

MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA

DESARROLLO DEL SECTOR ENERGETICO, CRECIMIENTO
ECONOMICO Y BALANZA DE PAGOS

1983

373.7932

O.971d
1983

sector eléctrico

Aspectos económicos
Colombia

Sector eléctrico

financiamiento
colombiano

DESARROLLO DEL SECTOR ENERGETICO, CRECIMIENTO ECONOMICO
Y BALANZA DE PAGOS EN COLOMBIA *

-Extensiones y Mejoras del Sistema de
Modelaje Energético-

Prof. T. Owen Carroll
Escuela W. Averell Harriman de
Política y Administración
Universidad del Estado de Nueva York
Stony Brook, N.Y. 11772
U. S. A.
Septiembre de 1983.

-Con el apoyo del Banco Interamericano de Desarrollo

* El original de este informe fue escrito en inglés. La traducción del texto al español estuvo a cargo de la señora Alicia Posada de Téllez.

CONTENIDO

Resumen Ejecutivo

I. Introducción

- 1.0 Deficiencias del Actual Sistema de Planeación
- 1.1. Sistema Mejorado para una Interacción Energético-económica
- 1.2 Objetivos y Organización de este Informe

II. Las Herramientas de una Interacción Energético-Económica

- 2.1 Modelos Macroeconómicos
- 2.2 Análisis de Insumo-Producto
- 2.3 Modelos de Optimización en el Proceso Energético
- 2.4 Modelos Energético-Económicos Acoplados

III. Un Sistema de Interacción Económico-Energética

- 3.1 Algunas Consideraciones Importantes
- 3.2 Un Repaso General de la Metodología
- 3.3 Especificación del Modelo Macroeconómico
 - Demanda final
 - Cuadro de Insumo-Producto
- 3.4 Especificación del Modelo Financiero
 - Ahorros nacionales

Financiación del sector energético

Financiación externa

Balanza de pagos

IV. Implementación de la Metodología: Notas Técnicas

4.1 Selección del Modelo y Desarrollo

4.2 Colombia 2000 en Resumen

4.3 Modificación al Modelo Colombia 2000

4.4 El Modelo de las Cuentas Financieras

4.5 Simulación, Integración y "Software Buss"

Matriz de enlace

V. Un Ejemplo Simplificado de la Metodología*

5.1 Enfoque

5.2 Especificación Macroeconómica

Determinación de las variables exógenas

Determinación de los coeficientes

5.3 Finanzas y Balanza de Pagos

Determinación de las variables exógenas y de los coeficientes

5.4 Algunos Resultados Ilustrativos

VI. Conclusiones y Recomendaciones

Referencias

* Para el texto en español, solamente se tradujo el punto 5.4

RESUMEN EJECUTIVO

El desarrollo del sector energético ha tenido un impacto cada vez mayor sobre la balanza de pagos en Colombia. De solamente un 6% de la inversión nacional en los primeros años de la década de los 70, la inversión en el sector energético ha llegado con frecuencia al 50% o más de participación extranjera. El flujo de capital externo para el sector energético en 1980 fue de 8 billones de pesos (pesos de 1975) mientras el flujo neto de capital a Colombia fue de 3.5 billones de pesos.

A pesar de la obvia importancia que tiene el desarrollo del sector energético en la balanza de pagos en Colombia, la metodología actual del ENE en la planeación energética no se adapta muy bien para la exploración de los cuestionamientos relacionados con la parte energético-económico-financiera. No existe un mecanismo para evaluar las contribuciones del sector energético a la balanza de pagos, ni el modelo económico tiene una representación explícita del sector energético en las cuentas nacionales.

En este informe, intentamos hacer la descripción de un sistema general que sirva para conducir un análisis energético-económico-financiero. Los principales aspectos nuevos son: (1) un modelo económico con una representación explícita de la inversión energética, y (2) las cuentas financieras detalladas de los flujos de capital externo dentro del sector energético y

su impacto en la balanza de pagos.

El análisis financiero es una parte esencialmente importante en esta nueva metodología. El modelo financiero utiliza estimativos de los ahorros nacionales y del financiamiento externo para determinar la balanza de pagos, con términos explícitos para el sector de la inversión, requerimientos del servicio de la deuda y efectos relacionados con las exportaciones e importaciones energéticas. La metodología es compatible con los datos e información del Departamento Nacional de Planeación con el fin de asegurar análisis consistentes y proyecciones que puedan ser discutidas entre el DNP y el ENE, en relación al sector energético y al desarrollo económico.

Como ejemplo de este análisis energético-económico-financiero, hemos construido una estructura simplificada. El análisis financiero que conduce a la balanza de pagos sigue la metodología actualmente utilizada por el DNP para estimar los requerimientos de financiamiento externo. El análisis indica que pueden resultar diferencias substanciales en la balanza de pagos debidas a algunas estrategias alternativas para el desarrollo del sector energético. La magnitud de tales efectos recalcan la importancia de la balanza de pagos como uno de los aspectos de la planeación energética en Colombia.

Algunas recomendaciones específicas relacionadas con la

construcción de esta estructura energético-económico-financiera por parte del ENE, incluye lo siguiente: Primero, el modelo económico en esta estructura podría ser una adaptación del Modelo Colombia 2000. Segundo, el modelo financiero podría ser contruido por el DNP contando con la cooperación del equipo del EN. Las perspectivas del DNP y del ENE deben ser asimiladas en un enfoque que refleje las actividades del ENE en la planeación energética. Tercero, el ENE podría establecer el software buss con el fin de integrar los modelos contables económicos y financieros dentro de una amplia herramienta de análisis para el desarrollo del sector energético.

Finalmente, mientras observamos la metodología descrita en este informe desde el punto de vista de la planeación energética el uso del modelo económico y la técnica del detalle sectoral para el sector energético podrían prontamente ser adaptados al análisis de las estrategias de desarrollo agrícola o industrial y de su impacto sobre el crecimiento económico y posición de la balanza de pagos de Colombia.

I. INTRODUCCION

El impacto del desarrollo en el sector energético sobre los requerimientos de inversión y sobre la actividad económica en Colombia ha aumentado substancialmente en los años recientes. A comienzos de la década de los 70, las inversiones en el sector energético fueron alrededor del 6% de la inversión colombiana total para otros fines.¹⁾ Teniendo en cuenta la tremenda capacidad de expansión en electricidad, exploración y producción de petróleo y gas, construcción de refinerías, y desarrollo de los recursos carboníferos, en 1980 la inversión en el sector energético fue de 14 billones de pesos (pesos de 1975 en valor constante serán usados a lo largo de este informe), lo que significa aproximadamente el 14% de la inversión nacional total.²⁾ Se espera que para mediados de los años 80 esta cifra se incremente por encima del 16% de la inversión nacional.

El sector energético es también un contribuyente substancial en la balanza de pagos colombiana. La financiación del proyecto del sector energético se hace frecuentemente con un 50% o más de fondos externos.³⁾ Los requerimientos de inversión para el sector energético pertenecen a las entradas sectorales más altas de las cuentas de capital. En 1980, por ejemplo, la inversión externa en el sector energético fue de cerca de 5.7 billones de pesos mientras el flujo de capital a Colombia fue de 3.5 billones de pesos.⁴⁾

Existe, por supuesto, un variado número de estrategias alternativas para la tasa de desarrollo del sector energético y varias escogencias de recursos para ser desarrolladas dentro de un horizonte de tiempo determinado. Estas estrategias pueden tener impactos significativos en el presupuesto nacional y en el crecimiento económico. La cuestión es cómo anticipar los efectos dentro de una metodología de planeación energético-económica en el ENE.

1.2 Deficiencias del Actual Sistema de Planeación

El actual sistema de modelos en la estructura de análisis del ENE falla en cuanto a proporcionar las técnicas adecuadas para la exploración de una interacción energético-económica en relación a varios aspectos. Uno de los más importantes es que no trata el impacto del sector energético sobre la balanza de pagos y que el modelo macroeconómico no tiene una representación explícita de la inversión del sector energético en las cuentas nacionales.

En la Figura No. 1.1⁵⁾ se muestra la metodología existente del ENE. Se especifica un escenario consistente en las condiciones generales relacionadas con los aspectos internacionales y domésticos, es decir, precios de exportación de los productos energéticos y no-energéticos, política de inversión pública, programas de exploración de petróleo y similares. Estas condi-

INTERACCION DE LOS MODELOS DEL ENE

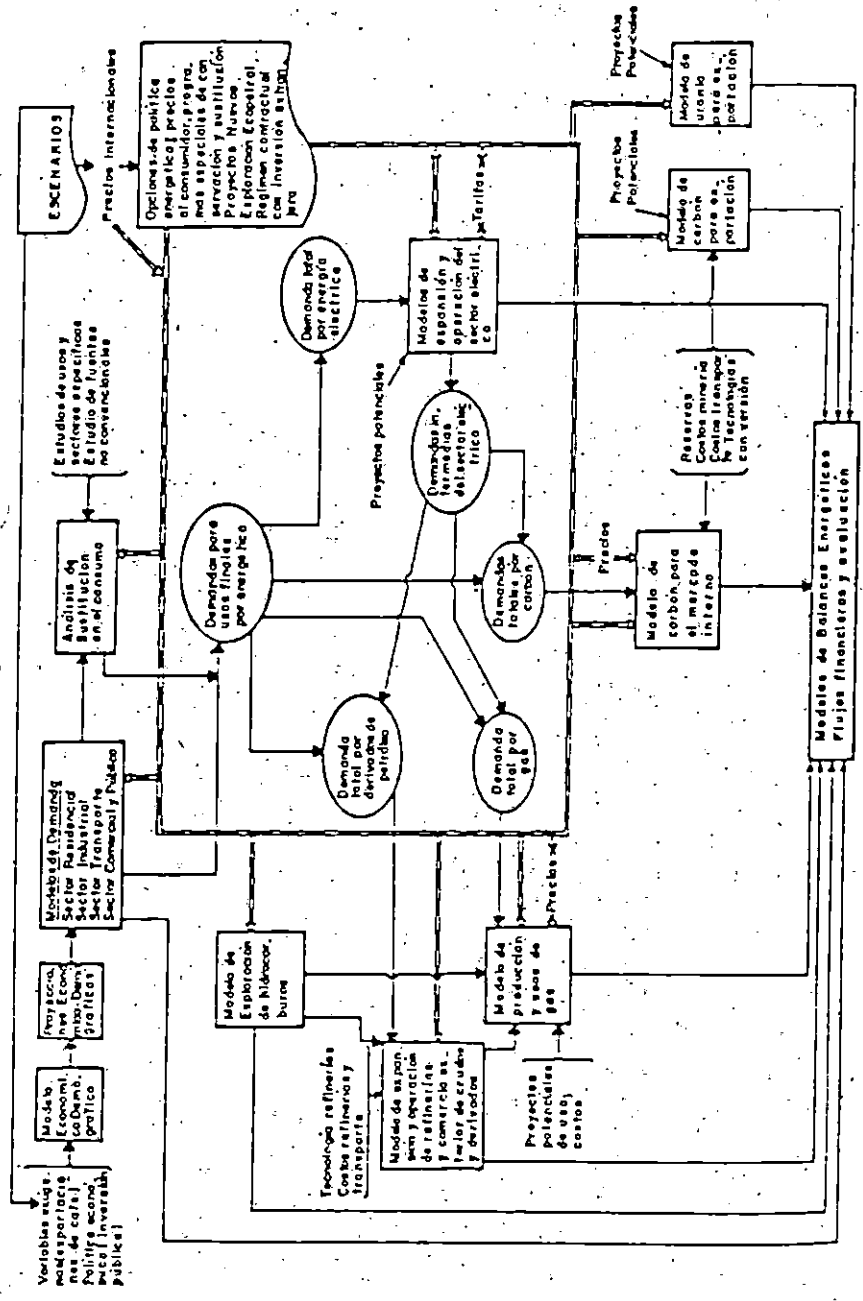


Figura 1.1 ENE SISTEMA DE MODELOS ENERGETICOS DEL ENE

ciones son utilizadas para formular políticas opcionales en el sector energético, y también como una entrada al modelo macroeconómico. Los resultados del modelo económico forman las bases para las proyecciones de la demanda energética. Otras políticas energéticas opcionales tales como la conservación y la sustitución del combustible pueden modificar las demandas energéticas. Las opciones de oferta energética en el escenario establecen las condiciones del desarrollo de los recursos para satisfacer la demanda de energía interna requerida y los mercados de exportación proyectados para los productos energéticos. Para este balance energético, la inversión asociada con la expansión de la oferta energética en electricidad, petróleo y gas, y carbón, es determinada conforme a los niveles típicos del financiamiento externo. Sin embargo, no existe una evaluación en cuanto a si esta financiación externa es viable, ni si lo es el impacto de la inversión en el sector energético sobre el presupuesto nacional o la balanza de pagos.

