /usa,can,rdm,dom/
    r(d) regiones de destino /usa,can,rdm/
    h hogares de todos los sectores (UTILIZACIÓN)/uq1*uq5,rq1*rq5/;
set fi auxiliar /form,inf/; \\
set rho valores de los rhos para las elasticidades CES y CET
/rho1,rho2,rho3,rho4,rho5,rho6/;\\
set auxrho valor capital /rhocap/; alias(j,ja); alias(i,ia); alias(f,fa);\\
alias(ft,fta); alias(d,da); alias(r,ra);alias(h,ha); alias(fi,fia);
*=====\\
*=====DINÁMICA=====\\
*=====\\
set t /2006*2046/, to(t), tf(t); alias(t,tc); alias(t,tcc);\\
to(t) = yes$(ord(t) eq 1);\\
tf(t) = yes$(ord(t) eq card(t));\\
parameters
rex    tasa de interés internacional\\
rc0    tasa de interés inicial que afecta al consumo \\
g      tasa de crecimiento
qref(t) valor de crecimiento \\
rex=0.045; rc0=rex;g=0.048; qref(t)=(1+g)**(ord(t)-1);
*=====\\
*=====LECTURA DE BASE DE DATOS=====\\
*=====\\
table MCS(*,*) Matriz de Contabilidad Social\\
*$call="c:\ArchivosdePrograma\Gams22.0\xls2gms" I="C:\Program\BDD\MCS.xls"\\
O="C:\Program\BDD\MCS.inc"
R="cod!A1:BG58"$include"C:\Program\BDD\MCS.inc";
table ELCES(*,*) Elasticidades ces y cet \\

```

```

*$call="c:\Archivos de Programa\Gams22.0\xls2gms" I="C:\Program\BDD\elces.xls" \
O="C:\Program\BDD\elces.inc" R="hoja1!A1:G30" $include "C:\Program\BDD\elces.inc";
table ARAN(*,*) Aranceles por exportación \
*$call="c:\ArchivosdePrograma\Gams22.0\xls2gms I="C:\Program\BDD\ARAN.xls" \
O="C:\Program\BDD\ARan.inc" R="hoja1!A1:f16" $include "C:\Program\BDD\ARan.inc";
*=====\\
*=====EXTRACCIÓN DE VALORES INICIALES=====\\
*=====\\

parameters \
thao_u0(*,t) tasa de empleo sub-empleo desempleo total por tipo de mano de obra\
pea0(t) población económicamente activa\
xva0(f,i,t) componentes del valor agregado formal por industria inicial\
va0(i,fi,t) valor agregado por tipo de sector y por industria\
vat0(i,t) valor agregado total por industria\
pli0(t) precio inicial trabajo informal \
lin0(t) cantidad de trabajo informal necesaria para producir una unidad\
de va informal\
kt0(t) capital total inicial\
ci0(j,i,t) consumo intermedio inicial valores\
ynt0(i,j,t) de la industria a los bienes inicial \
ya0(i,t) producción agregada por industria inicial\
yn0(j,t) producción nacional total por bien \
M0(j,d,t) importaciones iniciales\
X0(j,d,t) exportaciones iniciales \
aran0(d,j,t) aranceles cobrados por destino\
iva0(j,t) iva por bien inicial \
oimp0(j,t) otros impuestos cobrados a los productos \
ice0(j,t) ice por bienes iniciales oip0(i,t)
cfh0(j,h,t) consumo final por hogares inicial \
cfg0(j,t) consumo final gobierno inicial \
InvB0(j,t) inversion bruta \
fbkfh(j,t) formación bruta de capital fijo hogares \
fbkfg(j,t) formación bruta de capital fijo gobierno \
facg0(ft,t) pago factores al gobierno inicial\
vadesdeX0(ft,t) valor agregado pagado desde el exterior inicial\

```

```

vaalX0(ft,t)    valor agregado pagado al sector exterior inicial \\
S0(j,t)        absorción nacional inicial en cantidades no incluye aran \\
                ni iva ni oib P\\
s0(j,t)        precio inicial del bien agregado nacional
tao_m(d,j,t)   tasa arancelaria efectiva inicial \\
tao_ice(j,t)   tasa de ice efectiva\\
tao_iva(j,t)   tasa de iva efectiva inicial \\
tao_oimp(j,t)  tasa efectiva de otros impuestos cobrados a los productos\\
tao_oip(i,t)   otros impuestos a la producción por industria;
aran0("usa",j,t)=mcs("ausa",j)*qref(t); \\
aran0("can",j,t)=mcs("acan",j)*qref(t);\\
aran0("rdm",j,t)=mcs("ardm",j)*qref(t);\\
aran0("dom",j,t)=0;\\
iva0(j,t) =mcs("iva",j)*qref(t);\\
oimp0(j,t)=mcs('oimp',j)*qref(t);\\
ice0(j,t) =mcs('ice',j)*qref(t);\\
oip0(i,t) =mcs("Imp",i)*qref(t);\\
thao_u0('rem',t)=0.267; thao_u0('mix',t)=0.624; thao_u0('des',t)=0.109;\\
pea0(t) =qref(t)*sum(i,mcs('rem',i))/thao_u0('rem',t);\\
xva0(f,i,t)=mcs(f,i)*qref(t);\\
pli0(t) =qref(t)*sum(i,mcs('mix',i))/(pea0(t)*thao_u0('mix',t));\\
lin0(t) =1/pli0(t);\\
kt0(t) =sum(i,mcs("ebe",i)*qref(t));\\
va0(i,"form",t)=sum(f,mcs(f,i)*qref(t));\\
va0(i,"inf",t) =mcs("mix",i)*qref(t);\\
vat0(i,t) =sum(fi,va0(i,fi,t));\\
ci0(j,i,t) =mcs(j,i)*qref(t);\\
ya0(i,t) =sum(j,ci0(j,i,t)) + vat0(i,t) + oip0(i,t);\\
ynt0(i,j,t)=mcs(i,j)*qref(t);\\
yn0(j,t) =sum(i,ynt0(i,j,t));\\
x0(j,"usa",t)=mcs(j,"usa")*qref(t); \\
x0(j,"can",t)=mcs(j,"can")*qref(t); \\
x0(j,"rdm",t)=mcs(j,"rdm")*qref(t); \\
x0(j,"dom",t)=yn0(j,t)-sum(d(r),x0(j,d,t));\\
M0(j,"usa",t)=mcs("usa",j)*qref(t); \\

```

```

M0(j,"can",t)=mcs("can",j)*qref(t); \\
M0(j,"rdm",t)=mcs("rdm",j)*qref(t); \\
M0(j,"dom",t)=x0(j,"dom",t); \\
cfh0(j,h,t)=mcs(j,h)*qref(t); \\
cfg0(j,t) =mcs(j,'cgob')*qref(t); \\
InvB0(j,t) =mcs(j,'InvB')*qref(t); \\
fbkfh(j,t) =mcs(j,'hog')*qref(t); \\
fbkfg(j,t) =mcs(j,'gob')*qref(t); \\
facg0(ft,t)=mcs('ging',ft)*qref(t);
vadesdeX0(ft,t)=sum(r,mcs(ft,r)*qref(t)); \\
vaalX0(ft,t) =sum(r,mcs(r,ft)*qref(t)); \\
S0(j,t) =sum(d,M0(j,d,t)); \\
Ps0(j,t)=(S0(j,t)+sum(d,aran0(d,j,t))+ice0(j,t)+iva0(j,t)+oimp0(j,t))/S0(j,t); \\
tao_m(d,j,t) =(aran0(d,j,t)/M0(j,d,t))$(M0(j,d,t)>0); \\
tao_oimp(j,t)=oimp0(j,t)/(sum(d,aran0(d,j,t)+M0(j,d,t))); \\
tao_ice(j,t) =ice0(j,t)/(sum(d,(aran0(d,j,t)+M0(j,d,t))*(1+tao_oimp(j,t)))); \\
tao_iva(j,t) =iva0(j,t)/(sum(d,(aran0(d,j,t)+M0(j,d,t))*(1+tao_oimp(j,t))* \\
(1+tao_ice(j,t)))); \\
tao_oip(i,t) =oip0(i,t)/va0(i,"form",t); \\
parameters
tao_x(j,d,t) tasa arancelaria por bien y destino \\
tao_x0(j,d,t) tasa arancelaria por bien y destino \\
pm0(d,j,t) precio inicial del bien importado al importador \\
ciq0(j,i,t) consumo intermedio cantidades \\
cq0(j,h,t) consumo final hogares cantidades \\
cfgq0(j,t) consumo final del gobierno cantidades \\
InvBq0(j,t) inversion bruta \\
fbkfqh0(j,t) formacion bruta de capital fijo-hogares \\
fbkfqg0(j,t) formacion bruta de capital fijo-gobierno \\
absq(j,t) absorcion nacional cantidades; \\
tao_x(j,'usa',t)=aran(j,'usa'); \\
tao_x(j,'rdm',t)=0; \\
tao_x(j,'can',t)=0; \\
tao_x(j,'dom',t)=0; \\
tao_x0(j,d,t)=tao_x(j,d,t); \\

```

```

pm0(d,j,t)=(1+tao_m(d,j,t))*(1+tao_oimp(j,t))*(1+tao_ice(j,t))*(1+tao_iva(j,t));
ciq0(j,i,t) =ci0(j,i,t)/Ps0(j,t);\\
cq0(j,h,t) =cfh0(j,h,t)/Ps0(j,t);\\
cfgq0(j,t) =cfg0(j,t)/Ps0(j,t);\\
InvBq0(j,t) =InvB0(j,t)/Ps0(j,t);\\
fbkfqh0(j,t)=fbkfh(j,t)/Ps0(j,t);\\
fbkfqg0(j,t)=fbkfg(j,t)/Ps0(j,t);\\
absq(j,t)=sum(i,ciq0(j,i,t))+sum(h,cq0(j,h,t))+cfgq0(j,t)+fbkfqg0(j,t)\\
          +fbkfqh0(j,t);\\
parameters
deuda_exth0    monto de deuda externa privada inicial \\
deuda_extg0    monto de deuda externa pública inicial \\
balpag0(t)     balanza de pagos inicial \\
vabruto0(ft,t) valor agregado bruto\\
vaneto0(ft,t)  valor agregado neto de pagos cobros al exterior y
gobierno
trahing0(h,t)  transferencias entre hogares por concepto de ingreso\\
traheg0(h,t)   transferencias entre hogares por concepto de egreso \\
tram0(h,t)     transferencias desde exterior a los hogares \\
int_hog0(h,t)  intereses sobre deuda externa privada \\
trax0(h,t)     transferencias desde los hogares al exterior\\
int_gob0(t)    intereses sobre deuda externa publica \\
tragx0(t)      transferencias desde el gobierno al exterior
trag0(h,t)     transferencias del gobierno a los hogares\\
trage0(h,t)    transferencias desde el gobierno a los hogares por especie \\
trahk0(t)      transferencias desde el gobierno a los hogares por concepto \\
                de capital\\
sav_exth0(t)   ahorro neto del exterior (transferencias de capital a los hogares)\\
sav_extg0(t)   ahorro neto del exterior (transferencias de capital a los hogares)\\
ding0(h,ft,t)  distribución del ingreso inicial \\
fachog(h,ft,t) matriz de asignación del va a los hogares\\
rrem0(h,t)     impuesto recaudado a la renta por remuneraciones de los hogares \\
rcap0(h,t)     impuesto recaudado a la renta por rendimiento de capital de los \\
                hogares\\
oih0(h,t)      impuesto recaudado a la renta hogares \\

```