Desafortunadamente, estos aspectos de los efectos de la inversión sobre el crecimiento económico no pueden ser manejados simplemente con la introducción del retroalimentador (feedback) dentro del sistema existente del ENE. El modelo económico es una herramienta de planeación a largo plazo, que no posee una estructura explícita para incluir la inversión energética ni la financiación externa en las cuentas de capital de Colombia.⁶⁾

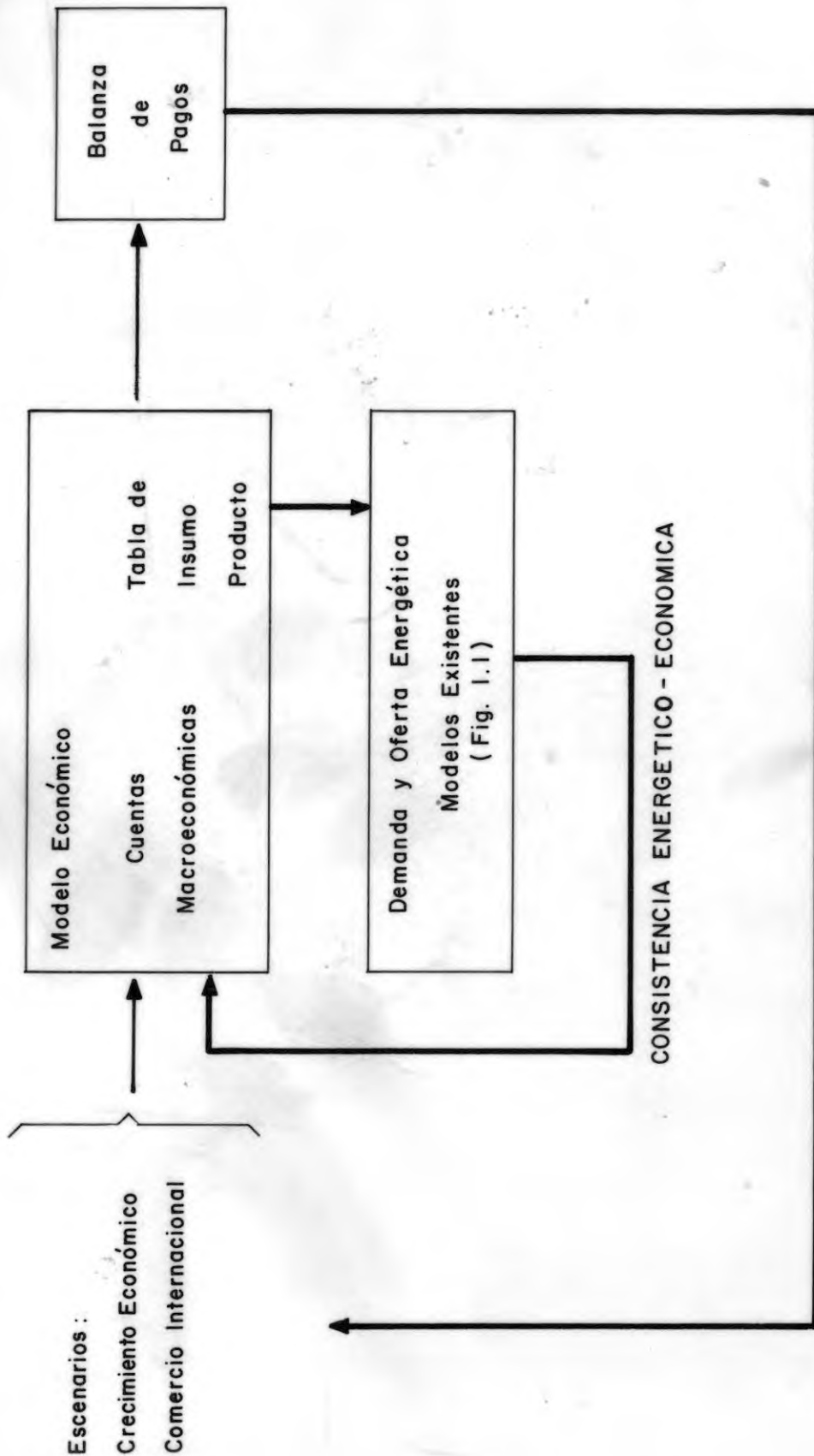
El cuadro del décimo sector, insumo-producto, no es consistente en forma específica con definiciones convenientes para el análisis energético. Así mismo, las relaciones entre el presupuesto de infraestructura, ahorros nacionales y financiamiento externo, no responden a las alternativas para una política del sector energético. Sería necesario efectuar un nuevo diseño de las relaciones en el modelo económico con el fin de utilizar en forma efectiva los análisis de interacción energético-económicos.

1.3 Un Sistema Mejorado de Interacción Energético-Económica

Para superar las deficiencias de la metodología actual del ENE en las áreas de interacción energético-económicas, el sistema de planeación del ENE será mejorado en la forma sugerida en la Figura No. 1.2. Primero, las relaciones de inversión, exportaciones e importaciones del modelo macroeconómico serán desagregadas con el fin de mostrar los impactos de los sectores energéticos y no-energéticos sobre la economía colombiana. Segundo, los sectores del cuadro sobre insumo-producto, también serán definidos con el fin de dar claridad a las distinciones entre los sectores energéticos y no-energéticos. Al mismo tiempo, estas definiciones se mantendrán estrechamente relacionadas con aquellas del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) con el fin de facilitar un mejor manteni -

Figura 1.2

ESQUEMA DE UN ANALISIS ENERGETICO - ECONOMICO - FINANCIERO



EVALUACION DE LA FINANCIACION INTERNACIONAL

miento de datos e información en el sistema de modelos. Con estos cambios, la metodología del ENE se torna internamente consistente en el crecimiento económico, proyecciones de la demanda energética, expansión de la oferta energética, inversión, y en las cuentas nacionales.

Segundo, será construido un modelo financiero con el fin de examinar la relación entre ahorros nacionales, requerimientos de inversión, financiamiento externo y balanza de pagos. El sistema de planeación energética del ENE puede ser utilizado entonces para estudiar el papel de la inversión del sector energético en la balanza de pagos, y el grado hasta donde las estrategias de un desarrollo en el sector energético conducen a un mejoramiento o a un deterioro de la posición financiera internacional de Colombia.

1.4 Objetivos y Organización de este Informe

El trabajo descrito en este informe tiene dos objetivos centrales:

- Definir los tipos de interacción energético-económica en Colombia que deben estar contenidos dentro de la estructura de análisis de una política y de la planeación energética del ENE.

-Recomendar aspectos adicionales y/o algunos adelantos en la metodología del ENE con el fin de reflejar en mejor forma la interacción energético-económica.

El capítulo 2 de este informe contiene un breve repaso sobre los enfoques relacionados con la interacción energético-económica en los sistemas de modelación desarrollados por varios grupos. El capítulo 3 describe una estructura contable energético-económico-financiera para Colombia, establecida dentro del contexto de tópicos importantes en Colombia. Se presenta una discusión detallada de los requerimientos de un modelo macro económico, una proyección de demanda, un análisis de oferta energética y un modelo financiero. El capítulo 4 consiste en algunas notas técnicas sobre implementación del enfoque. Allí hay una descripción detallada sobre algunas modificaciones de un modelo económico existente, la elaboración de cuentas financieras y la integración de un sistema de modelos energéticos. El capítulo 5 presenta la aplicación simplificada de este sistema. Hay algunos resultados interesantes en términos de las implicaciones de la balanza de pagos en cuanto a tasas alternativas en la inversión del sector energético. En el capítulo 6 se presentan las conclusiones y recomendaciones para el ENE.

II. HERRAMIENTAS DE LA INTERACCION ENERGETICO-ECONOMICA

Este capítulo del informe contiene una descripción muy breve de algunas de las principales herramientas de análisis energético-económico. La discusión está encaminada especialmente a refrescar la memoria del lector que no ha tenido la ocasión de usar tales técnicas por algún tiempo o que no está familiarizado con sus aplicaciones en el sector energético. Algunos tipos de estos modelos serán presentados en la sección 3 para aplicaciones específicas en Colombia. Sin embargo, antes de iniciar algunas sugerencias para tales aplicaciones, vamos a examinar los aspectos básicos de los enfoques para un análisis energético-económico - concepto fundamental detrás de la metodología, supuestos que se hacen en sus aplicaciones, algunas de las limitaciones prácticas para cada enfoque y, finalmente, los usos para cada tipo de modelación en los análisis energéticos.

2.1 Modelos Macroeconómicos

Los modelos macroeconómicos proporcionan una contabilidad agregada de algunas variables económicas tales como las de consumo, inversión, exportaciones e importaciones, empleo e indicadores económicos, como por ejemplo el producto doméstico bruto.

Estos modelos son usados en forma extensiva en los análisis, ya que ellos pueden ser utilizados para especificar los paráme-

tros con los cuales se determinan las demandas energéticas, y para especificar la inversión u otras condiciones bajo las cuales se presenta una expansión de la oferta energética. Por ejemplo, la demanda energética en el sector industrial en el modelo IIASA MEDEE está inducida por las especificaciones del valor agregado y, en el sector transporte, está inducida por el producto doméstico bruto y por los factores relacionados con él.¹⁾

Un supuesto difícil relacionado con estos modelos macroeconómicos es que el comportamiento económico futuro puede ser estimado teniendo en cuenta el comportamiento pasado. Las ecuaciones de estos modelos son ajustadas a los datos históricos y luego son usadas para pronosticar la actividad económica futura. Por ejemplo, el consumo del gobierno podría escribirse en la forma siguiente:

$$GC(t) = a + b * GDP(t)$$

en donde los coeficientes son determinados por un ajuste sobre una serie de datos de un tiempo determinado, por ejemplo de 1960 a 1975.

Desde un punto de vista práctico, con frecuencia es difícil obtener datos de series históricas, aunque en Colombia hay buena disponibilidad de datos. Aún pueden existir otros problemas menores. Por ejemplo, en la definición de sectores hecha

por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), hubo un cambio leve entre cuentas económicas de la revisión 2 y de la revisión 3, lo que ocasiona algunos problemas en el trabajo de unión y concatenación de las series de tiempo más largas. Segundo, la política económica de Colombia cambia a través del tiempo. Además, en la actividad económica hay cambios tales como los ingresos obtenidos a través de las exportaciones en la bonanza cafetera a finales de los años 70. La incorporación de estos efectos dentro de los modelos macroeconómicos es algo bastante difícil, y además los modelos tienden a tratar más con las tendencias que con los detalles.

A pesar de las obvias dificultades que se presentan al asumir una continuación del comportamiento económico calibrado por los datos históricos, o aún al intentar incorporar los efectos de las diferentes canalizaciones dentro de las políticas, los modelos macroeconómicos sirven como base para la proyección de la demanda energética y para fijar las condiciones bajo las cuales tiene ocurrencia una expansión en el sistema energético. En la aplicación de esta metodología, la práctica más usual es la de desagregar la actividad económica a un nivel de 10 o más sectores económicos, de tal manera que el carácter individual del desarrollo económico y energético de los diferentes sectores es logrado con más detalle. En ella se incorpora el uso de los análisis de insumo-producto.

ser interpretada como una función de producción para un sector.

Para ser usado en el campo de análisis energético, el insumo-producto ofrece dos aspectos de utilidad. Primero, las industrias energéticas tales como refinerías de petróleos casi siempre son representadas explícitamente en el cuadro de insumo-producto. Por lo tanto, este cuadro proporciona un nivel de consistencia dentro de las transacciones económicas entre las industrias energéticas y el resto de la economía que va más allá del balance usual de los flujos de combustibles. Segundo, los datos de producción están disponibles para cada sector económico, y estas cifras proporcionan un set de parámetros más detallado para la proyección de la demanda energética que el que se brinda simplemente con un modelo macroeconómico agregado.

El supuesto central del análisis sobre insumo-producto, es el de que estos coeficientes técnicos pueden ser especificados. La matriz de coeficientes técnicos A puede ser calculada para cualquier año pasado determinado. Sin embargo, para el caso de proyecciones económicas y energéticas, el problema de ajustar coeficientes con el fin de reflejar un cambio estructural en el progreso tecnológico y económico de las industrias es uno de los aspectos de discusión. Este problema es enfocado generalmente en una de las tres formas siguientes: Primero, para industrias seleccionadas, la combinación de capital, trabajo, materiales y energía en la producción, puede ser determinada por aspectos del manejo

de las nuevas tecnologías que están comenzando a ser utilizadas en esa industria. Esta nueva combinación del factor de insumos es usada para estimar los elementos de la matriz A de los coeficientes técnicos. Segundo, la estimación econométrica es usada para establecer el comportamiento de la tendencia de los coeficientes de la matriz A, basados en una serie histórica de la matriz. Estas dos técnicas fueron utilizadas, por ejemplo, en algunos análisis energético-económicos recientes en el Ecuador.²⁾ En tercer lugar, teniendo en cuenta ciertos supuestos de una economía ideal, los coeficientes de insumo-producto, pueden ser estimados directamente por el factor de precios. Los supuestos en este último enfoque son más bien restrictivos, los requerimientos de datos son severos, y este enfoque ha recibido una aplicación limitada.³⁾

En la práctica, existen dos problemas en el uso del análisis sobre insumo-producto. Mientras la técnica a ser utilizada promete una contabilidad detallada de las transacciones entre los varios sectores de la economía, aún a un nivel de desagregación de 30 sectores, la diversidad de industrias mixtas que están bajo la misma definición sectoral interfiere con frecuencia en la contabilidad energética. Por ejemplo, el término 'manufactura' incluye las industrias con procesos intensivos de amplia variación energética. Como resultado, las conclusiones sobre políticas a ser derivadas de los análisis de insumo-producto, son con frecuencia más generales que específicas. Aún sin tener en cuenta estas limitaciones existen considerables dificultades para la construcción

de cuadros futuros que puedan reflejar diferentes políticas de desarrollo industrial y supuestos de crecimiento económico. En consecuencia, para muchas aplicaciones, el cuadro no es cambiado, como por ejemplo los cuadros estadísticos del modelo económico de la Fase I del estudio del ENE. Algunas veces han sido introducidos a los pocos sectores grandes, ciertos ajustes que son importantes para las necesidades específicas de los análisis energéticos. Debido a estos problemas, no es sorprendente que los análisis de insumo-producto hayan sido aplicados en forma mucho más amplia en los estudios energéticos que tienen un enfoque más fuerte hacia los desarrollos industriales, en particular al impacto de ciertas industrias grandes como la petroquímica.