```

tao_rrem(h,t) tasa de impuesto a la renta por remuneraciones de los hogares \\
tao_rcap(h,t) tasa de impuesto a la renta por rendimiento de capital de los \\
                hogares \\
ib0(h,t)         ingreso bruto hogares \\
tao_oih(h,t)     tasa de impuesto a la renta hogares \\
in0(h,t)         ingreso neto hogares\\
ig0(t)           ingresos del gobierno iniciales;\\
deuda_exth0=-sum(r,mcs(r,'hog'))/g;\\
deuda_extg0=-sum(r,mcs(r,'gob'))/g;\\
balpag0(t) =sum(j,-M0(j,"usa",t)-M0(j,"can",t)-M0(j,"rdm",t)+X0(j,"usa",t)+\\
                X0(j,"can",t)+X0(j,"rdm",t));\\
vabruto0(ft,t)=sum(i,mcs(ft,i)*qref(t)); \\
vaneto0(ft,t) =vabruto0(ft,t)+vadesdeX0(ft,t)-vaalx0(ft,t)-facg0(ft,t);\\
trahing0(h,t) =sum(ha,mcs(h,ha)*qref(t)); \\
traheg0(h,t)  =sum(ha,mcs(ha,h)*qref(t)); \\
tram0(h,t)    =sum(r,mcs(h,r)*qref(t));\\
int_hog0(h,t)=qref(t)*rex*deuda_exth0*sum(r,mcs(r,h))/sum((r,ha),mcs(r,ha));\\
trax0(h,t)   =qref(t)*(sum(r,mcs(r,h)))-int_hog0(h,t);\\
int_gob0(t)  =qref(t)*rex*deuda_extg0;\\
tragx0(t)    =sum(r,mcs(r,'ging')*qref(t))-int_gob0(t);\\
trag0(h,t)   =mcs(h,'ging')*qref(t); \\
trage0(h,t)  =mcs(h,'cgob')*qref(t);\\
trahk0(t)    =mcs('gob','hog')*qref(t);\\
sav_exth0(t) =qref(t)*sum(r,mcs('hog',r));\\
sav_extg0(t) =qref(t)*sum(r,mcs('gob',r));\\
ding0(h,ft,t) =mcs(h,ft)*qref(t);\\
fachog(h,ft,t)=ding0(h,ft,t)/vaneto0(ft,t);\\
rrem0(h,t)   =mcs('rrem',h)*qref(t);\\
rcap0(h,t)   =mcs('rcap',h)*qref(t);\\
oih0(h,t)    =mcs("ging",h)*qref(t);\\
tao_rrem(h,t)=rrem0(h,t)/ding0(h,'rem',t);\\
tao_rcap(h,t)=rcap0(h,t)/ding0(h,'ebe',t);\\
ib0(h,t)     =sum(ft,ding0(h,ft,t))+trag0(h,t)+trahing0(h,t)+tram0(h,t)-\\
                (trax0(h,t)+int_hog0(h,t)+traheg0(h,t))-rrem0(h,t)-rcap0(h,t);
tao_oih(h,t)=oih0(h,t)/ib0(h,t);

```

```

in0(h,t)      =(1- $\tau_{oih}(h,t)$ )*ib0(h,t)+trage0(h,t);\\
*=====\\
*=====PROBLEMA DEL SECTOR EXTERIOR=====\\
*=====\\
*****Importaciones
Parameters \\
rhom(j,t)      elasticidad de Argminton \\
deltam(d,j,t)  parametros agregacion bien nacional\\
Gammap(j,t)    coeficientes de eficiencia en la agregación de la oferta; \\
Positive Variables \\
M(j,d,t)       demanda de componentes del bien  agregado nacional j por origen d\\
Pm(j,d,t)      precio de importacion (con impuestos) \\
S(j,t)         oferta nacional total del bien agregado \\
Ps(j,t)        precio de oferta final \\
pim(j,d,t)     precio de las importaciones (sin impuestos) variable \\
 $\tau_{oimpe}(j,t)$   tasa de otros impuestos endógena;\\
*Inicialización
M.l(j,d,t)     =M0(j,d,t); \\
Pm.l(j,d,t)    =pm0(d,j,t);\\
S.l(j,t)       =S0(j,t); \\
Ps.l(j,t)      =Ps0(j,t);\\
 $\tau_{oimpe}.l(j,t)$ = $\tau_{oimp}(j,t)$ ;
*Calibración \\
rhom(j,t)      =ELCES(j,"rho4"); \\
deltam(d,j,t)  =(pm0(d,j,t)*M0(j,d,t)**(1-rhom(j,t)))/sum(da$(m0(j,da,t)>0),\\
               pm0(da,j,t)*m0(j,da,t)**(1-rhom(j,t)))$(m0(j,d,t)>0);\\
Gammap(j,t)=S0(j,t)*sum(d,deltam(d,j,t)*m0(j,d,t)**(rhom(j,t))**(-1/rhom(j,t)));\\
*Comportamiento Equations \\
D_M(j,d,t)     componente del bien agregado j por origen d\\
CG_S(j,t)      cero ganancias bien agregado nacional\\
EQ_pm(j,d,t)   fija precios para el bien de importacion en el exterior
incluye
               impuestos;\\
D_M(j,d,t) .. M(j,d,t)=e=((S(j,t)/Gammap(j,t))*(Deltam(d,j,t)/Pm(j,d,t))**\\
               (1/(1-rhom(j,t))))*sum(da$(deltam(da,j,t)>0), (Pm(j,da,t)**\\

```

```

(-rhom(j,t)/(1-rhom(j,t))) *Deltam(da,j,t)**(1/(1-rhom(j,t)))**\
(-1/rhom(j,t))$(deltam(d,j,t)>0)+0$(deltam(d,j,t)=0);\\
CG_S(j,t) .. S(j,t)*Ps(j,t)=e=sum(d,M(j,d,t)*Pm(j,d,t));\\
EQ_pm(j,d,t) .. pm(j,d,t)=e=(pim(j,d,t)*(1+tao_m(d,j,t))*(1+tao_oimpe(j,t))*\
(1+tao_iva(j,t))*(1+tao_ice(j,t))$(ord(d)<4)+(pim(j,d,t)*\
(1+tao_oimpe(j,t))*(1+tao_iva(j,t))*(1+tao_ice(j,t))$(ord(d)=4);
*****Exportaciones Parameters \\
rhom(j,t) elasticidad de Argminton \\
deltax(j,d,t) parámetros agregación bien nacional\\
Gammax(j,t) coeficientes de eficiencia en la desagregación de la producción;\\
Positive Variables \\
X(j,d,t) Oferta de bienes nacionales j por destino d \\
Px(j,d,t) precio para exportación por destino \\
Yn(j,t) oferta nacional del bien j \\
pynt(j,t) precio del bien j no típico; variable \\
Pex(j,d,t) precio de las exportaciones (sin impuestos);
*Inicialización\\
X.l(j,d,t)=X0(j,d,t); Px.l(j,d,t)=1; Yn.l(j,t)=Yn0(j,t);
Pynt.l(j,t)=1;
*calibración \\
rhom(j,t)=ELCES(j,"rho3"); \\
deltax(j,d,t)=(X0(j,d,t)**(1-rhox(j,t))/sum(da$(x0(j,da,t)>0),x0(j,da,t)**\
(1-rhox(j,t))))$(x0(j,d,t)>0);\\
gammax(j,t) =yn0(j,t)*sum(da,deltax(j,da,t) *x0(j,da,t)**(rhox(j,t)))**\
(-1/rhox(j,t));\\
*comportamiento
Equations\\
O_X(j,d,t) bien nacional j por destino d \\
CG_pynt(j,t) restricción cero ganancia para destinos producción nacional \\
EQ_px(j,d,t) fija precios para el bien nacional en el exterior;\\
O_X(j,d,t) .. X(j,d,t)=e=((yn(j,t)/Gammax(j,t))*(Deltax(j,d,t)/Px(j,d,t))**\
(1/(1-rhox(j,t)))*sum(da$(deltax(j,da,t)>0),(Px(j,da,t)**\
(-rhox(j,t)/(1-rhox(j,t))))*Deltax(j,da,t)**(1/(1-rhox(j,t))))**\
(-1/rhox(j,t))$(deltax(j,d,t)>0)+0$(deltax(j,d,t)=0); \\
CG_pynt(j,t) .. pynt(j,t)*yn(j,t)=e=sum(d,px(j,d,t)*X(j,d,t));\\

```

```

EQ_px(j,d,t) .. px(j,d,t)=e=(pex(j,d,t)*(1-tao_x(j,d,t))/(1-tao_x0(j,d,t)))\\
                $(ord(d)<4)+pex(j,d,t)$(ord(d)=4);\\
Consideraciones adicionales \\
Positive Variable\\
pd(j,t)   precio del bien en el mercado nacional;\\
pd.l(j,t)=1; pim.l(j,d,t)=1; pex.l(j,d,t)=1; \\
Equations \\
epim(j,d,t)  extracción de los precios de las importaciones \\
epex(j,d,t)  extracción de los precios de las exportaciones \\
I_D(j,t)     igualdad de las variedades domesticas;\\
epim(j,d,t) .. pim(j,d,t)=e=1$(ord(d)<4)+pd(j,t)$(ord(d)=4);\\
epex(j,d,t) .. pex(j,d,t)=e=1$(ord(d)<4)+pd(j,t)$(ord(d)=4); \\
I_D(j,t)     .. M(j,"dom",t)=e=X(j,"dom",t);
*===== \\
*=====PROBLEMA DE LA EMPRESA===== \\
*===== \\
*****Problema en la Producción Final\\
Parameters
a(j,i,t) coeficiente de distribucion en el consumo intermedio \\
b(i,t)   coeficiente de distribucion en el valor agregado bruto;\\
Positive Variables \\
ci(j,i,t) consumo intermedio \\
vat(i,t)  valor agregado bruto\\
ya(i,t)   producción total por industria \\
pa(i,t)   precio de la produccion agregada industria i \\
pvat(i,t) precio del valor agregado en la industria i \\
va(i,fi,t) valor agregado por industria y por tipo de sector ;
*Inicialización\\
ci.l(j,i,t)=ciq0(j,i,t); vat.l(i,t)=vat0(i,t); ya.l(i,t)=ya0(i,t); \\
pa.l(i,t)=1; pvat.l(i,t)=1; va.l(i,fi,t)=va0(i,fi,t);
*Calibración\\
a(j,i,t)=ciq0(j,i,t)/ya0(i,t) $(ya0(i,t)>0);\\
b(i,t)  =vat0(i,t)/ya0(i,t);
*Comportamiento Equations \\
D_vat(i,t)   demanda de valor agregado por la industria i \\

```

```

D_ci(j,i,t)    demanda de consumo intermedio del bien j x ind i \\
CG_pa(i,t)    restricción de cero ganancia producción;
D_vat(i,t)    .. vat(i,t)=e=ya(i,t)*b(i,t);\\
D_ci(j,i,t)    .. ci(j,i,t)=e=a(j,i,t)*ya(i,t);\\
CG_pa(i,t)    .. pa(i,t)*ya(i,t)=e=sum(j,ci(j,i,t)*ps(j,t))+vat(i,t)*pvat(i,t)\\
               +tao_oip(i,t)*va(i,"form",t);
*****Problema del Valor Agregado\\
parameters \\
rhova(i,t)    va formal informal \\
deltava(i,fi,t) deltas del valor agregado por tipo y por industria \\
Gammavat(i,t) coeficiente de eficiencia en la composición del valor agregado \\
               total;\\
Positive Variables\\
pva(i,fi,t)    precio del valor agregado por tipo de sector y por
industria;
*Inicialización \\
pva.l(i,fi,t)=1;
*Calibración\\
rhova(i,t)    =ELCES(i,"rho1"); \\
deltava(i,fi,t)=(va0(i,fi,t))**(1-rhova(i,t))/sum(fia,(va0(i,fia,t))**\\
               (1-rhova(i,t))); \\
Gammavat(i,t) =vat0(i,t) * sum(fi,deltava(i,fi,t)*va0(i,fi,t)**(rhova(i,t)))**\\
               (-1/rhova(i,t));\\
*Comportamiento Equation \\
D_va(i,fi,t) distribuye valor agregado total por industria para tipo de sector\\
CG_pvat(i,t) cero ganancia de agregar valores agregados;\\
D_va(i,fi,t) .. va(i,fi,t)=e=(vat(i,t)/Gammavat(i,t))*(Deltava(i,fi,t)\\
               /Pva(i,fi,t))**(1/(1-rhova(i,t)))*sum(fia,(Pva(i,fia,t)**\\
               (-rhova(i,t)/(1-rhova(i,t))))*Deltava(i,fia,t)**(1/(1-\\
               rhova(i,t))))**(-1/rhova(i,t))$(deltava(i,fi,t)>0)+0$\\
               (deltava(i,fi,t)=0);\\
CG_pvat(i,t) .. pvat(i,t)*vat(i,t)=e=sum(fi,pva(i,fi,t)*va(i,fi,t));\\
*****Problema del Valor Formal\\
parameter \\
rhovaf(i,t)    va formal

```

```

deltavaf(f,i,t) deltas del valor agregado por industria\\
gammavaf(i,t) coeficiente de eficiencia en la composición del VA formal \\
tao_pat(i,t) impuesto al patrimonio de las empresas;\\
Positive Variables \\
xva(f,i,t) demanda de factor f por la industria i \\
pl(i,t) precio de mano de obra \\
pk(i,t) precio de capital \\
pvafor(i,t) precio de valor formal;
*Inicialización\\
xva.l(f,i,t)=xva0(f,i,t); pl.l(i,t)=1; pk.l(i,t)=1; pvafor.l(i,t)=1;
*Calibración\\
rhovaf(i,t) =ELCES(i,'rho6');\\
deltavaf(f,i,t)=(xva0(f,i,t))**(1-rhovaf(i,t))/sum(fa,(xva0(fa,i,t))**\\
(1-rhovaf(i,t))); \\
Gammavaf(i,t) =va0(i,"form",t)*sum(fa,deltavaf(fa,i,t)*xva0(fa,i,t)**\\
(rhovaf(i,t))**(-1/rhovaf(i,t)));\\
tao_pat(i,t) =0;
*Comportamiento Equation\\
D_xva(f,i,t) Demanda de factores de producción (labor y capital)\\
CG_pvafor(i,t) cero ganancia por industria sector formal; \\
D_xva(f,i,t) .. xva(f,i,t)=e=((va(i,"form",t)/Gammavaf(i,t))*(Deltavaf(f,i,t)\\
/pl(i,t))**(1/(1-rhovaf(i,t)))*((pl(i,t)**(-rhovaf(i,t)/(1-rhovaf(i,t))))*\\
Deltavaf("rem",i,t)**(1/(1-rhovaf(i,t)))+(pk(i,t)**(-rhovaf(i,t)/(1-rhovaf(i,t)\\
))))*Deltavaf("ebe",i,t)**(1/(1-rhovaf(i,t)))**(-1/rhovaf(i,t)))$(Deltavaf\\
(f,i,t)>0)+0$(Deltavaf(f,i,t)=0))$(ord(f)=1)+((va(i,"form",t)/Gammavaf(i,t))\\
*(Deltavaf(f,i,t)/pk(i,t))**(1/(1-rhovaf(i,t)))*((pl(i,t)**(-rhovaf(i,t)/(1-\\
rhovaf(i,t)))) *Deltavaf("rem",i,t)**(1/(1-rhovaf(i,t)))+(pk(i,t)**(-rhovaf\\
(i,t)/(1-rhovaf(i,t))))*Deltavaf("ebe",i,t)**(1/(1-rhovaf(i,t))) )**(-1/rhovaf\\
(i,t)))$(Deltavaf(f,i,t)>0) +0$(Deltavaf(f,i,t)=0))$(ord(f)=2); \\
CG_pvafor(i,t) .. pva(i,"form",t)*va(i,"form",t)=e= (pk(i,t)*(1+tao_pat(i,t))\\
*xva('ebe',i,t)+pl(i,t)* xva('rem',i,t));\\
*****Problema del Valor Informal\\
parameters\\
beta(t) coeficiente de eficiencia en el uso de mano de obra informal;\\
Positive variables\\

```

```

li(i,t) demanda de trabajo informal por industria \\
pli(t) precio del trabajo informal;\\
*Inicialización \\
li.l(i,t)=va0(i,"inf",t)*lin0(t); pli.l(t)=pli0(t);
*calibración\\
beta(t)=lin0(t);\\
*Comportamiento Equation
D_li(i,t) demanda de trabajo informal por la industria i \\
CG_pvainf(i,t) cero ganancia por industria sector Informal;
D_li(i,t) .. li(i,t)=e=va(i,"inf",t)*beta(t); \\
CG_pvainf(i,t) .. pva(i,"inf",t)=e=beta(t)*pli(t);\\
Consideraciones adicionales \\
Positive variables\\
pvafor(i,t) precio de valor formal\\
pvainf(i,t) precio de valor informal;
equation \\
EQ_pva(i,fi,t) extracción de los precios formal-informal;
pvafor.l(i,t)=1; pvainf.l(i,t)=1;\\
EQ_pva(i,fi,t) ..
pva(i,fi,t)=e=pvafor(i,t)$ (ord(fi)=1)+pvainf(i,t)$ (ord(fi)=2);
*=====\\
*=====PROBLEMA DE LA PRODUCCIÓN ATÍPICA=====\\
*=====\\
parameters
rhont(i,t) producción no típica \\
deltant(i,j,t) deltas del NT\\
Gammaynt(i,t) coeficiente de eficiencia en la desagregación de la \\
                producción NT;\\
Positive variables \\
ynt(i,j,t) oferta del bien j por la industria i;
*Inicialización \\
ynt.l(i,j,t)= ynt0(i,j,t);
*Calibración \\
rhont(i,t) =ELCES(i,"rho2"); \\
deltant(i,j,t)=(ynt0(i,j,t)**(1-rhont(i,t)))/sum(ja$(ynt0(i,ja,t)>0),ynt0(i,\\

```

```

ja,t)**(1-rhont(i,t)))$(ynt0(i,j,t)>0); \\
gammaynt(i,t) =ya0(i,t)*sum(j,deltant(i,j,t)*ynt0(i,j,t)**(rhont(i,t)))**\\
(-1/rhont(i,t));
*Comportamiento\\
Equation \\
O_ynt(i,j,t) oferta del bien nt j por la ind i \\
CG_ya(i,t) restricción cero ganancia para la industria ofertados nt\\
EQ_yn(j,t) oferta nacional total del bien j; \\
O_ynt(i,j,t)..ynt(i,j,t)=e=(ya(i,t)/Gammaynt(i,t))*(Deltant(i,j,t)/pynt(j,t))\\
** (1/(1-rhont(i,t)))*sum(ja$(Deltant(i,ja,t)>0), (pynt(ja,t)**(-rhont(i,t)/\\
(1-rhont(i,t))))*Deltant(i,ja,t)**(1/(1-rhont(i,t))))**(-1/rhont(i,t)))$\\
(Deltant(i,j,t)>0)+0$(Deltant(i,j,t)=0);
CG_ya(i,t) .. pa(i,t)*ya(i,t)=e=sum(j,pynt(j,t)*ynt(i,j,t));\\
EQ_yn(j,t) .. yn(j,t)=e=sum(i,ynt(i,j,t));
*=====\\
*=====RIGIDEZ DE CAPITAL=====\\
*=====\\
set q(i,j) vinculacion de capital-inversion; \\
q(i,j)=no; q(i,j)$((ord(i)=ord(j))and(ord(i)<=6))=yes; \\
q(i,j)$((ord(i)=ord(j)-2)and(ord(i)>=7))=yes;
parameter \\
k0(i) capital inicial
delta(i) depreciación del capital \\
alpha1(i) parametro de incidencia en el costo de la inversion\\
alpha2(i) parametro de desplazamiento en el costo de la inversión \\
Positive variables
pk(i,t) precio del capital por industria\\
InvN(i,t) inversión neta;\\
variables
ep(t) tasa de cambio real\\
rp(t) tasa de interes que afecta al productor\\
betaI(i,t)factor de descuento intertemporal\\
k(i,t) cantidad de capital ofertada por industria\\
ktt(i) cantidad de capital ofertada por industria postterminal\\
InvB(j,t) inversión Bruta\\

```

```

Lamda_I(i,t) multiplicador de lagrange\\
Lamda_ITT(i) multiplicador de lagrange psoterminal;\\
*calibración \\
k0(i) =sum(t$to(t),xva0("ebe",i,t));\\
delta(i) =0.05;
alpha1(i)=sum((j,t)$ (q(i,j) and to(t)),power(ps0(j,t)*InvBq0(j,t)-(1+ps0(j,t))\\
*(g-rex))*xva0("ebe",i,t),2)/(2*ps0(j,t)*power(g-rex,2)*xva0("ebe",i,t)*\\
(ps0(j,t)*InvBq0(j,t)-ps0(j,t)*(g+delta(i))*xva0("ebe",i,t)));\\
alpha2(i)=sum((j,t)$ (q(i,j) and to(t)),((2*rex+delta(i)-g)*ps0(j,t)*\\
InvBq0(j,t)+(g*ps0(j,t)-rex*ps0(j,t)-1)*(g+delta(i))*xva0("ebe",i,t))\\
/(ps0(j,t)*InvBq0(j,t)-(1+ps0(j,t)*(g-rex))*xva0("ebe",i,t)));\\
*Inicialización
ep.l(t)=Sum(d$r(d),Sum(j,1))/(card(j)*card(r));\\
rp.l(t)=rex; \\
betaI.l(i,t) =(prod(tc$(ord(tc)<ord(t)),1/(1+rex))$(ord(t)>1))\\
+1$(ord(t)<=1));\\
pk.l(i,t) =1; \\
k.l(i,t) =xva0("ebe",i,t);\\
ktt.l(i) =sum(t$tf(t),(1+g)*k.l(i,t));\\
InvN.l(i,t) =(delta(i)+g)*k.l(i,t);\\
InvB.l(j,t) =InvBq0(j,t);\\
Lamda_I.l(i,t)=sum(j$q(i,j),betai.l(i,t)*(1+ps0(j,t)*(1-delta(i))+ps0(j,t)*\\
(alpha1(i)/2)*(InvN.l(i,t)/K.l(i,t)-alpha2(i))*(InvN.l(i,t))\\
/K.l(i,t)+alpha2(i)-2*delta(i)+2)));\\
lamda_ITT.l(i)=sum((j,t)$ (q(i,j) and tf(t)),ps0(j,t)*betaI.l(i,t)*(1+alpha1(i))\\
*(InvN.l(i,t)/K.l(i,t)-alpha2(i)));\\
equations\\
EQ_ep(t) ecuacion para la tasa de cambio real\\
EQ_rp(t) ecuacion para la tasa de interes que afecta al productor\\
Eq_betai(i,t) ecuación para los factores de descuento a valor presente\\
foc_inv(i,t) condición de primer orden con respecto a la inversion\\
foc_k(i,t) condición de primer orden con respecto al capital\\
Ac_K(i,t) acumulacion de capital\\
Ac_Ktt(i) acumulacion de capital\\
EQ_InvB(j,t) ecuacion para la inversión bruta\\

```