2.3 Modelos de Optimización en los Precios Energéticos

Los modelos de optimización energética son típicamente aplicaciones de programación lineal que sirven para balancear la demanda y la oferta energética mediante la selección de un set de tecnologías energéticas de un costo mínimo.⁴⁾

Un supuesto implícito es la deseabilidad de tecnologías mixtas de un costo mínimo, considerando que es fácil imaginar que en los cambios dados en los precios y en la disponibilidad de los combustibles dentro de los mercados internacionales en los años recientes, la diversidad podría ser un objetivo valioso. En la práctica, es necesario hacer un análisis del manejo con el fin

de establecer los parámetros de la tecnología energética para el futuro. Por supuesto, también existe el supuesto de que para años futuros pueden determinarse la elaboración de la tecnología energética así como el costo.

Estas estructuras de optimización tienden a ser modelos muy grandes. Debido a las dificultades y a la incertidumbre en cuanto a la información usada en la construcción de dicho modelo, ellas han sido utilizadas principalmente para estimar cuáles de las tecnologías energéticas en competencia parecen ofrecer los mejores métodos de ahorro energético, de conservación y/o de sustitución de combustibles. Algunas tecnologías específicas son identificadas entonces para la investigación y el desarrollo de una ayuda financiera.

2.4 Modelos Acoplados

En los modelos de optimización en el sistema energético, las demandas energéticas son determinadas en forma exógena. Sin embargo, sería útil que estas demandas fuesen generadas internamente como parte de la perspectiva económica general. Esto puede hacerse mediante un acoplamiento de los modelos de optimización y de insumo-producto.⁵⁾

Con el fin de hacer una distinción de los efectos de las demandas energéticas en relación a la economía, la matriz A de los coeficientes técnicos es desagregada dentro de sectores energé-

ticos y no-energéticos. El producto de los sectores energéticos es expresado en "Joules" en vez de las unidades monetarias usuales, ya que el producto del sector no-energético continúa siendo expresado en unidades monetarias. Un hecho significativo es que el producto de los sectores energéticos no es distribuído directamente a otros sectores. Contrariamente, tales productos tradicionales de los sectores de oferta/conversión como el petróleo, el gas, el carbón y la electricidad, son distribuídos a los sectores de demanda de servicio energético. Estos sectores definen las demandas de uso final no sustituíbles para procesos de calentamiento, aire acondicionado, energía eléctrica, insumo (feed-stock) petroquímico y fuerza motriz, los que a su vez son distribuídos a los sectores industriales y a la demanda final. Al especificar los requerimientos de insumo en términos de estas demandas de servicio energético, digamos, el proceso de calentamiento, la sustitución entre las diferentes ofertas de combustibles es permitida cuando el modelo de insumo-producto es unido a un modelo de optimización de oferta y demanda.

La optimización acoplada y los modelos energéticos de insumo-producto son utilizados de la manera siguiente: el vector de la demanda final es el que maneja el modelo de insumo-producto. El resultado es el nivel de la actividad económica y las demandas del servicio energético (por ejemplo el proceso de calentamiento), necesarias para sostener este nivel de actividad económica. El modelo de optimización selecciona entonces una mezcla de combustibles

de costo mínimo y una tecnología energética. Los productos manufacturados y el insumo de la demanda de servicio energético necesario para producir estos combustibles y tecnologías son de nuevo introducidos en el cuadro original de insumo-producto. La iteración produce una configuración del sistema energético consistente con el nivel de la actividad económica.

Naturalmente que con este enfoque estamos sujetos a limitaciones tanto de los análisis de insumo-producto como de los modelos de optimización descritos anteriormente. Luego viene una necesidad adicional de calibrar una matriz de insumo-producto con coeficientes, por ejemplo, para procesos de calentamiento utilizados en las industrias manufactureras, designados en "joules" por \$ de bienes manufacturados. Solamente si se intentan definiciones sectoriales demasiado detalladas, digamos de sesenta a cien sectores económicos, veinte demandas de servicio energético, y veinte combustibles, entonces obtendremos la clase de información necesaria para seleccionar y analizar las escogencias de tecnologías futuras. En consecuencia, en la práctica este enfoque requiere el desarrollo y mantenimiento de una gran base de datos de información tanto de asuntos de dirección técnica como económica. Este enfoque fue aplicado por el Departamento de Energía de los Estados Unidos para los problemas presupuestales de investigación y desarrollo de nuevas tecnologías.

III. UN SISTEMA PARA UN ANALISIS ENERGETICO-ECONOMICO-FINANCIERO

En esta sección del informe, describiremos con algún detalle la formulación de un sistema para el análisis de los impactos del sector energético en el crecimiento económico. En la discusión del sistema, introduciremos el papel específico que desempeña un modelo particular o una metodología dentro del contexto de las actividades de planeación energética del ENE; también se hará una discusión acerca de los requerimientos para el desarrollo de tal modelo y, en un capítulo posterior, se discutirá el aspecto de la escogencia de la construcción de dicho modelo entre aquellos disponibles en Colombia y/o cuáles deberían ser construidos por grupos en entidades o universidades colombianas.

En el Capítulo 5 se presenta una aplicación bastante agregada pero ilustrativa de las ideas desarrolladas en el presente capítulo.

3.1 Algunas Consideraciones Importantes

Existen varias consideraciones importantes en la escogencia de los modelos para el análisis del ENE.

- . El enfoque está dirigido hacia el desarrollo del sector energético y sus efectos principales sobre los requerimientos financieros y sobre el servicio de la deuda. En

- consecuencia, la desagregación de las exportaciones, por ejemplo, puede ser menos detallada que apropiada para hacer más extensivos los ejercicios de la planeación económica. Esto permite la simplificación de la metodología.
- . La metodología podría ser compatible con los datos y con la información del DNP con el fin de asegurar análisis y proyecciones consistentes para las discusiones entre el ENE y el DNP relacionadas con el sector energético y el desarrollo económico.
 - . La estructura podría ser "modular". Algunas ecuaciones específicas y/o las bases de datos (blocks) dentro de los modelos pueden ser mejoradas a medida que el ENE obtiene experiencia en su utilización y que el DNP desarrolla adicionalmente sus metodologías.
 - . El modelo macroeconómico debe ser lo suficientemente complejo para representar la interacción energético-económica en Colombia, y debe tener capacidad de calibración y validación mediante la utilización de los datos disponibles.

El análisis de los efectos energético-económicos en Colombia no es mirado aquí como una actividad solamente del grupo del ENE. El actual enfoque del ENE está basado en la experiencia de varias entidades involucradas en la planeación energética. Particularmente cuando tornemos hacia los aspectos económicos y financieros, la experiencia del DNP será invaluable no solo en la construcción de

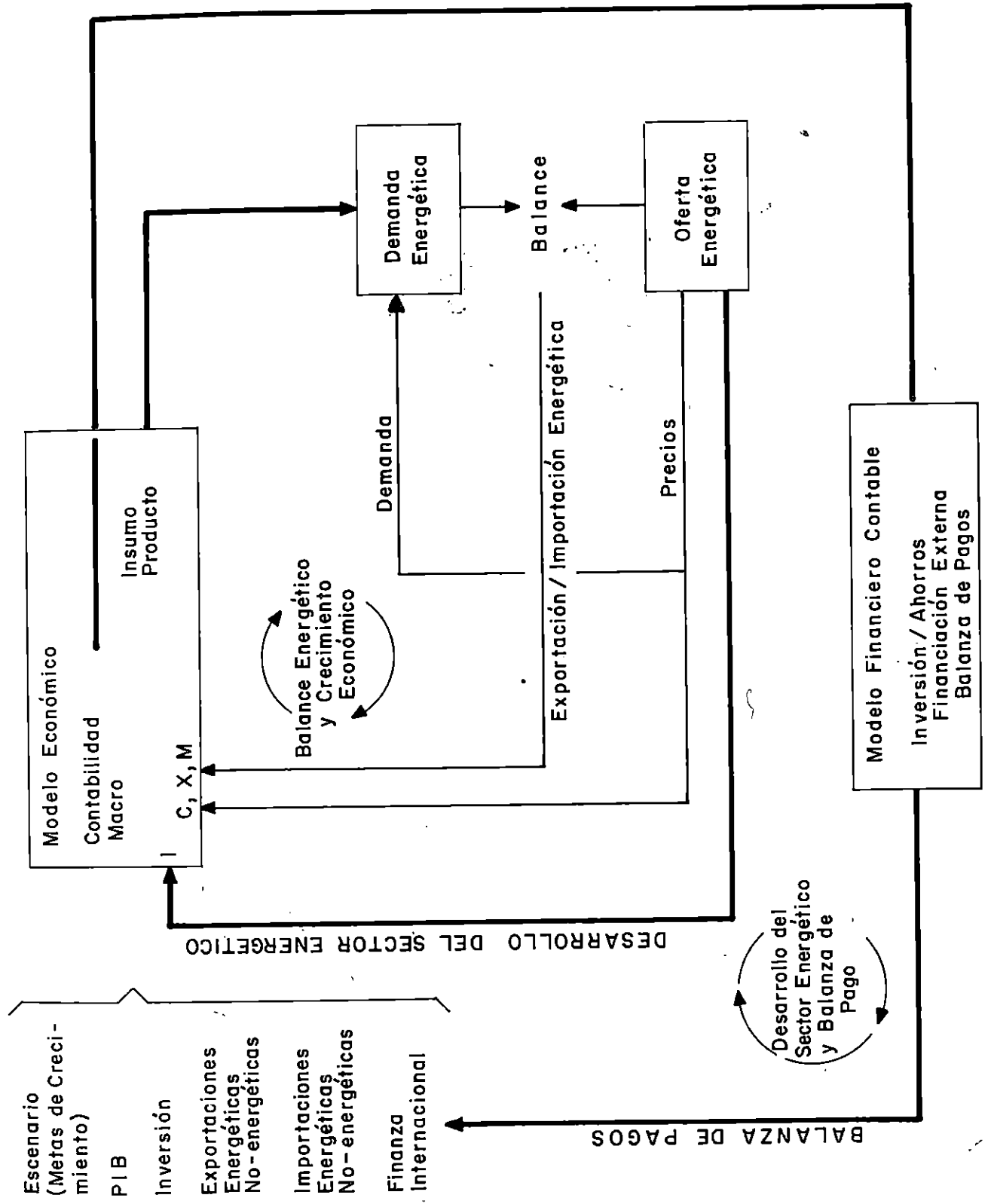
la metodología sino en su continua aplicación. Hasta un alto grado el enfoque económico y financiero podría hacerse consistente con las prácticas del DNP, ya que ésto facilitaría un continuo intercambio de información y de ideas relacionadas con estos importantes aspectos.

3.2 Un Repaso de la Metodología

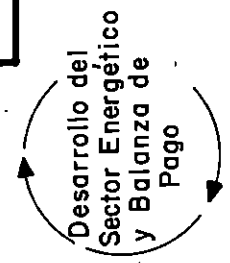
La estructura general para el análisis de interacción energético-económica se muestra en la Figura No. 3.1. El uso de esta metodología es bastante similar a las aplicaciones del sistema existente del ENE para los análisis energéticos. Los aspectos principales nuevos son un modelo económico con una representación explícita de la inversión energética, y un modelo financiero contable detallado de flujos de capital extranjero dentro del sector energético y su impacto sobre la balanza de pagos.

La estructura energético-económico-financiera incorpora también una interconexión detallada entre estos nuevos modelos económicos y financieros y los modelos existentes de oferta y demanda energéticos. Para hacerlo, definiremos un "software buss" como el método que proporciona las especificaciones de las variables de entrada y de salida de cada modelo del sistema. Ya que los elementos en la estructura están desarrollados, el "buss" puede ser modificado pero en cualquier tiempo dado éste especifica el set preciso de las variables y de los parámetros necesarios para

ANALISIS FINANCIERO CONTABLE ECONOMICO-ENERGETICO



- Escenario (Metas de Crecimiento)
- PIB
- Inversión
- Exportaciones Energéticas No-energéticas
- Importaciones Energéticas No-energéticas
- Finanza Internacional



pasar la información de una parte a otra del sistema de planeación energética del ENE.

El modelo macroeconómico describe el crecimiento económico colombiano. Dicho modelo tiene dos papeles: primero, proporciona un set de los indicadores del crecimiento económico que puede ser utilizado para hacer las proyecciones de la demanda energética. Normalmente, éste será desagregado mediante el uso de una tabla de insumo-producto. Segundo, es dentro del modelo macroeconómico que la inversión del sector energético entra en forma explícita. El impacto de la inversión del sector energético, de los precios, o de otros parámetros sobre el crecimiento económico y el desarrollo, puede ser explorado. Con el fin de reflejar la interacción del sector energético, la inversión nacional debe ser desagregada dentro de la inversión en el sector energético y el sector no-energético. También son deseables algunas divisiones adicionales dentro de las categorías de los recursos energéticos para inversiones en los sectores de carbón, petróleo y gas, refinerías y eléctrico.