```

EQ_ktt(i)          ecuación para la endogenización del capital postterminal;\
EQ_ep(t) .. ep(t)=e=(sum((j,d)$r(d),px(j,d,t)*X(j,d,t))/sum((j,d)$r(d),\
                    X(j,d,t)))/(sum(j,pd(j,t)*M(j,"dom",t))/sum(j,M(j,"dom",t))) ;\
EQ_rp(t) .. rp(t)=e=rex+0.3*(ep(t)-ep.l(t))/ep.l(t);\
eq_betai(i,t)$ (sum(j$q(i,j),InvB.l(j,t))>0) .. betaI(i,t)=e=(prod(tc$(ord(tc)\
                    <ord(t)),1/(1+rp(t))))$(ord(t)>1)+1$(ord(t)<=1));\
foc_inv(i,t)$ (sum(j$q(i,j),InvB.l(j,t))>0) .. sum(j$q(i,j),betaI(i,t)*ps(j,t)\
* (1+alpha1(i)*(InvN(i,t)/K(i,t)-alpha2(i)))-Lamda_i(i,t+1)-Lamda_itt(i)$tf(t))\
=g=0;\
foc_k(i,t)$ (sum(j$q(i,j),InvB.l(j,t))>0) .. sum(j$q(i,j), (betaI(i,t)*(pk(i,t)\
+ps(j,t)*(alpha1(i)/2)*(power(InvN(i,t)/K(i,t),2)-power(alpha2(i),2)))-\
Lamda_i(i,t)+(Lamda_i(i,t+1)
+Lamda_itt(i)$tf(t))*(1-delta(i))))=e=0;
Ac_K(i,t)$ (sum(j$q(i,j),InvB.l(j,t))>0) .. k(i,t)=e= InvN(i,t-1)+(1-delta(i))\
*(k(i,t-1))$(ord(t)>1)+k0(i)$to(t);\
Ac_Ktt(i)$ (sum((j,t)$ (tf(t) and q(i,j)),InvB.l(j,t))>0) .. ktt(i)=e=sum(t\
$tf(t),InvN(i,t)+(1-delta(i))*k(i,t));\
EQ_InvB(j,t)$ (InvB.l(j,t)>0) .. InvB(j,t)=e=sum(i$q(i,j),InvN(i,t)+(alpha1\
(i)/2)*power(InvN(i,t)/K(i,t)-alpha2(i),2)*K(i,t));\
EQ_ktt(i)$ (sum((j,t)$ (tf(t) and q(i,j)),InvB.l(j,t))>0) .. sum((j,t)$ (tf(t)\
and q(i,j)),InvN(i,t)/InvN(i,t-1)-S(j,t)/S(j,t-1))=e=0;\
InvB.fx(j,t)$ (InvB.l(j,t)=0)=0; InvN.fx(i,t)$ (sum(j$q(i,j),InvB.l(j,t))=0)=0;\
K.fx(i,t)$ (sum(j$q(i,j),InvB.l(j,t))=0)=K.l(i,t);\
Lamda_i.fx(i,t)$ (sum(j$q(i,j),InvB.l(j,t))=0)=Lamda_i.l(i,t);\
Ktt.fx(i)$ (sum((j,t)$ (tf(t) and q(i,j)),InvB.l(j,t))=0)=Ktt.l(i);\
Lamda_itt.fx(i)$ (sum((j,t)$ (tf(t) and
q(i,j)),InvB.l(j,t))=0)=Lamda_itt.l(i);

```

parameter

vadesdex(ft,t) pagos de factores desde el exterior; \

vadesdex(ft,t)=vadesdex0(ft,t); \

parameter

vaalx(ft,t) pagos de factores al exterior;\

vaalx(ft,t) =vaalx0(ft,t);\

parameter

```

trahing(h,t) transferencias desde los hogares a hogares por concepto de ingresos;\
trahing(h,t) =trahing0(h,t);\
parameter
traheg(h,t) transferencias desde los hogares a hogares por concepto de egresos;\
traheg(h,t) =traheg0(h,t);\
parameter
tram(h,t) transferencias desde el exterior a los hogares;\
tram(h,t) =tram0(h,t);\
parameter
trax(h,t) transferencias desde los hogares al exterior;\
trax(h,t) =trax0(h,t);\
parameter
tragx(t) transferencias desde el gobierno al exterior;\
tragx(t) =tragx0(t);\
parameter
trag(h,t) transferencias desde el gobierno a los hogares;\
trag(h,t) =trag0(h,t);\
parameter
trage(h,t) transferencias desde el gobierno a los hogares por especie;\
trage(h,t)=trage0(h,t);\
parameter
trahk(t) transferencias desde el gobierno a los hogares por concepto de capital;\
trahk(t) =trahk0(t);\
parameter
sav_exth(t) ahorro neto del exterior (transferencias de capital a los hogares);\
sav_exth(t)=sav_exth0(t);\
parameter
sav_extg(t) ahorro neto del exterior (transferencias de capital a los hogares);\
sav_extg(t)=sav_extg0(t);\
parameter
cfgq(j,t) Consumo Público ;\
cfgq(j,t) =cfgq0(j,t);\
parameter
fbkfqq(j,t) Inversión Pública ; \
fbkfqq(j,t)=fbkfqq0(j,t);

```

```

===== \\
=====RECIBO DE FACTORES POR EL GOBIERNO=====
===== \\
variables
facg(ft,t)    pago de factores al gobierno;\\
equation \\
EQ_facg(ft,t) ecuacion para el pago de factores; \\
*Inicialización
facg.l(ft,t)=facg0(ft,t); \\
*Comportamiento \\
EQ_facg(ft,t) .. facg(ft,t)=e=(xva("ebe","i6",t)*pk("i6",t)*(facg0("ebe",t)\\
/xva0("ebe","i6",t)))$(ord(ft)=2)+0$(ord(ft)<>2)
=====\\
=====PROBLEMA DEL CONSUMIDOR=====
===== \\
Variables\\
vaneto(ft,t)   valor agregado neto a ser distribuido a los hogares\\
ib(h,t)        ingreso primario del hogar h\\
in(h,t)        restricción presupuestaria del hogar h\\
int_hog(h,t)   interes pagados sobre la deuda externa privada;\\
*Inicializacion vaneto.l(ft,t)=vaneto0(ft,t); ib.l(h,t)=ib0(h,t); \\
in.l(h,t)=in0(h,t); int_hog.l(h,t)=int_hog0(h,t);\\
*Comportamiento Equations\\
EQ_Vaneto(ft,t)  valor agregado neto (Remun-EBE-Mix)\\
IG_ib(h,t)       ingreso bruto hogar h\\
IG_in(h,t)       ingreso neto hogar h;\\
EQ_Vaneto(ft,t) .. vaneto(ft,t)=e=(sum(i,xva("rem",i,t)*pl(i,t))+vadesdex("rem",\\
t)-vaalx("rem",t))$(ord(ft)=1)+(sum(i,xva("ebe",i,t)*pk(i,t))+vadesdex("ebe",\\
t)-vaalx("ebe",t)-facg("ebe",t))$(ord(ft)=2)+(sum(i,pli(t)*li(i,t)))$(ord(ft)=3);
IG_ib(h,t)       ..ib(h,t)=e=sum(ft,vaneto(ft,t)*fachog(h,ft,t))+trag(h,t)+\\
trahing(h,t)+tram(h,t)-(trax(h,t)+int_hog(h,t)+traheg(h,t))-fachog(h,'rem',t)\\
*vaneto('rem',t)*tao_rrem(h,t)-fachog(h,'ebe',t)*vaneto('ebe',t)*tao_rcap(h,t);\\
IG_in(h,t)       ..in(h,t)=e=(1-tao_oih(h,t))*ib(h,t)+trage(h,t);
=====\\
*****Primer nivel de decisión. \\

```

Decisiones intra-temporales.

```

parameter\\
theta(j,h,t)  Coeficiente de distribución en el consumo de los hogares\\
gammaCqt(h,t) Coeficiente de eficiencia en la conformación del consumo total;\\
Positive variables
cq(j,h,t)      Demanda del bien agregado j por el hogar h \\
Pcqt(h,t)      Precio inter temporal en el consumo agregado\\
Cqt(h,t)       Consumo agregado inter temporal que realizan los
hogares;
*Inicialización \\
cq.l(j,h,t)=cq0(j,h,t); Cqt.l(h,t)= sum(j,cq0(j,h,t));\\
Pcqt.l(h,t)=Sum(j,cfh0(j,h,t))/sum(j,cq0(j,h,t));
*Calibración \\
theta(j,h,t) =cfh0(j,h,t)/sum(ja,cfh0(ja,h,t));\\
gammaCqt(h,t)=sum(j,cq0(j,h,t))/prod(j,cq0(j,h,t)**theta(j,h,t));\\
*Comportamiento Equations
D_cq(j,h,t)    demanda de consumo del bien agregado j por el hogar h\\
CG_Pcqt(h,t)   cero ganancia en la composición del bien agregado;
D_cq(j,h,t)    .. cq(j,h,t)=e=((Cqt(h,t)/gammaCqt(h,t))*(theta(j,h,t)/Ps(j,t))*\\
prod(ja$(theta(ja,h,t)>0), (Ps(ja,t)/theta(ja,h,t))**theta(ja,h,t))$(theta\\
(j,h,t)>0)+0$(theta(j,h,t)=0));\\
CG_Pcqt(h,t) .. Pcqt(h,t)*Cqt(h,t)=e=sum(j,Ps(j,t)*cq(j,h,t));
*===== \\
*****Segundo nivel de decisión. \\
                Decisiones intertemporales.\\
parameters
rhoc          factor de descuento intertemporal en las preferencias de consumo \\
nu            elasticidad de consumo intertemporal;
Positive variables \\
Pcqtt(h)      Precio del consumo postterminal \\
Cqtt(h)       Consumo post terminal; variables \\
rc(t)         tasa de interes que afecta al consumidor \\
ec(t)         tasa de cambio real que afecta al consumidor\\
sav_hog(h,t)  ahorro neto del hogar \\
deuda_exth(t) deuda externa privada;

```

```

*Calibración \\
nu=1; \\
rhoc      =(1+rc0)/((1+g)**nu)-1; rc.l(t)=rc0; \\
Pcqtt.l(h)=sum(t$tf(t),Pcqt.l(h,t)); Cqtt.l(h)=sum(t$tf(t),Cqt.l(h,t)*(1+g));\\
ec.l(t)   =(sum((j,d)$r(d),pim.l(j,d,t)*(1+tao_m(d,j,t))*M.l(j,d,t))/sum((j,\\
d)$r(d),M.l(j,d,t)))/(sum(j,pd.l(j,t)*M.l(j,"dom",t))/sum(j,M.l(j,"dom",t)));\\
sav_hog.l(h,t)=in.l(h,t)-Pcqt.l(h,t)*Cqt.l(h,t); deuda_exth.l(t)=(1+g)*qref(t)\\
*deuda_exth0;