El modelo macroeconómico determina las proyecciones del crecimiento económico agregado para Colombia. Representa el balance de las cuentas nacionales para consumo, inversión, exportaciones e importaciones. Puede contener algunos términos sobre el ingreso nacional, términos de ajustes cambiarios y otros puntos sutiles de las cuentas. La diferencia es que este modelo tiene ecuaciones

de comportamiento separadas para las inversiones energéticas y las no-energéticas.

El PIB dado por el modelo económico es desagregado a sectores agrícolas, manufactureros, etc., lo cual puede ser usado para el manejo de los modelos de demanda. Los modelos existentes de oferta y demanda energética son corridos para crear un balance energético. Los modelos de oferta proporcionan los datos de la inversión en el sector energético, los cuales son incorporados de nuevo dentro del modelo económico. Por iteración alrededor de esta primera curva "interna" pueden hacerse consistentes los niveles de la demanda energética, la producción de combustible proveniente del sistema de oferta, y el nivel de crecimiento económico.

El modelo contable financiero utiliza las exportaciones e importaciones energéticas enunciadas arriba para analizar las cuentas corrientes de Colombia. Los flujos de capital del sector energético son introducidos en la cuenta de capital. El resultado es una balanza de pagos con las contribuciones explícitas del sector energético. Hasta el grado en que esta balanza de pagos no sea compatible con el nivel supuesto en términos de crecimiento económico y de crédito, los supuestos del modelo económico y financiero pueden ser ajustados. La segunda curva interactiva "externa" mostrada en la figura 3.1 actúa para asegurar una actividad económica consistente, una política de desarrollo del sector energético y la posición de la balanza de pagos para Colombia.

Los temas de análisis podrían ser los diferentes tipos de impactos sobre el crecimiento económico y/o sobre el desarrollo del sector energético. Primero, cuando se está bajo unas condiciones en que la balanza de pagos está en deterioro, la comunidad financiera internacional puede dificultar la consecución de los préstamos, sin importar la tasa de interés. Como resultado, con un menor poder crediticio, Colombia podría dirigirse hacia la reducción de las importaciones con el fin de mantener niveles razonables en la balanza de pagos. Estos serían introducidos de nuevo dentro del modelo económico y tendrían algún impacto en el nivel del crecimiento económico.

Un asunto igualmente interesante es el que trata de las implicaciones de un crecimiento económico considerable. Si asumimos que los problemas actuales de Colombia se disipan, y que se logra un crecimiento económico moderado y consistente, entonces puede haber un cambio en la disponibilidad y en los términos de los préstamos. Por ejemplo, en algunas ocasiones la comunidad financiera internacional estimula un movimiento en el país, fuera de los préstamos con interés bajo, disponible por ejemplo a través del Banco Mundial, y dirigido hacia los préstamos comerciales. Su efecto es el de elevar el nivel general de las tasas de interés, y sería reflejado por unas tasas de interés mayores en los modelos de oferta energética en nuestra metodología de planeación.

El punto central es la dificultad demostrada en establecer

un enlace formal de cálculo para representar tales efectos. Los impactos de las estrategias de desarrollo en el sector energético sobre la balanza de pagos pueden requerir una reformulación de los niveles de participación extranjera en la expansión de generación eléctrica, tasas de interés, participaciones en los contratos para exploración de petróleo y gas y desarrollo de campo, importaciones no-energéticas, todo ello de acuerdo a la respuesta que se asuma en la posición de la balanza de pagos. Este tipo de retroalimentación requiere de una discusión substancial entre los equipos de trabajo del DNP y del ENE, y de las instituciones financieras internacionales. La estructura contable energético-económico-financiera proporciona las bases cuantitativas para estas discusiones como también el mecanismo mediante el cual se examinan las proyecciones alternativas del crecimiento económico, de la expansión del sector energético y de la balanza de pagos del país.

3.3 Especificación del Modelo Macroeconómico

Aquí serán presentados tanto la especificación de un modelo macroeconómico para satisfacer las necesidades del análisis energético del equipo de trabajo del ENE como su sistema de modelación. El modelo económico puede ser construido de nuevo, o ser adaptado de otros modelos existentes de la economía colombiana.

Es difícil hacer una especificación a priori de todos los

detalles de dicho modelo sin que se lleven a cabo algunas discusiones entre los grupos del ENE y del DNP, y el grupo económico que sea seleccionado para desarrollar dicho modelo. Sin embargo, los requerimientos aquí presentados servirán de base para tales discusiones y pueden ser perfeccionados para aquellas del modelo real que va a ser construido.

Especificación de la Demanda Final

La demanda final sería especificada por el sector económico

$$DF_i = C_i + I_i + X_i - M_i$$

en donde las definiciones sectoriales son presentadas más abajo. El consumo, tanto en el sector privado como en el público, la inversión, las exportaciones y las importaciones son dadas por un set de ecuaciones determinantes usando varias variables económicas.

La inversión debe ser desagregada en el sector energético y en la inversión no-energética. La inversión en el sector energético es dada por los modelos de oferta del ENE en donde se analizan con bastante detalle las alternativas para la expansión de los recursos energéticos, y los requerimientos de inversión para llevarla a efecto. La inversión no-energética puede ser fijada en forma proporcional a los términos relacionados con el crecimiento del PIB, así

$$I_i \text{ (no-energético)} = a_0 + a_1 [\text{PIB}(t) - \text{PIB}(t-1)]$$

Este tipo de relación entre la inversión y el crecimiento económico es preferido a una simple relación entre la inversión y los ahorros. La inversión externa, por ejemplo, no puede ser una proporción de los ahorros domésticos como es el caso en algunos modelos.¹⁾ La descripción enunciada aquí es una en la cual el financiamiento externo es un remanente de los requerimientos de inversión que excede a los ahorros, un remanente cuyo valor puede indicar algunos problemas con ciertas estrategias de desarrollo energético.

El consumo privado debería ser estimado mejor desde el punto de vista del crecimiento económico o de otros indicadores económicos. Por ejemplo, el modelo macroeconómico actual del ENE determina el consumo obteniéndolo de un submodelo de distribución del ingreso. El consumo energético, aunque es solo una pequeña parte del consumo total, puede ser directamente determinado por las cifras y precios de utilización energética en el sistema de modelación del ENE, si se desea. El consumo gubernamental es estimado más fácilmente en forma directa a través del PIB o de otro indicador económico.

Las proyecciones sobre exportaciones son muy arriesgadas. Las exportaciones energéticas son dadas por el balance energético en el sistema del ENE. Para otros artículos de exportación, como el café, es mejor tener una especificación exógena que sea

tomada directamente de las proyecciones del DNP o de otras fuentes. Tal proyección debería estar basada, por ejemplo, en el informe del Banco Mundial sobre expectativas de los precios en los artículos de comercio internacional y en las perspectivas del mercado.²⁾

Las importaciones podrían ser desagregadas con el fin de reflejar las importaciones energéticas y la relación entre los niveles de las inversiones energéticas y no-energéticas y las importaciones de bienes. Por lo tanto, las categorías sobre bienes de capital, bienes intermedios, bienes de consumo, alimentos y energía, son apropiadas. Los niveles de las importaciones en estas categorías son dados entonces por el PIB o por otros indicadores económicos. Estas importaciones podrían así mismo ser dependientes del precio internacional y de las expectativas en el mercado utilizando las mismas fuentes utilizadas en la especificación para exportaciones.³⁾

El modelo económico podría ser construido como un modelo de equilibrio, en el cual se asume que la demanda final antedicha es el nivel de la oferta de cada sector. Para los recursos energéticos, la producción se asume igual a la demanda. Los cambios en el inventario son pequeños. En los sectores económicos, un exceso o un déficit en la oferta en relación a la demanda, no tendría mayores consecuencias en el análisis energético.

El desarrollo del anterior set de ecuaciones para la demanda final, depende de cierto grado de experimentación econométrica para encontrar un set confiable de variables económicas para las proyecciones. Sin embargo, la experiencia de varios modeladores económicos en Colombia proporciona un fundamento considerable para la construcción de dicho modelo.⁴⁾

Especificación del Insumo-Producto

El producto total o el nivel de actividad en los sectores de la economía colombiana proporciona no solo los bienes y servicios para la demanda final sino también el intercambio intermedio de bienes y servicios entre los diferentes sectores. Una vez establecido el nivel de la demanda final Y para todos los sectores, la producción requerida entonces para satisfacer las demandas finales e intermedia, es dada mediante el uso de un cuadro de insumo-producto,

$$X = (I-A)^{-1} Y$$

en donde A es la matriz de los coeficientes técnicos discutidos en la Sección 2.2. El cuadro de Insumo-Producto proporciona entonces una perspectiva consistente de la interacción entre los sectores económicos.

Con una escogencia apropiada de definiciones sectoriales, el cuadro de insumo-producto puede proporcionar también un grado de

consistencia entre los sectores energéticos y la actividad económica. La especificación del cuadro de Insumo-Producto desagregaría los sectores energéticos, ésto es, carbón, petróleo y gas, electricidad y refinación; de lo contrario, utilizar las categorías existentes en el sistema de información del DANE para las cuentas nacionales de Colombia.

Es importante permanecer en estrecha relación con las definiciones sectorales del DANE por varias razones. Es de esperarse que el DANE expida periódicamente cuadros actualizados. Si los cuadros de Insumo-Producto son utilizados en la forma que son publicados, el proceso de actualización del sistema de modelación del ENE se simplifica considerablemente. Por ejemplo, actualmente está en consideración un cuadro de 1981. Segundo, el DANE eventualmente puede proyectar cuadros para años futuros, los cuales de nuevo pueden ser utilizados más fácilmente. Esto permitiría una mejor oportunidad para efectuar análisis de tendencias futuras en el desarrollo energético.

El modelo económico existente en el estudio del ENE en su primera fase utilizó una tabla estática de insumo-producto. Otros modelos en Colombia hacen lo mismo. En principio, ésto no ocasiona problema para un análisis de corto plazo. En realidad la tabla más reciente data de 1970 pero es de esperarse que pueda haber disponibilidad de tablas más recientes. En los análisis de más largo plazo, los cambios estructurales se tornan impor-

tantes. Para abarcar todos estos efectos se requiere de una gran cantidad de análisis econométricos y estructurales, como lo anotamos en la sección 2.2. En los resultados de varios estudios se sugiere tener precaución en cuanto a esperar demasiado detalle en la aplicación de las tablas de insumo-producto en los análisis energéticos. El enfoque más simple puede ser el de utilizar las tablas más recientes del DANE y elaborar estimativos econométricos de corto plazo de las tablas, y/o introducir estimativos de manejo de los coeficientes solo en aquellos casos aislados o excepcionales en donde tal detalle sectoral puede ser importante.

3.4 Especificación del Modelo Financiero

El esquema de un modelo financiero para el análisis energético-económico del ENE se presenta en la Figura 3.2. El modelo financiero determina la balanza de pagos, con términos explícitos para la inversión del sector energético, requerimientos del servicio de la deuda y los efectos de las importaciones y exportaciones energéticas. Este modelo posee varias etapas: primero, se estima el nivel general de los ahorros nacionales disponibles para respaldar las necesidades de la inversión en Colombia. Segundo, se establecen los flujos financieros del sector energético y de la inversión no-energética. Colombia recurrirá a la financiación externa si el grado de disponibilidad de los ahorros nacionales se torna insuficiente para respaldar los requerimien-

tos de inversión dentro del país. Los déficits en la balanza de pagos pueden ser presentados ya sea en las cuentas corrientes o en las cuentas de capital.

Los modelos de oferta y demanda energética del ENE contienen los elementos que proyectan las necesidades de inversión y los flujos financieros. Dichos modelos proporcionan asimismo los niveles de las importaciones y exportaciones energéticas, y aquí en este informe, el modelo financiero de la figura 3.2 integra estos modelos dentro del cuadro de posición de la balanza de pagos.

Especificación de los Ahorros Nacionales

Los ahorros internos brutos pueden ser dados mediante una supuesta dependencia en el nivel de crecimiento del Pib,

$$AB(t) = a + b * PIB(t) + c * (PIB(t) - PIB(T-1))$$

o una dependencia sobre otras variables económicas. Los ahorros también podrían ser determinados como un residuo en la porción del modelo económico relacionada con el ingreso y el consumo.

Los ahorros nacionales podrían incluso ser una variable exógena que reflejara los análisis y criterios del equipo de trabajo del DNP.⁵⁾ Se considera necesario hacer estimaciones económicas y alguna experimentación, con el fin de seleccionar el mejor de estos enfoques para los objetivos del ENE.

Especificación de la Financiación del Sector Energético

Los análisis de inversión son realizados por el sistema de modelación de la demanda y oferta energética del ENE. Cada uno de los modelos de oferta para carbón, exploración de petróleos, expansión de la capacidad eléctrica, y otros recursos energéticos, trabaja con un inventario de proyectos para el sector. Al ser dados los supuestos de los términos financieros y de participación externa en estos proyectos, los modelos determinan los niveles de producción energética para satisfacer un balance de oferta y demanda, de programas de inversión y de servicio de la deuda para el sector energético.

Según se indica en la Figura 3.2, se ha preparado un inventario del proyecto para un escenario energético dado, que tiene como resultado un balance/de oferta y demanda energética ^{aceptable}. Este inventario debe ser preparado en forma separada para los componentes de la financiación externa y para la parte de financiación interna de las inversiones del proyecto. Para cada recurso energético los proyectos individuales tienen un flujo de inversiones para construcción, para la etapa de iniciación y/o para otras actividades de la producción.

La Tabla 3, por ejemplo, muestra el patrón de inversión 1979-83, y el servicio de la deuda para el proyecto del Cerrejón.⁶⁾ Una serie de cálculos de estos flujos de inversión y del servicio de la deuda para proyectos de minería, petróleo y gas y sectores eléctricos son agregados al nivel de los flujos financieros para cada uno de los sectores de recursos energéticos en el horizonte de la planeación. La tabla 3.2 tomada de la primera fase del ENE es un ejemplo.

Especificación de la Financiación Externa

La financiación externa es el exceso de los requerimientos de inversión nacional sobre los ahorros nacionales disponibles,

$$FI(t) = I(t) - AB(t)$$

La participación externa en el sector energético será escrita como una fracción de la inversión del sector energético.

$$f(t) * IE(t)$$

La financiación externa adicional requerida por Colombia, es entonces

$$FO(t) = IO(t) + (1 - f(t)) * IE(t) - AB(t)$$

en donde IO es la inversión en el sector no-energético y el segundo término es aquella porción de la inversión en el sector ener-

FIRST YEAR OF INVESTMENT CASH FLOWS	1979.			
LAST YEAR OF INVESTMENT CASH FLOWS	1983.			
PRICE INDEX THAT APPLIES TO OPERATING COSTS	222.3			
MINIMUM ACCEPTABLE DISCOUNT RATE	10.0			
PROJECTED RATE OF ESCALATION FOR INVESTMENT EXPENDITURES (%)	10.0			
SUMMARY OF CAPITAL COST INDEXES AND INVESTMENT CASH FLOWS (\$000) THROUGH YEAR	1983.			
YR.	COST INDEX	CASH FLOW (1986 \$)	CASH FLOW (ESC. \$)	NO. EMPL.
		TOTAL	NET EQUITY	
1979.	600.0	29730.	29730.	0.
1980.	660.0	44595.	44595.	0.
1981.	726.0	89190.	89190.	0.
1982.	798.6	89190.	89190.	0.
1983.	878.5	44595.	44595.	0.
NET INVESTMENT		297300.	297300.	
DEPRECIABLE INVESTMENT (\$000)			263203.	
MINEABLE ORE RESERVE (000 M.T.)			120000.	
MINE LIFE (YEARS) ORE RESERVES/AN. PROD. RATE				0.
ANNUAL ROYALTY RATE (% OF GROSS REV.)				0.0
COMBINED EFFECTIVE TAX RATE				40.0

CERREJON ANALYSIS REFERENCE NUMBER	100.									
CASH FLOW CALCULATION FOR PHASE	1.									
YEAR	1984.	1985.	1986.	1987.	1988.	1989.	1990.	1991.	1992.	1993.
PRICE, COAL (\$/MT)	30.00	31.80	33.71	35.73	37.87	40.15	42.56	44.11	47.82	50.88
ANNUAL COAL PRODUCTION PROD. (000 METRIC TONS)	5000.	5000.	5000.	5000.	5000.	5000.	5000.	5000.	5000.	5000.
AVERAGE TOTAL COST (\$/METRIC TON)	20.21	21.24	22.32	23.47	24.69	25.98	27.35	28.80	30.34	31.97
REVENUE (\$000 U.S.)	150000.	159000.	168540.	178652.	189372.	200734.	212778.	225545.	239077.	253422.
LESS ANNUAL ROYALTY (\$000)	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
LESS ANNUAL OPERATING COST (\$000)	42115.	44642.	47320.	50159.	53169.	56359.	59741.	63325.	67125.	71152.
EQUALS GROSS INCOME (\$000)	107885.	114358.	121220.	128493.	136203.	144375.	153037.	162219.	171953.	182270.
LESS ANNUAL DEPRECIATION AND AMORTIZATION (\$000)	26320.	26320.	26320.	26320.	26320.	26320.	26320.	26320.	26320.	26320.
LESS TAX (\$000)	32626.	35215.	37960.	40869.	43953.	47222.	50687.	54360.	58253.	62380.
EQUALS NET INCOME AFTER TAX (\$000)	48939.	52823.	56940.	61304.	65929.	70833.	76030.	81539.	87379.	93570.
PLUS NON CASH FLOWS (\$000)										
DEPRECIATION AND AMORTIZATION	26320.	26320.	26320.	26320.	26320.	26320.	26320.	26320.	26320.	26320.
LESS REPLACEMENT INVESTMENT (\$000)	0.	0.	0.	0.	0.	5561.	5894.	6248.	6623.	7020.
EQUALS NOMINAL DOLLAR CASH FLOW (\$000)	75259.	79143.	83260.	87624.	92250.	91592.	96456.	101612.	107077.	112870.
CONSTANT (1989) DOLLAR CASH FLOW (\$000)	56238.	55793.	55373.	54976.	54602.	51145.	50812.	50498.	50202.	49922.

Cuadro 3.1 MODELO DE INVERSTION Y SERVICIO DE LA DEUDA

ESTUDIO NACIONAL DE ENERGIA
 FLUJO DE INVERSIONES
 CASO: ALTO-REVISADO

AÑO	PETR-GAS		CARBON		E. ELECTR.		TOTAL	
	*MON.-NAL	DIVISAS	*MON.-NAL	DIVISAS	*MON.-NAL	DIVISAS	*MON.-NAL	DIVISAS
1982	1673.	7676.	3434.	8285.	12898.	14850.	18003.	27893.
1983	1414.	8611.	4578.	6782.	11828.	16067.	17818.	29060.
1984	871.	4977.	5899.	8125.	10217.	14775.	17087.	27678.
1985	8677.	17183.	4121.	5785.	13608.	14804.	23304.	37782.
1986	8702.	17987.	2713.	3283.	18864.	21787.	27269.	43017.
1987	4787.	16996.	1911.	2299.	19408.	25102.	26108.	43384.
1988	3296.	11781.	1878.	2378.	20985.	26283.	26289.	40430.
1989	4500.	14943.	2053.	2382.	20661.	29090.	27122.	45418.
1990	3493.	12203.	1409.	1702.	19958.	26112.	24866.	40017.
1991	3032.	10082.	1908.	2317.	18473.	19213.	20503.	32612.
1992	1708.	7348.	981.	1167.	18896.	22188.	19374.	30894.
1993	1700.	7369.	2018.	2330.	18641.	25021.	22368.	34710.
1994	1037.	7098.	1373.	1901.	14408.	18187.	17506.	28884.
1995	1892.	7343.	1725.	2028.	17106.	17993.	20828.	29994.
1996	1842.	8067.	1870.	2177.	20818.	23614.	24030.	32348.
1997	1603.	8851.	1084.	1282.	25428.	28578.	28077.	37808.
1998	1786.	7943.	1645.	1823.	26824.	33774.	29966.	43040.
1999	1781.	7678.	1602.	1862.	37072.	37503.	40466.	47040.
2000	1869.	7691.	1114.	1317.	38155.	54971.	41128.	64278.

VALOR
 PRESENTE 31028. 78010. 21481. 28064. 124518. 156438. 167004. 201002.

MILLONES DE PESOS DE 1979

Cuadro 3.2 FLUJOS FINANCIEROS DEL SECTOR ENERGETICO.

gético que no ha sido cumplida con participación externa directa. La inversión en el sector no-energético puede ser desagregada hasta el grado en que pueda ser deseable, con el fin de mostrar los efectos de la inversión específica en transporte, cualquier otra infraestructura, salud, u otros sectores económicos y sociales.

Especificación de la Balanza de Pagos

La cuenta corriente es el balance de recurso, exportaciones menos importaciones, ajustado por los términos de intercambio, más los servicios del factor neto. La tabla 3.3 es un ejemplo tomado de la revista financiera anual publicada por el Banco de la República.⁷⁾ Un segundo ejemplo es la sección de la balanza de pagos del producto proveniente del Modelo Revisado de Estándares Mínimos del Banco Mundial.⁸⁾ Las categorías dentro de la cuenta corriente mostrarían las importaciones y exportaciones energéticas en forma explícita y, de otra manera, serían consistentes con las definiciones de exportaciones e importaciones en el modelo económico mencionado antes.

El formato de la cuenta de capital también varía como se muestra en los ejemplos de las tablas 3.3 y 3.4, pero en ambos casos el sector energético carece de detalle. La cuenta de capital debería contener entradas separadas para las transacciones financieras energéticas y no-energéticas. Los sectores energéti-

BALANZA DE PAGOS

(Millones de US\$)

	1982 p
A. Cuenta Corriente	-2.386.3
Exportaciones, FOB 1/	3.230.0
Importaciones, FOB 1/	-5.175.2
<u>Balanza Comercial</u>	-1.945.2
Exportación de servicios	1.776.5
Exportación de servicios	-2.465.5
<u>Balanza de bienes y servicios</u>	-2.634.2
Transferencias privadas	223.1
<u>Bienes y servicios y transferencias privadas</u>	-2.411.1
Transferencias oficiales	24.8
B. Capital a largo plazo	1.430.9
Inversión directa	267.7
Inversión de cartera	-1.5
Otro capital	1.164.7
Sector oficial residente	643.7
Bancos de depósito	-
Otros sectores	521.0
C. Capital a corto plazo	302.5
Sector oficial residente	65.2
Bancos de depósito	67.2
Otros sectores	170.1
D. Errores y omisiones	-193.1
E. Contrapartidas	168.6
Monetización desmonetización del oro	168.6
Asignación de DEG	-
F. Pasivos que constituyen reservas de autoridades extranjeras	-28.1
<u>Total (A+B+C+D+E+F) = - G</u>	<u>-705.5</u>
G. Reservas (signo negativo = aumento)	705.5
Oro	-168.6
DEG	-51.9
Posición reservas FMI	-26.3
Divisas y otros	952.3
Uso de crédito FMI	-

p = Preliminar.

1/ Fuente: DANE; ajustado principalmente por estimaciones de comercio no registrado.

	1990	91	92	93	94	95	96	97	98	99	2000	
B. Balance of Pmts. (US \$)	4199	51	92	83	5156	8567	8670	8711	45	871	1710	3.7
Exports (GMS)	5348	4444	4248	4619	5133	5707	6863	7129	7294	10133	12414	
Merchandise FOB	4401	3766	3231	3555	4007	4447	5466	6381	7578	9013	10299	
Non-factor Serv.	947	1078	1013	1064	1125	1261	1397	1548	1716	1920	2114	
Imports (GMS)	5567	5713	5136	6025	7096	7459	8256	8744	9668	10667	12067	
Merchandise CIF	4797	4777	4548	5084	6037	6218	6982	7388	8177	9038	10210	
Non-factor Serv.	770	1141	867	941	1059	1241	1274	1356	1491	1629	1807	
Resource Balance	-218.9	-1469	-1188	-1406	-1921	-1751	-1393	-815	-373	246	348	
Net Factor Income	260	334	460	801	-1036	-1215	-1331	-1448	-1549	-1700	-1855	
Compensation of employees	463	626	587	357	263	215	231	241	251	280	307	
Income from investments	74	960	1047	1160	1299	1431	1562	1689	1828	1980	2162	
Net primary income	28	417	424	467	500	518	532	538	541	540	552	
Secondary income		107	0	12	23	33	40	54	70	73	71	
Net Current Transfers		8	54	94	97	100	103	104	109	113	116	
Receipts	151	121	127	130	131	138	143	147	151	156	160	
Payments	31	34	15	16	37	38	39	41	42	43	44	
Balance Cur. Acct.	302	-174	-1556	2113	-2862	-2867	-2620	-2157	1832	-1362	-1371	
Net Capital Flows	26	26	27	28	29	30	30	30	30	30	30	
Direct Investment	734	709	241	300	550	600	600	600	600	600	600	
Portfolio Investment												
Net Long-Term Debt												
Net Public	741	1134	391	744	424	328	272	748	193	213	289	
Disbursements	1605	1012	713	858	955	980	975	982	993	977	960	
Repayments	264	309	322	394	531	652	703	744	798	764	671	
Net Private	68	404	-25	-27	28	28	-14	-284	15	15	1	
Disbursements	121	677	75	80	85	90	95	100	100	100	100	
Repayments	53	273	100	107	57	62	111	384	85	85	99	
Net Other	380	100	122	447	1131	1281	2134	1895	1424	937	991	
Errors/Discrepancies												
Net Reserve Change	-1067	-179	800	900	700	600	-199	-122	-231	-255	-340	
Intnat'l Reserves	5416	5630	4891	3991	3291	2691	2890	3012	3243	3498	3838	
External Debt D.D.												
Long-term	6048	5076	5510	6513	8121	9889	12583	15222	17563	19631	21993	
Short-term	NA	1137	1500	1800								
Other	10	11.80	12.00	16.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	
Net International Reserves												
Net International Reserves												
Net International Reserves												
Total	11.68	25.78	20.39	21.46	22.50	25.39	26.07	32.36	30.27	31.11	31.93	

Cuadro 3.4 FORMATO DE LA BALANZA DE PAGOS
RMSM DEL BANCO MUNDIAL

cos de carbón, petróleo y gas, refinación y electricidad son de un nivel de detalle apropiado para las cuentas de capital. Los flujos de capital en el sector no-energético puede mostrarse también a un nivel con cierto grado de desagregación si se desea. Las restantes categorías son reservas, transferencias y otros créditos de corto y mediano plazo. Para los objetivos de modelación del ENE, éstos podrían ser especificados a un nivel algo desagregado en vez del set detallado de categorías que es típico del trabajo sobre financiación del DNP y de sus contrapartes internacionales.