*Comportamiento Equations \\
EQ_ec(t)      ecuación para la tasa de camino real que afecta al consumidor\\
EQ_rc(t)      ecuación para la tasa de interes que afecta al consumidor\\
D_Cqt(h,t)    Demanda intertemporal de consumo agregado \\
EQ_sav_hog(h,t) endogenización del ahorro neto\\
EQ_Pcqtt(h)   endogenizacion del precio de consumo postterminal\\
EQ_Cqtt(h)    endogenización del consumo postterminal\\
EQ_deuda_exth(t) ecuación de la deuda externa privada\\
EQ_int_hog(h,t) ecuación para los intereses sobre deuda externa privada;\\
EQ_ec(t) .. ec(t)=e=(sum((j,d)$r(d),pim(j,d,t)*(1+tao_m(d,j,t))*M(j,d,t))\\
/sum((j,d)$r(d),M(j,d,t)))/(sum(j,pd(j,t)*M(j,"dom",t))/sum(j,M(j,"dom",t)));\\
EQ_rc(t) .. rc(t)=e=rex+0.3*(ec(t)-ec.l(t))/ec.l(t);\\
D_Cqt(h,t) .. ((Pcqt(h,t+1)*Cqt(h,t+1)**nu)$ (not tf(t))+Pcqtt(h)*Cqtt(h)**nu)\\
$(ord(t)=card(t))* (1+rhoc)=e=(Pcqt(h,t)*Cqt(h,t)**nu)*((1+rc(t+1)$ (not tf(t))\\
+rc(t)$ (tf(t)))));\\
EQ_sav_hog(h,t) .. sav_hog(h,t)=e=in(h,t)-Pcqt(h,t)*Cqt(h,t);
%EQ_Pcqtt(h) .. Pcqtt(h)=e=sum(t$tf(t),Pcqt(h,t));\\
*EQ_Cqtt(h) .. sum(t$tf(t),in(h,t)/in(h,t-1)-(Pcqt(h,t)*Cqt(h,t))/\\
(Pcqt(h,t-1)*Cqt(h,t-1)))=e=0;\\
*EQ_Cqtt(h) .. sum(t$tf(t),in(h,t)/in(h,t-1)-Cqt(h,t)/Cqt(h,t-1))=e=0;\\
*EQ_Cqtt(h) .. sum(t$tf(t),in(h,t)/in(h,t-1)-Cqtt(h)/Cqt(h,t))=e=0;\\
*EQ_Cqtt(h) .. sum(t$tf(t),sav_hog(h,t-1)*in(h,t)-in(h,t-1)*sav_hog(h,t))=e=0;\\
*EQ_Cqtt(h) ..
sum(t$tf(t),Cqtt(h)/Cqt(h,t)-Cqt(h,t)/Cqt(h,t-1))=e=0;
*EQ_Cqtt(h) .. sum(t$tf(t),in(h,t)/in(h,t-1)-sum(ft,vaneto(ft,t))\\
*fachog(h,ft,t))/sum(ft,vaneto(ft,t-1))*\\
fachog(h,ft,t-1))=e=0;\\

```

```

*EQ_Cqtt (h) .. sum(t$tf(t), in(h,t)/in(h,t-1)-sum(j, yn(j,t))/sum(j, yn(j,t-1)))\\
                =e=0;\\
*EQ_Cqtt (h) .. sum(t$tf(t), in(h,t)/in(h,t-1)-sum(j, ps(j,t)*s(j,t))\\
                /sum(j, ps(j,t-1)*s(j,t-1)))=e=0;
*EQ_Cqtt (h) .. sum(t$tf(t), Cqtt(h)/Cqt(h,t)-Cqt(h,t)/Cqt(h,t-1))=e=0;\\
EQ_Cqtt (h) .. sum(t$tf(t), Cqtt(h)-(1+g)*Cqt.l(h,t))=e=0;\\
EQ_deuda_exth(t) .. sum(h, sav_hog(h,t))+sav_exth(t)+(deuda_exth(t)-\\
                deuda_exth(t-1)-deuda_exth0$(ord(t)=1))=e=sum(j, ps(j,t))\\
                *(fbkfqh0(j,t)-InvB.l(j,t)+InvB(j,t))+trahk(t);\\
EQ_int_hog(h,t) .. int_hog(h,t)=e=rex*(deuda_exth(t-1)+deuda_exth0$(ord(t)=1))\\
                *sum(r, mcs(r,h))/sum((r,ha), mcs(r,ha));

*=====\\
*=====PROBLEMA DEL GOBIERNO=====\\
*=====\\

Variables
iva(j,t)      ingresos simulados por iva\\
ice(j,t)      ingresos simulados por ice\\
aranc(j,t)    ingresos simulados por aranceles\\
oimp(j,t)     ingresos por otros impuestos sobre productos\\
oip(i,t)      ingresos por impuestos indirectos a la producción\\
pat(i,t)      ingreso por impuesto al patrimonio de las empresas\\
oih(h,t)      ingreso por impuesto a la renta\\
rrem(h,t)     ingreso por impuesto a la remuneración\\
rcap(h,t)     ingreso por impuesto al capital\\
rect(t)       recaudación total\\
int_gob(t)    intereses sobre la deuda externa pública\\
ibg(t)        ingresos del gobierno\\
sav_gob(t)    ahorro neto del gobierno\\
deuda_extg(t) deuda externa pública;\\
*Inicialización\\
iva.l(j,t)    =iva0(j,t); \\
ice.l(j,t)    =ice0(j,t);
aranc.l(j,t)  =sum(d, aran0(d,j,t));\\
oimp.l(j,t)   =oimp0(j,t);\\
oip.l(i,t)    =va.l(i, "form", t)*tao_oip(i,t);

```

```

oih.l(h,t) =ib.l(h,t)*tao_oih(h,t);\\
rrem.l(h,t) =fachog(h,'rem',t)*vaneto.l('rem',t)*tao_rrem(h,t);
rcap.l(h,t) =fachog(h,'ebe',t)*vaneto.l('ebe',t)*tao_rcap(h,t);\\
pat.l(i,t) =tao_pat(i,t)*pk.l(i,t)*xva.l("ebe",i,t);\\
rect.l(t) =sum(j,iva.l(j,t)+ice.l(j,t)+aranc.l(j,t)+oimp.l(j,t))+sum(i,oip.l\\
      (i,t)+pat.l(i,t))+sum(h,oih.l(h,t)+rrem.l(h,t)+rcap.l(h,t));\\
int_gob.l(t)=int_gob0(t); ibg.l(t)=rect.l(t)+sum(ft,facg.l(ft,t))-sum(h,\\
      trag(h,t))-tragx(t)-int_gob.l(t);\\
sav_gob.l(t)=ibg.l(t)-sum(h,trage(h,t))-sum(j,ps.l(j,t)*cfgq(j,t));\\
deuda_extg.l(t)=(1+g)*qref(t)*deuda_extg0; \\
*Comportamiento\\
Equation
IG_iva(j,t)      ingreso gubernamental por iva \\
IG_ice(j,t)      ice \\
IG_aranc(j,t)    aranceles\\
IG_oimp(j,t)     otros impuestos \\
IG_oip(i,t)      impuestos indirectos\\
IG_pat(i,t)      impuesto al patrimonio
IG_oih(h,t)      impuesto a la renta\\
IG_rrem(h,t)     impuesto a la remuneración
IG_rcap(h,t)     impuesto al capital\\
IG_rect(t)       recaudación total
EQ_int_gob(t)    intereses sobre la deuda externa pública\\
IG_ibg(t)        ingreso gubernamental bruto
EQ_sav_gob(t)    ahorro neto del gobierno\\
EQ_deuda_extg(t) ecuación de la deuda externa pública;
IG_iva(j,t) .. iva(j,t)=e=sum( d,M(j,d,t)*pim(j,d,t)* (1+tao_m(d,j,t)))*\\
      (1+tao_oimpe(j,t))*(1+tao_ice(j,t))*(tao_iva(j,t));\\
IG_ice(j,t) .. ice(j,t)=e=sum( d,M(j,d,t)*pim(j,d,t)* (1+tao_m(d,j,t)))*\\
      (1+tao_oimpe(j,t))*(tao_ice(j,t));\\
IG_aranc(j,t).. aranc(j,t)=e=sum( d,M(j,d,t)*pim(j,d,t)*(tao_m(d,j,t)));\\
IG_oimp(j,t) .. oimp(j,t)=e=sum( d,M(j,d,t)*pim(j,d,t)*(1+tao_m(d,j,t)))*\\
      (tao_oimpe(j,t));\\
IG_oip(i,t) .. oip(i,t)=e=va(i,"form",t)*tao_oip(i,t);\\
IG_oih(h,t) .. oih(h,t)=e=ib(h,t)*tao_oih(h,t); \\

```

```

IG_rrem(h,t) .. rrem(h,t)=e=fachog(h,'rem',t)* vaneto('rem',t)*tao_rrem(h,t);\\
IG_rcap(h,t) .. rcap(h,t)=e=fachog(h,'ebe',t)* vaneto('ebe',t)*tao_rcap(h,t);\\
IG_pat(i,t) .. pat(i,t)=e=tao_pat(i,t)*pk(i,t) *xva("ebe",i,t);\\
IG_rect(t) .. rect(t)=e=sum(j,iva(j,t)+ ice(j,t)+aranc(j,t)+oimp(j,t))+sum\\
    (i,oip(i,t)+pat(i,t))+sum(h,oih(h,t)+rrem(h,t)+rcap(h,t));\\
EQ_int_gob(t).. int_gob(t)=e=rex*(deuda_extg(t-1)+deuda_extg0$(ord(t)=1));\\
IG_ibg(t) .. ibg(t)=e=rect(t)+ sum(ft,facg(ft,t))-sum(h,trag(h,t))\\
    -tragx(t)-int_gob(t);\\
EQ_sav_gob(t).. sav_gob(t)=e=ibg(t)-sum(h,trage(h,t))-sum(j,ps(j,t)*cfgq(j,t));\\
EQ_deuda_extg(t)..sav_gob(t)+trahk(t)+sav_extg(t)+(deuda_extg(t)-deuda_extg(t-1))\\
    -deuda_extg0$(ord(t)=1)=e=sum(j,ps(j,t)*fbkfqg(j,t));
*=====\\
*=====ECUACIONES DE EQUILIBRIO=====
*=====\\
set jfx(j);jfx(j)=yes; jfx('b7')=no; jfx('b8')=no; jfx('b11')=no;\\
parameter \\
phi(t) parámetro en el ajuste-incidencia del empleo;\\
phi(t)=0.08;\\
variable
Aux(j,t) variable auxiliar complementaria a la ecuación de equilibrio;\\
Aux.l(j,t)=ps.l(j,t)$jfx(j)+tao_oimpe.l(j,t)$(not jfx(j));\\
equations \\
EQ_aux_ps(j,t) ecuación auxiliar que define la variable auxiliar en función de\\
    los precios de oferta\\
EQ_aux_tao(j,t) ecuación auxiliar que define la variable auxiliar en función de\\
    los subsidios\\
EQ_ps(j,t) equilibrio de mercado \\
EQ_pk(i,t) oferta de capital iguala demanda de capital por destino i \\
EQ_pli(t) equilibrio oferta y demanda total de trabajo;
EQ_aux_ps(j,t)$jfx(j) .. Aux(j,t)=e=ps(j,t);\\
EQ_aux_tao(j,t)$(not jfx(j)) .. Aux(j,t)=e=tao_oimpe(j,t);\\
EQ_ps(j,t) .. S(j,t)=e=sum(i,ci(j,i,t))+sum(h,cq(j,h,t))+fbkfqh0(j,t)-InvB.l\\
    (j,t)+InvB(j,t)+cfgq(j,t)+fbkfqg(j,t); \\
EQ_pk(i,t) .. k(i,t)=e=xva("ebe",i,t); \\
%*EQ_pli(t) .. sum(i,xva("rem",i,t)+li(i,t))=e=qref(t)*sum(i,mcs("mix",i))\\

```