Finalmente surge la pregunta de cómo se debe tratar cualquier déficit en la balanza de pagos dentro de esta estructura de modelación del ENE. Al respecto, se pueden presentar dos opciones. Primero, el modelo financiero podría simplemente informar cualquier déficit en la balanza de pagos en forma directa. Sin embargo, los países, (no solo los que están en vía de desarrollo, sino todos los países), compensan con frecuencia los déficits de las cuentas corrientes mediante créditos externos. En consecuencia, este modelo financiero podría también determinar una posición de la balanza de pagos incluyendo créditos para compensar los déficits, y el requerimiento del servicio de la deuda acumulado. El resultado es un cuadro del crecimiento de los déficits y de su más rápida escalación cuando el crédito externo es el mecanismo utilizado para el cubrimiento de los déficits de la balanza de pagos.

IV. IMPLEMENTACION DE LA METODOLOGIA: NOTAS TECNICAS

En esta sección nos referimos a los cuestionamientos sobre la disponibilidad que podría haber de los modelos de cuentas financieras para la construcción de la metodología esquematizada arriba, y sobre cuál sería la mejor forma en que podrían ser utilizadas las herramientas existentes. En este capítulo está implícito el intento pragmático de captar los aspectos más importantes descritos en el Capítulo 3, pero no necesariamente todos. La investigación se hace sobre los elementos de la metodología disponible que provenga de individuos, universidades y agencias en Colombia, que pueda ser adaptada fácilmente con el fin de facilitar la rápida preparación de un sistema de trabajo de planeación energética en el ENE. En la sección 4.3 se presentan algunas modificaciones explícitas para un modelo económico existente, el modelo Colombia 2000, que lo hacen adecuado para el sistema de planeación del ENE. En la sección 4.4 se presenta un set detallado de ecuaciones para las cuentas financieras. En la sección 4.5 aparece el procedimiento de simulación, incluyendo la descripción de un "software buss" o una matriz de enlace para la integración del sistema de modelación del ENE.

4.1 Selección y Desarrollo del Modelo

Se hace una comparación muy leve de dos modelos, el Colombia 2000(1) y SERES(2). El modelo Colombia 2000, por ejemplo, con-

tiene aproximadamente 160 ecuaciones que fueron estimadas, y el modelo SERES contiene aún un mayor número. También fueron preparadas algunas bases de datos sustanciales con el fin de desarrollar las ecuaciones del modelo y de examinarlas detenidamente. En consecuencia, y en los programas en donde sea posible, nuestra preferencia sería la de adaptar a los objetivos del ENE un modelo ya existente.

El enfoque de interés económico en estos modelos está dirigido hacia el desarrollo social. En ellos no se desagregan el sector energético, la inversión, los precios, etc. en sus ecuaciones económicas o en sus tablas de insumo-producto. En general, en ellos se presentan pocos detalles de inversión en infraestructura. Normalmente tratan el equilibrio de la balanza de pagos, o el ajuste de déficits sin créditos externos, siendo ésto muy importante en los análisis del ENE. Sin embargo, su estructura básica es sólida, y estas son fallas fácilmente corregibles.

El objetivo principal del modelo Colombia 2000 es "analizar la eficiencia relativa de la política externa vis a vis con la política interna, y las estrategias para satisfacer los niveles mínimos de las necesidades humanas esenciales en Colombia hasta el año 2000". El modelo SERES tiene como objetivo principal "analizar el impacto relativo de la planeación familiar sobre el ingreso per cápita, el empleo, los ahorros y otras variables económicas". Aunque, tanto Colombia 2000 como SERES son modelos

de simulación dinámica de largo plazo, poseen algunas diferencias estructurales. Primero, en el modelo Colombia 2000 se enfatizan los aspectos distribucionales de desarrollo, al mismo tiempo que se preservan los elementos del crecimiento económico tradicional. Segundo, en este mismo modelo se enfatizan más las interrelaciones entre los sectores y las variables, que la desagregación dentro de un sector. El modelo SERES es más desagregado, con especificaciones más exógenas de las variables. Tercero, Colombia 2000 permite el desequilibrio en los mercados de demanda final, mientras SERES es un modelo dirigido al equilibrio de la demanda. Sin embargo, desde el punto de vista de una interacción energético-económica, existe una diferencia entre esos modelos menor que la existente en su aplicación para los análisis de una política socio-económica.

4.2 Colombia 2000 en Resumen

El modelo Colombia 2000 ha sido construido como un set de módulos para la actividad económica, el empleo, la distribución del ingreso y la riqueza, y la satisfacción de las necesidades humanas. El subsistema económico contiene una parte de la demanda, una parte de la oferta, y algunas reglas de equilibrio.

Los componentes de la demanda final son determinados en la forma siguiente: El consumo privado es la suma del grupo del consumo específico que proviene del módulo de distribución del in-

greso. El consumo gubernamental es una función del PIB del año anterior. Las exportaciones son en gran parte exógenas, y son proyectadas utilizando tendencias históricas. La inversión total se asume como igual a los ahorros totales, y la ayuda externa con fines de inversión es proporcional a la inversión doméstica.³⁾

Una vez que la demanda final del sector es determinada, se utiliza una tabla de insumo-producto para el año 1970⁴⁾ para estimar la producción total requerida para satisfacer la demanda intermedia y la demanda total en los 14 sectores de la economía, es decir, agricultura; minería; alimentos, bebidas y tabaco; textiles; papel, madera y cuero; caucho y químicos; productos no-metálicos; metales y productos metálicos; maquinaria; otras industrias; electricidad, gas y agua; construcción; transporte y comunicaciones; y servicios.

El producto sectorial del lado de la oferta es estimado usando las funciones de la producción para el valor agregado dependiente de las variables de capital, del trabajo especializado y no-especializado y del progreso técnico neutral y laboral incorporado. El capital es actualizado usando el capital depreciado y agregando la inversión nueva. La producción total por sectores es obtenida asumiendo una relación lineal fija entre el valor agregado y la producción total.

Se permiten tres situaciones de equilibrio. El libre comercio, la carencia de restricciones sobre exportaciones o importa-

ciones, lo cual es permitido por los excedentes en las exportaciones y los déficits en las importaciones en los sectores con comercio internacional, y también por los cambios de inventario en otros sectores. En este último caso las asignaciones de la inversión son ajustadas de tal manera que estos sectores se dirijan hacia un equilibrio en el largo plazo. Un relativo equilibrio económico es logrado por medio de inventarios en todos los sectores. De nuevo, algunas asignaciones de las inversiones son ajustadas hacia un equilibrio a largo plazo en todos los sectores. Un equilibrio forzado fija las demandas de todos los sectores a nivel de la demanda total.

El sistema proporciona dos opciones para las finanzas públicas: un presupuesto público balanceado en el cual el consumo gubernamental del siguiente período es ajustado a la disponibilidad de los fondos públicos o, un presupuesto público desbalanceado, en el cual tengan ocurrencia los déficits o los superávits.

Hay dos opciones para el comportamiento de la balanza de pagos del país: que ésta sea balanceada o desbalanceada. Si es seleccionada la opción de la balanza balanceada, las importaciones son ajustadas de tal manera que igualen las exportaciones en el mismo período.

El modelo Colombia 2000 ofrece algunos aspectos atractivos que hacen que su adaptación a los análisis energético-económicos sea quizás más fácil que para otros modelos. Un aspecto crítico es el de la disponibilidad. El modelo Colombia 2000 es actualmente accesible en forma directa en el DNP, mientras el modelo SERES solamente puede ser utilizado bajo bases con-

tractuales. Las definiciones de los sectores económicos en la versión 1 del modelo Colombia 2000 son bastante consistentes con las definiciones sectorales de las Cuentas Nacionales producidas por el DANE.⁵⁾ El set de ecuaciones es considerablemente menor que para el modelo SERES, el cual simplifica la recalibración y la actualización. Aún hay una versión del modelo disponible para aplicación del microcomputador, aunque no está disponible para revisión aquí.

Aunque el esfuerzo hecho para hacer algunas modificaciones a un modelo existente parece grande, es más simple que intentar elaborar un modelo nuevo total. Segundo, hasta el grado en que el sistema del ENE pueda ser anexado a una metodología existente que sea en forma total apoyada por el DNP, una universidad, o cualquier otra organización, entonces el sistema puede ser mantenido más fácilmente como una metodología activa de planeación energético-económica.

Modelo de Cuentas Financieras

No es conocido por el autor un modelo financiero existente que pueda servir de base para los cálculos financieros de la balanza contable de pagos dentro de la metodología de la planeación energética del ENE. El desarrollo de este modelo requerirá dos etapas: primero, las categorías y los detalles del sistema contable deben ser establecidos de tal manera que sean con-

sistentes con la información del DANE, con la metodología utilizada para la evaluación del financiamiento externo, y con las necesidades de análisis del ENE discutidas anteriormente. El sistema de ecuaciones que satisface estos criterios es presentado en la sección 4.4 más adelante. Segundo, Los mecanismos para vinculación y transferencia de información entre el grupo de modelación del ENE y el equipo del DNP y de otras organizaciones proveedoras de datos al sistema, deben ser establecidos. Un aspecto importante es permitir la actualización de la información del ENE y el mantenimiento de archivos en el computador para sustentar los análisis energético-económicos del ENE.

4.3 Modificaciones al Modelo Colombia 2000

En el caso de que este modelo sea reconstruido para análisis energético-económicos se sugieren varios cambios. Los sectores de insumo-producto podrían ser desagregados con el fin de incluir explícitamente los sectores energéticos. Por lo tanto, sería necesaria una recalibración de algunas partes del modelo. La unión de los ahorros y la inversión en Colombia 2000 debería ser cambiada. Seguramente un enfoque mejor podría ser el de utilizar la relación de capital a producto para cada sector, como se hace en el modelo SERES, o el tipo de ecuación de inversión de la sección 3.3, aplicada a cada sector no energético. El cálculo sobre la balanza de pagos es considerado ahora como un modelo contable financiero que sería desarrollado por fuera del modelo Colombia 2000.

La discusión que sigue es una descripción técnica de estas modificaciones en donde presentamos la ecuación de la versión 1 existente del modelo Colombia 2000⁶⁾, seguida de una forma nueva de ecuación y discusión del procedimiento y de los datos para estimar las nuevas formas de estas ecuaciones.

Sólo un número muy pequeño de ecuaciones requiere de modificaciones. El sector de la minería ($j=2$) contiene las actividades de producción en los sectores del carbón, petróleo y gas. El sector de refinación de petróleo ($j=6$) es un sector individual. El sector de electricidad, gas y agua ($j=11$) contiene, por supuesto, la generación eléctrica y la distribución. En consecuencia, la discusión anterior sobre los cambios en el modelo Colombia 2000, se refiere solamente a sus sectores $j=2$, 6 y 11.

Inversión

El modelo Colombia 2000 usa el supuesto neo-clásico de que la inversión es igual al ahorro, expresado así:

$$(81) \quad IT(t)_j = c_j \cdot S(t)$$

donde $S(t)$ es el ahorro total y c es un vector que distribuye la inversión dentro de los diferentes sectores de la economía. Los ahorros totales incluyen un término para "ahorros externos" o financiamiento externo, proporcional al ahorro doméstico.⁷⁾ Esta especificación es inapropiada. En realidad es la falta de un ahorro doméstico suficiente la que conduce a utilizar el financiamiento externo como residuo. Cambiaremos la especificación de la inversión, tanto para mostrar el sector energético en forma explícita como para estimar el financiamiento externo desde diferentes formas de expresión para los requerimientos de ahorros y de inversiones nacionales.

Ahora la inversión está escrita como una suma del sector energético y de la inversión no-energética.

$$IT_j(t) = IE_j(t) + IO_j(t)$$

donde la inversión del sector energético IE está dada más adelante en el Cuadro 4.1, asociada con el modelo de cuentas financieras. Las inversiones en carbón, petróleo y electricidad han sido introducidas en los sectores $j=2, 6$ y 11 como se anotó

anteriormente. La inversión no-energética está dada por el nivel y el crecimiento del PIB:

$$I_{j,t} = a_0 + a_1 s_j(t) \text{PIB}_j(t) + a_2 s_j(t) (\text{PIB}_j(t) - \text{PIB}_j(t-1))$$

donde $s(t)$ es la porción del PIB no-energético en el sector j . La ecuación es estimada para cada sector, excluyendo la inversión en el sector energético. Solamente los sectores de minería ($j=2$), caucho y químicos ($j=6$), y el de electricidad ($j=11$) requieren este análisis distribuido. En principio estas distribuciones cambian con el tiempo. Sin embargo, no parece haber datos suficientes para hacer cualquier análisis de tendencia de tiempo.

Exportaciones

El Modelo de Colombia 2000 usa una especificación simple de las exportaciones.

$$(79) \quad E(t) = a_0 + a_1 t$$

y el total de las exportaciones son entonces desagregadas dentro de los sectores de la economía, usando

$$(80) \quad E_j(t) = b_j E(t)$$

donde b es un vector de distribución.