```

*lin0(t)+mcs("rem",i));
EQ_pli(t) .. ((sum(i,pl(i,t))+pli(t))/(sum(i,pl.l(i,t))+pli.l(t))-1)=e\\
((sum(i,pl(i,t-1))+pli(t-1))/(sum(i,pl.l(i,t-1))+pli.l(t-1))-1)$ (ord(t)>1)+phi\\
(t)*((sum(i,xva("rem",i,t)+li(i,t))/sum(i,xva.l("rem",i,t)+li.l(i,t))-1));\\
pl.fx(i,t)=1; ps.fx(j,t)$ (not jfx(j))=ps.l(j,t);
tao_oimpe.fx(j,t)$jfx(j)=tao_oimpe.l(j,t);
*=====\\
*=====ACOTAMIENTO=====
*===== \\
*$ontext \\
parameter\\
limite_inf limite inferior de las variables; limite_inf=1.e-5;Ps.lo(j,t)\\
$jfx(j)=limite_inf; pim.lo(j,d,t)=limite_inf;Px.lo(j,d,t)=limite_inf;\\
pynt.lo(j,t)=limite_inf; pd.lo(j,t)=limite_inf; pa.lo(i,t)=limite_inf;\\
pvat.lo(i,t)=limite_inf; pva.lo(i,fi,t)=limite_inf; pk.lo(i,t)=limite_inf;\\
pvafor.lo(i,t)=limite_inf; pli.lo(t)=limite_inf;
pvafor.lo(i,t)=limite_inf;
pvainf.lo(i,t)=limite_inf; Pcqt.lo(h,t)=limite_inf; Pcqtt.lo(h)=limite_inf;\\
*$offtext
*=====\\
*=====ESPECIFICACION DEL MODELO===== \\
*===== \\
model mod1 / \\
*Sector Exterior\\
D_M.M, CG_S.S, EQ_pm.pm, O_X.X, CG_pynt.pynt, EQ_px.px epim.pim, epex.pex,\\
I_D.pd\\
*Sector privado\\
D_ci.ci, D_vat.vat, CG_pa.pa D_va.va, CG_pvat.pvat, D_xva.xva, \\
CG_pvafor.pvafor, \\
D_li.li, CG_pvainf.pvainf, EQ_pva.pva, \\
*Producción atípica\\
O_ynt.ynt, CG_ya.ya, EQ_yn.yn\\
*Decisiones del inversionista\\
EQ_ep.ep, EQ_rp.rp, Eq_betai.betai, foc_inv.invn, foc_k.k, Ac_K.lamda_i, \\
Ac_Ktt.lamda_itt, EQ_InvB.InvB, EQ_ktt.ktt

```

```

*Capital entregado al gobierno\\
EQ_facg.facg EQ_Vaneto.vaneto, IG_ib.ib, IG_in.in,
*Problema de los hogares\\
D_cq.cq, CG_Pcqt.Pcqt, EQ_ec.ec, EQ_rc.rc, D_Cqt.Cqt, EQ_Pcqtt.Pcqtt, \\
EQ_Cqtt.Cqtt, EQ_sav_hog.sav_hog EQ_deuda_exth.deuda_exth
EQ_int_hog.int_hog
*Ingresos gubernamentales\\
IG_iva.iva, IG_ice.ice, IG_aranc.aranc, IG_oimp.oimp IG_oip.oip, IG_pat.pat,\\
IG_oih.oih, IG_rrem.rrem, IG_rcap.rcap, IG_rect.rect, IG_ibg.ibg, \\
EQ_sav_gob.sav_gob, EQ_deuda_extg.deuda_extg EQ_int_gob.int_gob \\
*Ecuaciones de equilibrio\\
EQ_ps.aux, EQ_pk.pk, EQ_pli.pli EQ_aux_ps.ps, EQ_aux_tao.tao_oimpe
/;

options limrow=0,limcol=0,solprint=off,iterlim=100000;\\
mod1.scaleopt=1; mod1.workspace=100; option mcp=path;
mod1.optfile=1; file path /path.opt/; put path;\\
put 'time_limit      3600' /; put 'convergence_tolerance 1.e-5'/;
*put 'merit_function normal'/; *put 'crash_method   none'/;\\
  putclose;
Solve  mod1 using mcp;\\
*=====\\
*-----SIMULACIONES-----\\
*=====\\
*Iva \\
tao_iva(j,t)=tao_iva(j,t);\\
*ICE \\
tao_ice(j,t)=tao_ice(j,t); \\
*Otros Impuestos a los Productos \\
tao_oimp(j,t)=tao_oimp(j,t);\\
Impuestos indirectos a la Producción\\
tao_oip(i,t)=tao_oip(i,t); \\
Impuesto al Patrimonio\\
tao_pat(i,t)=tao_pat(i,t);
Ingreso por Impuesto a la Renta\\

```

```

tao_oih(h,t)=tao_oih(h,t); \\
*Impuesto a las Remuneraciones \\
tao_rrem(h,t)=tao_rrem(h,t); \\
*Impuesto al Capital \\
tao_rcap(h,t)=tao_rcap(h,t); \\
*Comercio Exterior \\
tao_m(d,j,t)=tao_m(d,j,t); \\
tao_x(j,d,t)=tao_x(j,d,t); \\
*Remuneraciones
pl.fx(i,t)=1; \\
  ps.fx(j,t)$(not jfx(j))=ps.l(j,t); \\
*Gasolina \\
ps.fx('b7',t)=ps.l('b7',t); \\
*Gas \\
ps.fx('b8',t)=ps.l('b8',t); \\
*Electricidad \\
ps.fx('b11',t)=ps.l('b11',t); \\
***** Transancciones*****
*pagos de factores desde el exterior; \\
  vadesdex(ft,t)=vadesdex0(ft,t); \\
*pagos de factores al exterior; \\
  vaalx(ft,t)=vaalx0(ft,t); \\
*transferencias desde los hogares a hogares por concepto de ingresos; \\
  trahing(h,t)=trahing0(h,t); \\
*transferencias desde los hogares a hogares por concepto de egresos; \\
  traheg(h,t)=traheg0(h,t); \\
*transferencias desde el exterior a los hogares; \\
  tram(h,t)=tram0(h,t); \\
*transferencias desde los hogares al exterior; \\
  trax(h,t)=trax0(h,t); \\
*transferencias desde el gobierno al exterior; \\
  tragx(t)=tragx0(t); \\
*transferencias desde el gobierno a los hogares; \\
  trag(h,t)=trag0(h,t); \\
*transferencias desde el gobierno a los hogares por especie; \\

```

```

    trage(h,t)=trage0(h,t);\\
*transferencias desde el gobierno a los hogares por concepto de capital;\\
    trahk(t)=trahk0(t);\\
*ahorro neto del exterior (transferencias de capital a los hogares);\\
    sav_exth(t)=sav_exth0(t);\\
*ahorro neto del exterior (transferencias de capital a los hogares);\\
    sav_extg(t)=sav_extg0(t);\\
*Consumo Público\\
    cfgq(j,t)=cfgq0(j,t);\\
*Inversión Pública\\
    fbkfqg(j,t)=fbkfqg0(j,t);\\
*Inversion Privada *InvB.fx('b6',t)=455545564/ps('b6',t);\\
*===== \\
*=====GINI y CURVA DE LORENTZ===== \\
*===== \\
set ni /q1*q5/; \\
parameter\\
CLHip0(*,*,*) curva de lorentz inicial;
CLHip0('tot','q1',t)=sum(h$(ord(h)=1),in.l(h,t)+in.l(h+5,t))\\
/sum(h$(ord(h)<=5),in.l(h,t)+in.l(h+5,t));\\
CLHip0('tot','q2',t)=sum(h$(ord(h)<=2),in.l(h,t)+in.l(h+5,t))\\
/sum(h$(ord(h)<=5),in.l(h,t)+ in.l(h+5,t));\\
CLHip0('tot','q3',t)=sum(h$(ord(h)<=3),in.l(h,t)+in.l(h+5,t))\\
/sum(h$(ord(h)<=5),in.l(h,t)+ in.l(h+5,t));\\
CLHip0('tot','q4',t)=sum(h$(ord(h)<=4),in.l(h,t)+in.l(h+5,t))\\
/sum(h$(ord(h)<=5),in.l(h,t)+ in.l(h+5,t));\\
CLHip0('tot','q5',t)=sum(h$(ord(h)<=5),in.l(h,t)+in.l(h+5,t))\\
/sum(h$(ord(h)<=5),in.l(h,t)+ in.l(h+5,t));\\
CLHip0('urb','q1',t)=sum(h$(ord(h)=1),in.l(h,t))/sum(h$(ord(h)<=5),\\
in.l(h,t)); \\
CLHip0('urb','q2',t)=sum(h$(ord(h)<=2),in.l(h,t))/sum(h$(ord(h)<=5),\\
in.l(h,t));\\
CLHip0('urb','q3',t)=sum(h$(ord(h)<=3),in.l(h,t))/sum(h$(ord(h)<=5),\\
in.l(h,t));\\
CLHip0('urb','q4',t)=sum(h$(ord(h)<=4),in.l(h,t))/sum(h$(ord(h)<=5),\\

```

```

in.l(h,t));\\
CLHip0('urb','q5',t)=sum(h$(ord(h)<=5),in.l(h,t))/sum(h$(ord(h)<=5),\\
in.l(h,t));\\
CLHip0('rur','q1',t)=sum(h$(ord(h)=6),in.l(h,t))/sum(h$(ord(h)>=6) \\
and (ord(h)<=10)),in.l(h,t)); \\
CLHip0('rur','q2',t)=sum(h$(ord(h)<=7)and (ord(h)>=6),in.l(h,t))\\
/sum(h$(ord(h)>=6) and (ord(h)<=10)),in.l(h,t));\\
CLHip0('rur','q3',t)=sum(h$(ord(h)<=8)and (ord(h)>=6),in.l(h,t))\\
/sum(h$(ord(h)>=6) and (ord(h)<=10)),in.l(h,t));\\
CLHip0('rur','q4',t)=sum(h$(ord(h)<=9)and (ord(h)>=6),in.l(h,t))\\
/sum(h$(ord(h)>=6) and (ord(h)<=10)),in.l(h,t));\\
CLHip0('rur','q5',t)=sum(h$(ord(h)<=10)and(ord(h)>=6),in.l(h,t))\\
/sum(h$(ord(h)>=6) and (ord(h)<=10)),in.l(h,t));\\
parameter\\
ginirp0(*,*) coeficiente de gini simulado;
ginirp0('tot',t)=1-0.2*(2*sum(ni,CLHip0('tot',ni,t))-CLHip0('tot','q5',t));\\
ginirp0('urb',t)=1-0.2*(2*sum(ni,CLHip0('urb',ni,t))-CLHip0('urb','q5',t));\\
ginirp0('rur',t)=1-0.2*(2*sum(ni,CLHip0('rur',ni,t))-CLHip0('rur','q5',t));
*===== \\
*=====VARIABLES DE INTERES=====
*===== \\
parameter
    var_pibr(t)
    var_pibn(t)
    var_exp(t)
    var_imp(t)
    var_balc(t)
    var_debt(t)
    var_IG(t)
    var_iva(t)
    var_ice(t)
    var_oih(t)
    var_oimp(t)
    var_gini(t,*)
    var_emp(t)

```

```

var_sub(t)
var_des(t)
tasa_conv(t);

var_pibr(t)=sum(j,x.l(j,"usa",t)+x.l(j,"can",t)+x.l(j,"rdm",t)-m.l(j,"usa",t)\
-m.l(j,"can",t)-m.l(j,"rdm",t)+cfgq(j,t)+fbkfqg(j,t)-InvBq0(j,t)+InvB.l(j,t)\
+sum(h,cq.l(j,h,t))); var_pibn(t)=sum(i,vat.l(i,t)*pvat.l(i,t)+tao_oip(i,t)*\
va.l(i,"form",t))+sum((j,d),m.l(j,d,t)*pim.l(j,d,t)*tao_m(d,j,t)+m.l(j,d,t)\
*pim.l(j,d,t)*(1+ tao_m(d,j,t))*tao_iva(j,t));\
var_exp(t) =sum((j,d)$r(d),pex.l(j,d,t)*x.l(j,d,t)); \
var_imp(t) =sum((j,d)$r(d),pim.l(j,d,t)*m.l(j,d,t)); \
var_balc(t)=sum((j,d)$r(d),pex.l(j,d,t)*x.l(j,d,t)-pim.l(j,d,t)*m.l(j,d,t));\
var_debt(t)=deuda_exth.l(t)+deuda_extg.l(t); \
var_IG(t)=ibg.l(t);\
var_iva(t)=sum(j,iva.l(j,t));\
var_ice(t)=sum(j,ice.l(j,t));\
var_oih(t)=sum(h,oih.l(h,t));\
var_oimp(t)=sum(j,oimp.l(j,t));\
var_gini(t,'tot')=gini rp0('tot',t);\
var_gini(t,'urb')=gini rp0('urb',t);\
var_gini(t,'rur')=gini rp0('rur',t);\
var_emp(t)=sum(i,xva.l("rem",i,t))/pea0(t);\
var_sub(t)=sum(i,li.l(i,t))/pea0(t);\
var_des(t)=(pea0(t)-sum(i,xva.l("rem",i,t)+li.l(i,t)))/pea0(t);
*=====\\
*====ADOPCION DE VALORES INICIALES Y SOLUCIÓNCONFRATUAL=====\\
EQ_InvB.scale(j,t)$ (InvB.l(j,t)>0)=sum(i$q(i,j),abs(alpha1(i)));\
*EQ_InvB.scale(j,t)$ (InvB.l(j,t)>0)=1.e+6; EQ_pk.scale(i,t)=1.e+6;\
EQ_ps.scale(j,t)=1.e+6; D_Cqt.scale(h,t)=1.e+6;*CG_ya.scale(i,t)=1.e+6;
*CG_pa.scale(i,t)=1.e+6; *CG_S.scale(j,t)=1.e+6;*CG_pynt.scale(j,t)=1.e+6;\
*CG_pvat.scale(i,t)=1.e+6;*D_cqt.scale(h,t)=1.e+6;*EQ_vaneto.scale(ft,t)=1.e+6;
*D_va.scale(i,fi,t)=1.e+6;*O_ynt.scale(i,j,t)=1.e+6;*CG_pcqt.scale(h,t)=1.e+6;\
*CG_pvafor.scale(i,t)=1.e+6;*D_M.scale(j,d,t)=1.e+6;*EQ_sav_hog.scale(h,t)=\
1.e+6;*EQ_deuda_exth.scale(t)=1.e+6;*D_xva.scale(f,i,t)=1.e+6;*O_X.scale(j,d,t\
)=1.e+6;*EQ_sav_gob.scale(t)=1.e+6;*D_cq.scale(j,h,t)=1.e+6;*EQ_deuda_extg.\
scale(t)=1.e+6;*foc_inv.scale(i,t)=1.e+3;*foc_k.scale(i,t)=1.e+2; \

```

```

$include escal-var.gms *$include escal-equ.gms options iterlim=100000;\
file path1 /path.opt/; put path1;put 'time_limit 3600' /; put \
'convergence_tolerance 1.e-5'/; *put 'proximal_perturbation \
1.'/; *put 'lemke_search_type slack'/; *put \
'crash_perturb yes'/; *put 'crash_method none'/; putclose;\
Solve mod1 using mcp;
*===== \
*=====GINI y CURVA DE LORENTZ=====
*===== \
set quin /q1*q5/; parameter CLHipf(*,*,*) curva de lorentz inicial;\
CLHipf('tot','q1',t)=sum(h$(ord(h)=1),in.l(h,t)+in.l(h+5,t))/sum(h$(ord(h)<=5),\
in.l(h,t)+in.l(h+5,t));\
CLHipf('tot','q2',t)=sum(h$(ord(h)<=2),in.l(h,t)+in.l(h+5,t))/sum(h$(ord(h)<=5),\
in.l(h,t)+in.l(h+5,t));\
CLHipf('tot','q3',t)=sum(h$(ord(h)<=3),in.l(h,t)+in.l(h+5,t))/sum(h$(ord(h)<=5),\
in.l(h,t)+in.l(h+5,t));\
CLHipf('tot','q4',t)=sum(h$(ord(h)<=4),in.l(h,t)+in.l(h+5,t))/sum(h$(ord(h)<=5),\
in.l(h,t)+in.l(h+5,t));\
CLHipf('tot','q5',t)=sum(h$(ord(h)<=5),in.l(h,t)+in.l(h+5,t))/sum(h$(ord(h)<=5),\
in.l(h,t)+in.l(h+5,t));\
CLHipf('urb','q1',t)=sum(h$(ord(h)=1),in.l(h,t))/sum(h$(ord(h)<=5),in.l(h,t));\
CLHipf('urb','q2',t)=sum(h$(ord(h)<=2),in.l(h,t))/sum(h$(ord(h)<=5),in.l(h,t));\
CLHipf('urb','q3',t)=sum(h$(ord(h)<=3),in.l(h,t))/sum(h$(ord(h)<=5),in.l(h,t));\
CLHipf('urb','q4',t)=sum(h$(ord(h)<=4),in.l(h,t))/sum(h$(ord(h)<=5),in.l(h,t));\
CLHipf('urb','q5',t)=sum(h$(ord(h)<=5),in.l(h,t))/sum(h$(ord(h)<=5),in.l(h,t));\
CLHipf('rur','q1',t)=sum(h$(ord(h)=6),in.l(h,t))/sum(h$((ord(h)>=6) and (ord(h)\
<=10)),in.l(h,t));\
CLHipf('rur','q2',t)=sum(h$((ord(h)<=7) and (ord(h)>=6)),in.l(h,t))/sum(h$((\
ord(h)>=6) and (ord(h)<=10)),in.l(h,t));\
CLHipf('rur','q3',t)=sum(h$((ord(h)<=8) and (ord(h)>=6)),in.l(h,t))/sum(h$((\
ord(h)>=6) and (ord(h)<=10)),in.l(h,t));\
CLHipf('rur','q4',t)= sum(h$((ord(h)<=9) and (ord(h)>=6)),in.l(h,t))/sum(h$((\
ord(h)>=6) and (ord(h)<=10)),in.l(h,t));\
CLHipf('rur','q5',t)= sum(h$((ord(h)<=10) and(ord(h)>=6)),in.l(h,t))/sum(h$((\
ord(h)>=6) and (ord(h)<=10)),in.l(h,t));\

```

```

parameter \\
ginirpf(*,*) coeficiente de gini simulado;\\
ginirpf('tot',t)=1-0.2*(2*sum(quin,CLHipf('tot',quin,t))-CLHipf('tot','q5',t));\\
ginirpf('urb',t)=1-0.2*(2*sum(quin,CLHipf('urb',quin,t))-CLHipf('urb','q5',t));\\
ginirpf('rur',t)=1-0.2*(2*sum(quin,CLHipf('rur',quin,t))-CLHipf('rur','q5',t));
*===== \\
*=====VARIABLES DE INTERES===== \\
*===== \\

var_pibr(t)=100*(sum(j,x.l(j,"usa",t)+x.l(j,"can",t)+x.l(j,"rdm",t)-\\
m.l(j,"usa",t)-m.l(j,"can",t)-m.l(j,"rdm",t)+cfgq(j,t)+fbkfqg(j,t)-\\
InvBq0(j,t)+InvB.l(j,t)+sum(h,cq.l(j,h,t)))/var_pibr(t)-1);
var_pibn(t)=100*((sum(i,vat.l(i,t)*pvat.l(i,t)+tao_oip(i,t)*va.l(i,"form",t))\\
+sum((j,d),m.l(j,d,t)*pim.l(j,d,t)*tao_m(d,j,t)+m.l(j,d,t)*pim.l(j,d,t)*\\
(1+tao_m(d,j,t))*tao_iva(j,t)))/var_pibn(t)-1);\\
var_exp(t) =100*(sum((j,d)$r(d),pex.l(j,d,t)*x.l(j,d,t))/var_exp(t)-1);\\
var_imp(t) =100*(sum((j,d) $r(d),pim.l(j,d,t)*m.l(j,d,t))/var_imp(t)-1);\\
var_balc(t)=100*(sum((j,d)$r(d),pex.l(j,d,t)*x.l(j,d,t)-pim.l(j,d,t)\\
*m.l(j,d,t))/var_balc(t)-1);
var_debt(t)=100*(var_debt(t)/(deuda_exth.l(t)+deuda_extg.l(t))-1);\\
var_IG(t) =100*(ibg.l(t)/var_IG(t)-1);
var_iva(t) =100*(sum(j,iva.l(j,t))/var_iva(t)-1);\\
var_ice(t)= 100*(sum(j,ice.l(j,t))/var_ice(t)-1); \\
var_oih(t) =100*(sum(h,oih.l(h,t))/var_oih(t)-1); \\
var_oimp(t)=100*(sum(j,oimp.l(j,t))/var_oimp(t)-1);\\
var_gini(t,'tot')=100*(ginirpf('tot',t)/var_gini(t,'tot')-1);\\
var_gini(t,'urb')=100*(ginirpf('urb',t)/var_gini(t,'urb')-1);\\
var_gini(t,'rur')=100*(ginirpf('rur',t)/var_gini(t,'rur')-1);
var_emp(t) =100*((sum(i,xva.l("rem",i,t))/pea0(t))/var_emp(t)-1);\\
var_sub(t) =100*((sum(i,li.l(i,t))/pea0(t))/var_sub(t)-1);\\
var_des(t) =100*((pea0(t)-sum(i,xva.l("rem",i,t)+li.l(i,t)))/pea0(t))\\
/var_des(t)-1);\\
tasa_conv(t)=100*(sum(j,x.l(j,"usa",t+1)+x.l(j,"can",t+1)+x.l(j,"rdm",t+1)\\
-m.l(j,"usa",t+1)-m.l(j,"can",t+1)-m.l(j,"rdm",t+1)+cfgq(j,t+1)+fbkfqg(j,t+1)\\
-InvBq0(j,t+1)+InvB.l(j,t+1)+sum(h,cq.l(j,h,t+1)))/sum(j,x.l(j,"usa",t)\\
+x.l(j,"can",t)+x.l(j,"rdm",t)-m.l(j,"usa",t)-m.l(j,"can",t)-m.l(j,"rdm",t)\\

```