Para fines de un análisis energético, es mejor hacer una distinción entre exportaciones energéticas y no-energéticas.

$$E_j(t) = EE_j(t) + EO_j(t) \quad (112)$$

donde EE es exportaciones de productos energéticos tomados directamente del balance energético del ENE, y EO son las exportaciones no-energéticas. Estas últimas podrían ser estimadas usando una ecuación de regresión como la (80) que aparece anteriormente. Sin embargo, un mejor enfoque sería si el mercado internacional y los estimativos de precios del Banco Mundial⁸⁾ o de otras organizaciones fuesen utilizados para obtener proyecciones más realistas de las exportaciones. Desde luego, el balance del recurso de las cuentas corrientes es susceptible a los supuestos hechos en estos estimativos sobre las exportaciones.

Importaciones

Las importaciones en el modelo existente están dadas por

$$M_j(t) = m_j DT_j(t)$$

donde DT representa la demanda total del sector económico j en el año t , y m es un vector que distribuye las importaciones entre los sectores.

Para el nivel de detalle incluido en el modelo, debería ser suficiente re-especificar las importaciones así:

$$M_j(t) = m'_j \cdot DT_j(t) + ME_j(t)$$

donde las importaciones de combustible ME son dadas por el Balance energético del ENE, y el vector de distribución m' se estima excluyendo las importaciones de combustibles. De cualquier manera, las expectativas sobre las importaciones presentes y futuras de combustibles son relativamente pequeñas.

4.4 El Modelo de Cuentas Financieras

Existen varios aspectos importantes relativos a la información sobre planeación energética y económica que deben ser tomados en cuenta en el modelo financiero, para estimar la balanza de pagos. Primero, debemos distinguir la diferencia entre inversiones directas y créditos. La primera tiene retornos sobre la inversión a tasas y horizontes de tiempo significativamente diferentes con respecto a las tasas de interés y períodos de amortización de los créditos.⁹⁾ Así mismo, debemos anotar que el stock de inversiones directas y la deuda externa en ningún momento entra en la balanza de pagos directamente. No así con la inversión externa directa y los préstamos externos en un año dado, y los rendimientos o los pagos de amortización ya sea en el stock de la inversión externa o los créditos, respectivamen

te. Segundo, deberíamos distinguir también entre los créditos a largo y a corto plazo, ya que de nuevo, las tasas de interés, los plazos, y otros términos, pueden diferir en forma considerable. En tercer lugar, necesitamos desarrollar opciones dentro del modelo con el fin de representar las transacciones financieras reales en Colombia. Por ejemplo, algunas veces el país puede optar por aumentar los préstamos externos para equilibrar su balanza de pagos, mientras que en otras ocasiones la estrategia puede ser la de disminuir las reservas. En principio, estas acciones están por fuera del área específica de la planeación energética. Sin embargo, dentro de una estructura de planeación energética-económica y financiera como la aquí desarrollada, ellas se convierten en parte integral de la planeación global del sector energético.

En el Modelo "Colombia 2000" separamos la inversión de los ahorros. La inversión en los sectores energéticos se conoce de los análisis energéticos del ENE. La inversión no-energética estuvo relacionada al nivel y al crecimiento anual del producto interno bruto. El cálculo de los ahorros nacionales en Colombia 2000, incluyendo las contribuciones privadas y del gobierno, se mantiene intacto, aunque excluye la contribución externa.

Ahora, considerando el supuesto del Modelo Colombia 2000 en el sentido de que los ahorros externos, esto es, la inversión, es una proporción fija de la inversión doméstica (12%), estimamos el requerimiento financiero externo como el exceso de la inversión nacional necesaria sobre el ahorro doméstico total. El financiamiento externo se escribe,

$$FI(t) = IE(t) + IO(t) - AB(t)$$

donde IE es la inversión en el sector energético, IO la inversión no-energética y AB los ahorros domésticos.

Tanto el sector energético como la inversión no-energética (definida como el valor total de los proyectos), pueden ser financiados mediante inversión externa directa o mediante créditos. Esto lo trataremos como sigue: en primer lugar, el trabajo efectuado por el ENE especifica muy bien la participación externa en el sector energético. En el Cuadro 4.1 se presentan la inversión directa, (las rentas, los créditos y el servicio de la deuda para los sectores del carbón, del petróleo y del gas, así como la generación eléctrica y los proyectos de distribución. Debería enfatizarse que hay una variación considerable en el nivel de participación de la inversión directa en los proyectos que comprenden, por ejemplo, producción de carbón o de petróleo. Así mismo, las fuentes y los términos de los créditos también varían. Por tanto, el Cuadro 4.1 está basado en un análisis detallado, proyecto por proyecto, de requerimientos financieros, participación externa, niveles específicos de rendimientos sobre inversión directa e impuestos o participaciones especificados, y fuentes y términos de los créditos.

Financiamiento del Sector Energético

Carbón, petróleo & Gas - electricidad	
Inversión total	$IE_i(t)$
Inversión externa directa	$IDE_i(t)$
Remesas	$RE_i(t)$
Préstamos Externos	$IPE_i(t)$
Servicio de Deuda	$DSE_i(t_1), DSE_i(t_2), \dots$
Participación externa	$IDE_i(t) + IPE_i(t)$

Cuadro 4.1: Financiamiento del Sector Energético

En términos agregados, la proporción de la participación externa en el sector energético está dada por

$$f(t) = \frac{\sum_i (IDE_i(t) + IPE_i(t))}{\sum_i IE_i(t)}$$

donde IDE es la inversión directa, e IPE los créditos para los proyectos específicos del sector energético i .

Dado el nivel de la participación externa en el sector energético, escribimos entonces el financiamiento externo requerido para sostener toda la inversión no-energética, más la participación de la inversión energética no prevista de fuentes externas, como sigue:

$$FO(t) = IO(t) + (1 - f(t))IE(t) - AB(t)$$

Luego asumimos que la inversión no-energética es financiada parcialmente por inversión externa directa

$$IDO(t) = d(t) IO(t)$$

donde el coeficiente $d(t) = a + bt$ es una fracción histórica promedio de la inversión directa en los sectores no-energéticos de Colombia.

Entonces, el balance en los requerimientos de inversión externa es satisfecho mediante créditos externos.

$$PD(t) = (1-d(t))IO(t) + (1-f(t))IE(t) - AB(t)$$

Usando las relaciones anteriores para definir los requerimientos y los niveles de la inversión directa y del endeudamiento, volvemos ahora a los cálculos de las entradas a la balanza de pagos mostrada en el Cuadro 4.2:

Inversión Externa Directa:

$$DI(t) = \sum_i IDE_i(t) + \sum_j IDO_j(t)$$

donde la suma sobre i está dada para los proyectos energéticos y la suma sobre j está basada sobre los sectores económicos del modelo económico "Colombia 2000".

Rentas sobre Inversión Directa:

$$R(t) = \sum_i RE_i(t) + r(t) (XID(t_0) + \sum_j IDO_j(t))$$

donde $r(t) = a + bt$ es una tasa histórica promedio de rendimiento sobre la inversión externa directa no-energética en Colombia. Esta última, la escribimos aquí como el stock ya conocido de la inversión externa no-energética XDI en un año base, más las adiciones a la inversión no-energética IDO, determinadas por el modelo de crecimiento económico. Para los sectores energéticos las rentas incluirán las participaciones sobre los despachos de carbón y las dadas en el Cuadro 4.1 mediante los resultados de los modelos de oferta y demanda energéticas.¹⁰⁾

Balanza de Pagos

Cuenta Corriente

Balance neto de recursos energéticos

Balance neto de recursos no-energéticos

Factor de servicios y transferencias

Cuenta Corriente Neta

Cuenta de Capital

Sector Energético

Inversión directa

IDE

Rentas

TR

Préstamos

IPE

Servicio de la Deuda

DSE

Sectores No-energéticos

Inversión directa

IDO

Rentas

RO

Préstamos

IPO

Servicio de la deuda

DSO

Transacciones de Reservas

Transferencia y otros

Cuenta de Capital Neto

Balanza de Pagos

Figura 4.2 : Balanza de Pagos

Préstamos

$$P(t) = \sum_i PE_i(t) + PO(t)$$

donde el préstamo externo en el sector energético es la suma sobre los créditos representados en el Cuadro 4.1, y PO es el requerimiento de crédito determinado anteriormente.

Servicio de la Deuda

$$DS(t) = DS(t, t_0) + \sum_i DSE_i(t) + \sum_{t_0}^t \frac{i}{(1+i)^{n'-1}} \cdot P(t') \text{ for } t' \leq t-n'$$

donde el primer término es el servicio de la deuda pendiente en el año t bajo el monto y las condiciones del crédito existentes en el año base, DSE son los componentes del servicio de la deuda para los proyectos del sector energético dados en el Cuadro 4.1, y el último término representa el servicio de la deuda sobre un nuevo crédito dentro del horizonte de tiempo de los modelos. Sería bueno separar el último término dentro de la deuda de largo y de corto plazo, ya que las condiciones del préstamo para cada uno de éstos difiere en forma significativa.

Dos medidas sanas financieramente para el país, que explícitamente no son parte de la balanza de pagos pero, no obstante, son de interés para los expertos de planeación económica y financiera, son el stock de inversión directa y la deuda externa, dadas como sigue:

Stock de Inversión Directa:

$$XD(t) = XD(t_0) + \sum_{t_0}^t DI(t')$$

donde el primer término es la inversión externa agregada existente en Colombia en el año base, y DI representa las adiciones a la inversión externa directa.

Deuda Externa :

$$XP(t) = XP(t_0) + \sum_{t_0}^t P(t')$$

o sea, una suma de la deuda existente conocida en un año anterior, más el préstamo adicional para sostener los programas de inversión energética y no-energética considerados en una corrida de simulación de modelos.

Finalmente, se podrían suministrar dos opciones respecto a la balanza de pagos. La primera, es que Colombia puede optar por el logro de una balanza de pagos equilibrada a través de un incremento en sus préstamos. Esto ocasiona un aumento de la deuda existente, y por lo tanto, añade una carga debido al requerimiento adicional del servicio de la deuda. La segunda estrategia dentro de estos modelos podría ser la de permitir una disminución de las reservas.¹¹⁾ En este caso, no se incurre en el servicio de deuda. En realidad, la escogencia de la estrategia incluye restricciones a las importaciones, préstamos, utilización de las reservas colombianas, acceso a los créditos del F.M.I. y otros mecanismos.

4.5 Simulación, Integración y el "Software Buss"

En la Figura 4.1 se hace un esquema del procedimiento de simulación (ver también la Figura 3.1, marco conceptual). La iteración alrededor de la curva interna en la Figura 4.1 proporciona un grado de consistencia entre el crecimiento económico y el desarrollo del sector energético. El modelo de cuentas financieras en la curva externa permite la oportunidad de analizar con bastante detalle las respuestas a los problemas de la balanza de pagos que puedan surgir de las diferentes estrategias para el desarrollo del sector energético.

El procedimiento de simulación cuenta con valores nominales de entrada para una primera corrida de cada uno de los modelos. Entonces, la iteración a través del sistema de modelos mejora los valores de las variables económicas, energéticas y financieras. El modelo económico es corrido, y los resultados son usados para crear proyecciones de la demanda energética. Los niveles de las necesidades de combustibles son usados entonces en los modelos de oferta energética con el fin de estimar la expansión de la oferta y sus requerimientos de inversión. Finalmente, el modelo de cuentas financieras es corrido, basado sobre las necesidades de inversión de la expansión de la oferta energética justamente determinada. Esto comprueba la posibilidad de las estrategias alternativas de desarrollo en el sector energético en términos de su financiación externa e implicaciones en la balanza de pagos.

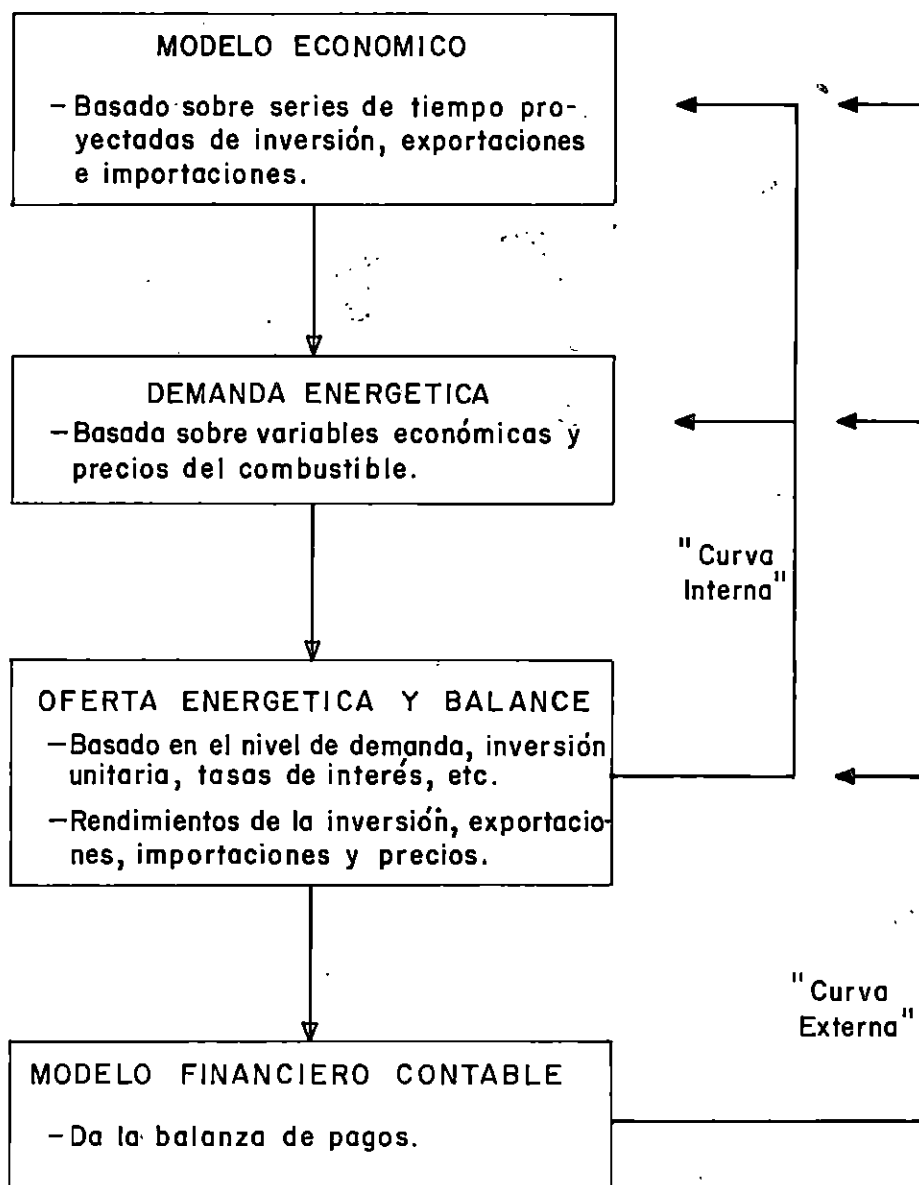
La descripción más detallada del procedimiento de simulación enunciado arriba incluye: (a) el enfoque de simulación, (b) cómo son transferidas de un modelo a otras variables específicas, y (c) sugiere un computador "Software Buss" para facilitar la integración de los modelos. Las etapas en la estimulación del desarrollo del sistema energético son las siguientes :

Etapa 1: Corrida del modelo económico

El modelo económico crea una base para proyección de demanda

Figura 4.1

PROCEDIMIENTO DE SIMULACION



Ajuste de las tasas de crecimiento económico, inversión disponible y términos de los préstamos para reflejar la balanza de pagos.