```

+cfgq(j,t)+fbkfqg(j,t)-InvBq0(j,t)+InvB.l(j,t)+sum(h,cq.l(j,h,t))-1)
$(ord(t)<card(t))+ 100*(sum(j,x.l(j,"usa",t)+x.l(j,"can",t)+x.l(j,"rdm",t))\
-m.l(j,"usa",t)-m.l(j,"can",t)-m.l(j,"rdm",t)+cfgq(j,t)+fbkfqg(j,t)
-InvBq0(j,t)+InvB.l(j,t) +sum(h,cq.l(j,h,t)))/sum(j,x.l(j,"usa",t-1)\
+x.l(j,"can",t-1)+x.l(j,"rdm",t-1) -m.l(j,"usa",t-1)-m.l(j,"can",t-1)-\
m.l(j,"rdm",t-1)+cfgq(j,t-1)+fbkfqg(j,t-1)-InvBq0(j,t-1)+InvB.l(j,t-1)\
+sum(h,cq.l(j,h,t-1))-1)$(ord(t)=card(t));\
execute_unload 'micip.gdx'; execute '=gdxviewer micip.gdx' \
*$include informe.gms *$include mcs.gms $include graficos.gms
*===== \
*=====MCS CONFRACTUAL AL ESCENARIO DE SIMULACIÓN.===== \
*===== \
*$ontext set ts(t); ts(t)$ (ord(t)<=10)=yes;file MCSR /MCSR.xls;/MCSR.pc=6; \
MCSR.pw=1000;put MCSR;put/;loop(t$ts(t),put 'Matrices de Contabilidad Social\
Confractual Dinámica',put ',','','PERIODO',t.tl;/put/;put'';loop(j,put j.tl)\
put'';loop(i,put i.tl)put'';loop(ft,put ft.tl) put''put'ging'put'';loop(h,put\
h.tl)put'';put'cgob';put'hog';put'gob',put'';loop(r,put r.tl)put'';put/;put/;\
loop(j,put j.tl,loop(ja,put'')put''loop(i,put (ci.l(j,i,t)*ps.l(j,t)) )put''\
loop(ft,put'')put'',put'',put''loop(h,put (cq.l(j,h,t)*ps.l(j,t)))put'',put \
'',',',',', (px.l(j,'usa',t)*x.l(j,'usa',t)), (px.l(j,'can',t)*x.l(j,'can',t))\
, (px.l(j,'rdm',t)*x.l(j,'rdm',t)))/;put/;loop(i,put i.tl,loop(j,put (pynt.l(j,\
t)*ynt.l(i,j,t)))put/);put/;put'Remu',loop(j,put'')put''loop(i,put (xva.l('rem'\
,i,t)*pl.l(i,t)))loop(ft,put'')put''loop(h,put'')put'',',',',',',',',',',',put\
(qref(t)*mcs('rem','usa')), (qref(t)*mcs('rem','can')), (qref(t)*mcs('rem','rdm'\
)))/;put'ImpuNet',loop(j,put'')put''loop(i,put (tao_oip(i,t)*va.l(i,"form",t)))\
loop(ft,put'')put''loop(h,put'')put'',',',',loop(r,put'')put/;put'IngMix',loop\
(j,put'')put''loop(i,put (va.l(i,'inf',t)*pva.l(i,'inf',t)))loop(ft,put'')put''\
loop(h,put'')put'',',',',loop(r,put'')put/;put'EBE',loop(j,put'')put''loop(i,\
put (xva.l('ebe',i,t)*pk.l(i,t)))loop(ft,put'')put''loop(h,put'')put'',',',',\
loop(r,put'')put/;put/;put'iva',loop(j,put (sum(d,m.l(j,d,t)*pim.l(j,d,t)*\
(1+tao_m(d,j,t))*(1+tao_oimpe.l(j,t))*(1+tao_ice(j,t))*(tao_iva(j,t))))loop(i\
,put'')loop(ft,put'') put''loop(h,put'')put'',',',',loop(r,put'')put/;put'ice'\
,loop(j,put (sum(d,m.l(j,d,t)*pim.l(j,d,t)*(1+tao_m(d,j,t))*(1+tao_oimpe.l(j,t))\
*tao_ice(j,t)))loop(i,put'')loop(ft,put'')put''loop(h,put'')put'',',','\
loop(r,put'') put/; put'ausa',loop(j,put (m.l(j,'usa',t)*pim.l(j,'usa',t))\

```

```

*tao_m('usa',j,t))loop(i,put'')loop(ft,put'')put''loop(h,put'')put''','''\
loop(r,put'')put/;put'acan',loop(j,put(m.l(j,'can',t)*pim.l(j,'can',t))\
*tao_m('can',j,t))loop(i,put'')loop(ft,put'')put''loop(h,put'')put''','''\
loop(r,put'')put/;put'ardm',loop(j,put(m.l(j,'rdm',t)*pim.l(j,'rdm',t)*tao_m\
('rdm',j,t))loop(i,put'')loop(ft,put'')put''loop(h,put'')put''','''loop(r,\
put'')put/;put'oimp',loop(j,put(sum(d,m.l(j,d,t)*pim.l(j,d,t)*(1+tao_m(d,j,\
t))*tao_oimpe.l(j,t)))loop(i,put'')loop(ft,put'')put''loop(h,put'')put''',\
''','''loop(r,put'')put/;put/;loop(h,put h.tl,loop(j,put'')put''','''loop(i,put'')\
loop(ft,put(vaneto.l(ft,t)*fachog(h,ft,t))put''put mcs(h,'ging')\
loop(ha,put'')put''','''','''','''(qref(t)*mcs(h,'usa')), (qref(t)*\
mcs(h,'can')), (qref(t)*mcs(h,'rdm'))/);put /;put'ging',loop(j,put'')\
loop(i,put'')put''','''loop(ft,put'')put(facg.l("ebe",t)+sum(i,\
tao_oip(i,t)*va.l(i,"form",t)))put''loop(h,put(tao_oih(h,t)*\
ib.l(h,t)))put''','''loop(r,put'')put/;put
'renta',loop(j,put'')loop(i,put'')
loop(ft,put'')put''','''','''loop(h,put(fachog(h,'rem',t)*vaneto.l('rem',t))\
*tao_rrem(h,t)+fachog(h,'ebe',t)*(vaneto.l('ebe',t))*tao_rcap(h,t))\
put''','''loop(r,put'')put/;put/;put'usa',loop(j,put(px.l(j,'usa',t))\
*m.l(j,'usa',t))loop(i,put'')put''','''put(qref(t)*mcs('usa','rem')),''','''\
','''','''loop(h,put(qref(t)*mcs('usa',h)))put''','''loop(r,put'')put/;\
put'can',loop(j,put(px.l(j,'can',t)*m.l(j,'can',t))loop(i,put'')put''',\
''put(qref(t)*mcs('can','rem')),''','''','''loop(h,put(qref(t)*mcs('can'\
,h)))put''','''loop(r,put'')put/;put'rdm',loop(j,put(px.l(j,'rdm',t)*m.l(j,\
'rdm',t))loop(i,put'')put''','''put(qref(t)*mcs('rdm','rem')),''','''','''\
loop(h,put(qref(t)*mcs('rdm',h)))put''','''\
loop(r,put'')put/;put/;)\
put /; put /;

```

Bibliografía

- [1] ACOSTA M. Y PEREZ W. – *Modelo Ecuatoriano de Equilibrio General (MEEGA)* – Revista Cuestiones Económicas – Segundo Cutrimestre 2003 – VOL 21 No 2
- [2] ACKERMAN F. – *Still Dead After All These Years: Interpreting the Failure of General Equilibrium Theory* – Global Development And Environment Institute – Working Paper NO. 00-01 – November 1999
- [3] BEAUCHEMIN K. – *Notes on Dynamic General Equilibrium Economies* –
- [4] BAXTER - KING – *Fiscal Policy in General Equilibrium* – American Economic Review – Junio 1993 – Vol 83 No 3
- [5] BENITEZ D. – *La Matriz de Contabilidad Social del Ecuador* – Revista Cuestiones Económicas – Segundo Cutrimestre 2003 – VOL 21 No 2
- [6] BORGES A. M. – *Applied General Equilibrium Models: An Assessment Of Their Usefulness For Policy Analysis* – 1999
- [7] CICOWIEZ - DI GRESIA – *Economía Computacional Equilibrio General Computado: Descripción de la Metodología* – Trabajo Docente No. 7 – Abril 2004
- [8] DEVARAJAN S.– *Notes on Dynamics in CGE Models* –
- [9] DEVERAJAN S. - DELFIN S. GO – *The Simple Dynamic General Equilibrium Model of a Small Open Economy.* –
- [10] DEVARAJAN S. - ROBINSON S.– *The Impact of Computable General Equilibrium Models on Policy* – The World Bank – May 2002
- [11] DIAO X., YELDAN E. - ROE L.– *A Simple Dynamic Applied General Equilibrium Model of a Small Open Economy: Transitional Dynamics and Trade Policy* –

- [12] DIXON P. – *The Mathematical Programming Approach to Applied General Equilibrium Modeling: Notes and Problems* – Centre of Policy Studies – Working Paper No I-50 – April 1991
- [13] DUMONT J.C - ROBICHAUD V. – *Introduction to GAMS Software: A Manual for CGE Modelers* – – February 2000
- [14] ERDEM B. and ORHAN M. – *Reinforcement learning and Dynamic Optimization*
- [15] GALE D.– *Strategic Foundations of General Equilibrium* –
- [16] GHIGLINO C. - OLSZAK-DUQUENNE M.– *Inequalities and Fluctuations in a Dynamic General Equilibrium Model* –
- [17] GILLIG D. - MCCARL B. A. – *Notes on Formulating and Solving Computable General Equilibrium Models within GAMS* – Department of Agricultural Economics College Station, TX – July 2002
- [18] GÓMEZ A. – *Simulación de Políticas Económicas: Los Modelos de Equilibrio General Aplicado* – 1999
- [19] GONZALEZ F. – *Notes on Dynamic General Equilibrium* –
- [20] KEHOE - KEHOE – *A Primer on Static Applied General Equilibrium Models* – Federal Reserve Bank of Minneapolis Quarterly Review – Spring 1994, Volume 18, No. 1
- [21] KEYZER M. – *Building Applied General Equilibrium Models With GAMS Examples And Additional Utilities* – September 1997
- [22] LAU, PAHLKE - RUTHERFORD – *Modeling Economic Adjustment: A Primer in Dynamic General Equilibrium Analysis* –
- [23] LOFGREN H. – *Exercises in General Equilibrium Modeling Using GAMS: 4a* – IFPRI – Microcomputers In Policy Research – 2003
- [24] LOFGREN H. et al. – *A Standard Computable General Equilibrium Model in GAMS, Microcomputers in Policy Research* – IFPRI No.5 – 2002
- [25] MALLEY J. – *Lecture Notes on the Theory, Calibration and Estimation of Dynamic Stochastic General Equilibrium Models* –

- [26] MAECHLER - HOLST – *Empirical Specifications For A General Equilibrium Analysis Of Labor Market Policies And Adjustments* – OECD Development Centre – Working Paper No. 106
- [27] MARKUSEN J. R. – *Introduction to GAMS for economic equilibrium problems* – University of Colorado, Boulder – July 2005
- [28] MIAO J.– *Essays on Dynamic General Equilibrium Models: Theory and Applications* –
- [29] O’RYAN et Al. – *Ensayo sobre Equilibrio General Computable: Teoría y Aplicaciones* – Banco Mundial-CONAMA – 2000
- [30] NABIL A. – *Dynamics Of Trade Liberalization : An Inter-Temporal Computable General Equilibrium Model Applied To Tunisia* –
- [31] RAMIREZ J. - SANCHEZ L. – *Modelo Ecuatoriano de Equilibrio General (MEEGA)-Refinamiento del Mercado Laboral* – Revista Cuestiones Económicas – Segundo Cutrimestre 2003 – VOL 21 No 2
- [32] RAMIREZ J. - SANCHEZ L. – *Modelo Ecuatoriano de Equilibrio General (MEEGA)-Extención en el Análisis del Impacto Regional* – Revista Cuestiones Económicas – Segundo Cutrimestre 2003 – VOL 21 No 2
- [33] RUTHERFORD T. – *A Dynamic General Equilibrium Model for Tax Policy Analysis in Colombia* –
- [34] RUTHERFORD T. – *Applied General Equilibrium Modeling with MPSGE as a GAMS Subsystem: An Overview of the Modeling Framework and Syntax* – Computational Economics 14: 1-46 – 1999
- [35] TEFATSION L. – *Walrasian Equilibrium: A Critique* – February 2005
- [36] WHALLEY J. – *Applied General Equilibrium Modelling* –Journal of Policy Modeling – 1984
- [37] YOUNG E. – *Lectures in Dynamic General Equilibrium* –
- [38] XIE DANYANG - CHI-WA YUEN – *A Dynamic General Equilibrium Framework of Investment with Financing Constraint* –