Nota: Ver también la Fig. 3.1

energética, así como los valores sobre los ahorros nacionales y la inversión para el modelo de cuentas financieras, en la forma mostrada en el cuadro 4.3. Una corrida inicial es basada sobre los valores nominales de inversión energética, exportaciones e importaciones. Estos pueden ser tomados, por ejemplo, de la primera fase del estudio del ENE. Así mismo, de una corrida hay disponibilidad de un número adicional de indicadores económicos y sociales, como por ejemplo viviendas con electricidad, viviendas con agua, consumo del sector transporte, distribución de ingresos, y empleo rural y urbano, aunque hasta ahora éstos no han sido utilizados en las proyecciones de demanda energética.

Etapa 2: Proyección de la demanda energética

Los modelos de demanda energética utilizan las variables económicas mostradas en el cuadro 4.3, así como sus bases para la proyección. Por ejemplo, la demanda energética industrial está basada sobre el producto bruto sectoral (PIB) y la demanda de transporte urbano de pasajeros está basada sobre el ingreso disponible y la población económica activa. La demanda energética responde también al precio de los combustibles y a los precios de los combustibles sustitutos. Los precios nominales se entran en una primera corrida pero en iteraciones posteriores estos precios son derivados de los modelos de oferta energética, como se ha indicado en el cuadro 4.3.

ENLACE DEL SISTEMA DE MODELACION DEL ENE
MODELO ECONOMICO

	PIB (por sectores)	Inversión	Exportaciones	Importaciones	Ingreso disponible	Población económica activa	Población urbana	Nº de Hogares	Personas por hogar	Ingreso del hogar	Consumo	Precios del combustible	Inversión externa directa	Prestamos externos
Demanda Energética Transporte														
Pasajeros Urbanos					X	X						X		
Pasajeros Interurbanos							X							
Carga Interurbana	X													
Industrial														
Por Sectores	X							X	X	X		X		
Resid. y Com.						X		X	X					
Agricultura											X			
Oferta Energética														
Carbón		X										X	X	X
Petróleo y Gas		X										X	X	X
Electricidad		X										X	X	X
Balance Energético			X	X										

NOTA : Las flechas indican la dirección del flujo de información

En el sector industrial, la designación de los sectores en el sistema de modelación del ENE no coincide con la designación de los sectores económicos del modelo económico Colombia-2000. Por ejemplo, el sector químico ($k=6$) en el sistema de información del ENE no corresponde exactamente al sector de químicos y de caucho ($j=11$) del modelo económico, según se indica en el cuadro 4.4. En consecuencia, para hacer las proyecciones de demanda energética debemos establecer las participaciones $s_{kj}(t)$ las cuales representan la fracción del sector total "j" de la producción, o el PIB que está asociado a la demanda energética del sector "k". Las proyecciones de la demanda energética son entonces basadas sobre los valores para esas participaciones, esto es

$$PIB_k(t) = s_{kj}(t) PIB_j(t)$$

Estas participaciones deben ser estimadas por los datos históricos para los sectores mostrados en el cuadro 4.4. Aunque ~~es de suponerse que estas participaciones variarían con el tiempo, en realidad,~~ no existen datos para estimar la dependencia de tiempo.¹²⁾

Etapa 3: Balance energético de oferta y demanda

Un balance energético representa inicialmente una estrategia de desarrollo energético deseable, como por ejemplo exportación creciente de carbón, o electrificación, modificado solamente por represiones generales en el sector energético. La

SECTORES INDUSTRIALES

ENE SISTEMA DE INFORMACION (k)

COLOMBIA 2000 (j)

j=1 Agricultura	k=1 Alimentos, Bebidas, Tabaco
2 Minería	2 Textil, Confecciones
3 Alimentos, Bebidas, Tabaco	3 Calzado, Cuero
4 Textiles, Cuero	4 Maderas y Muebles
5 Papel, Madera	5 Papel, Imprenta
6 Caucho y Químicos	6 Químicos
7 Productos No Metálicos	7 Cemento
8 Productos Metálicos	8 Piedras, Vidrio, Cerámica
9 Maquinaria	9 Hierro, Acero, No Ferrosos
10 Otras Industrias	10 Maquinarias y Equipos
11 Electricidad, Gas, Agua	11 Otras
12 Construcción	
13 Transporte y Comunicac	
14 Servicios	

Cuadro 4.4 PARTICIPACION DEL ANALISIS PARA LAS PROYECCIONES DE DEMANDA ENERGETICAS EN LA INDUSTRIA

iteración dentro del marco general de planeación proporciona la demostración de la realidad de dichos balances energéticos.

Etapa 4: Modelos de Oferta

Los modelos de oferta son corridos para los niveles deseados de la producción de combustibles. Estos modelos generalmente buscan cualquier forma de configuración óptima de mínimo costo para la oferta y distribución de los recursos energéticos.

Los datos para estos modelos incluyen, además de los factores técnicos como la eficiencia de las plantas de energía térmica, o una mezcla de producción de refinería, los costos unitarios de inversión, las participaciones sobre los contratos del sector petróleo, y otros parámetros relacionados con la financiación del sector energético mostrados en el cuadro 4.5¹³). Los modelos producen estimativos de las inversiones del proyecto y las características financieras para cada sector de la oferta, como también los flujos detallados de la producción energética.

Como se muestra en el cuadro 4.3 anteriormente, los items de inversión, exportaciones, importaciones y precios de estos modelos de oferta, son utilizados en el modelo económico. En consecuencia, la proyección económica de largo plazo debe ser ahora recalculada reemplazando los valores nominales para las variables asumidas anteriormente. Esta "retroalimentación"

INSUMO

Nivel de la Demanda Energética

Costo de Inversión por unidad de producción energética

Financiación externa, incl. inversión directa y préstamos

Tasas de Interés y períodos de los préstamos

Tasa de retorno sobre inversión directa

Términos de participación del contrato

Tasas de cambio internacionales e inflación

Precios sombra

Factores técnicos tales como cambios térmicos en la generación eléctrica

PRODUCTO

Nivel de Producción de los Recursos Energéticos

Costo de la producción energética incl. los precios sombra de los costos de operación y trabajo

Costo económico por unidad de energía

Financiación externa del sector energético, tanto la inversión directa como los préstamos

Cuadro 4.5 VARIABLES BASICAS EN LOS
MODELOS DE OFERTA

(feedback) o iteración es denominada como la "curva interna" (inner loop) en la discusión relacionada con las figuras 4.1 de este capítulo y 3.1 del capítulo anterior. La iteración acerca de esta curva, etapas 1-4, proporciona una balanza de demanda-oferta energética consistente con el crecimiento económico.¹⁴⁾

Etapa 5: Financiamiento y Balanza de Pagos

El modelo de las cuentas financieras es corrido utilizando los datos de las cuentas nacionales del modelo económico y los datos de inversión y otra información de los modelos de oferta energética. La balanza de pagos resultante es utilizada para examinar la posibilidad de las estrategias de desarrollo del sector energético. Cuando o donde las reservas se disminuyen demasiado rápido o donde, por ejemplo el financiamiento externo y el servicio de la deuda crece en forma excesiva, entonces el desarrollo del sector energético y/o el crecimiento económico puede verse impedido. Aunque es difícil cuantificar dichos efectos, a continuación se explica la metodología seguida.

Puesto que el impacto del desarrollo del sector energético a través de las cuentas nacionales y de la balanza de pagos es bastante complejo, no se presta de por sí para una ecuación simple. Más bien, anticipamos una discusión de los efectos que fue presentada por los economistas del DNP y por analistas del desarrollo del sector energético del ENE. De las deliberaciones de

estos técnicos se puede esperar que se deriven algunas modificaciones en la disponibilidad o en las tasas de interés de los préstamos para, por ejemplo, proyectos hidroeléctricos o en las tasas de participación en contratos relacionados con la producción de petróleo, gas o carbón, o incluso una completa reformulación de la estrategia y del énfasis en el desarrollo del sector energético. Todos ellos son incluidos dentro de la inversión, exportaciones o importaciones del modelo económico, bajo los parámetros financieros en los modelos de oferta y afectarán las expectativas en los precios dentro de los modelos de demanda energética. Entonces, la iteración a través de las etapas 1 a 5 proporciona una medida sobre la posibilidad de las condiciones y estrategias alternativas para el desarrollo del sector energético.

Integración y el "Software Buss" : Matriz de Enlace

Con el fin de integrar tanto los datos de entrada como de salida en el sistema de modelación del ENE podría ser escrita una matriz de enlace. Dicha matriz especifica todas las variables transferidas entre los modelos, y contiene en cualquier tiempo dado un record completo de todos los valores de estas variables.

Una matriz de enlace de valores se define

$$v[(A,i), (B,J)]$$

en donde A denota un modelo específico, digamos el modelo del sector eléctrico, el cual calcula un valor $v[..]$ para la variable i , y estos valores $v[..]$ son transferidos al modelo del ENE denominado B como un dato de entrada numerado j . Se anota que i y j denotan la misma variable, pero esta variable puede tener una numeración diferente en los dos diferentes modelos. Por ejemplo, consideremos los enlaces simplificados mostrados en el Cuadro 4.3. Las inversiones en, digamos, el petróleo y el gas (en billones de pesos) se denominarían

$$v[(\text{Petrol},2), (\text{Eco},2)]$$

indicando que el valor de la inversión en el sector petróleo y gas es la segunda variable en la salida de un modelo de oferta denominado Petrol, y es transferida como entrada al segundo campo de datos del modelo Eco.

Un breve esquema de la matriz de enlace completa, es mostrado en el cuadro 4.6.¹⁵⁾ Esta matriz podría ser establecida como una matriz almacenada del computador. A medida que el modelo económico es corrido, los resultados de sus cálculos producen nuevas series actualizadas en la sección denominada Eco. Como resultado, los modelos de demanda cuando tienen acceso a esta matriz sacarán estos valores actualizados. Esto es, el acceso al modelo de demanda está por la columna $j=1,2,..$ en la sección de demanda de la matriz. A medida que cada modelo en el sistema de

		"B", j				
		ECO j=1,2..	FINANCE j=1,2..	DEMAND j=1,2..	SUPPLY j=1,2..	BALANCE j=1,2,..
"A", i	ECO i=1					
	2					
	.					
	.					
	FIN. i=1					
	2					
	.					
	.					
	DEM i=1					
	2					
	.					
	.					
	SUPP i=1					
	2					
	.					
	.					
	BAL i=1					
	2					
	.					
	.					

Cuadro 4.6 MATRIZ DE ENLACE

modelación del ENE es corrido, va produciendo las series correspondientes a sus últimos valores computados de las variables energéticas, económicas y financieras que sirven como entradas para otros modelos.

V. ALGUNOS RESULTADOS ILUSTRATIVOS

Aquí la discusión está basada en el modelo simplificado conformado anteriormente. Se intenta solamente proporcionar al lector un sentido del análisis posible dentro del marco general energético-económico.

Aunque la estructura del modelo es bastante simple como para captar todos los aspectos importantes de una iteración económica en Colombia, los resultados indican aún varios aspectos importantes de enlace energético-económico en Colombia. El modelo utiliza un número mínimo de ecuaciones. La base de datos es adecuada en las áreas de las cuentas nacionales, pero en un grado considerablemente menor en las áreas de inversión del sector energético y de importaciones y exportaciones energéticas, siendo estos datos esenciales para los análisis detallados de interacción energético-económica en Colombia.

Las proyecciones sobre crecimiento económico adoptadas aquí son así mismo solo ilustrativas. Sin embargo, estas tasas de crecimiento corresponden a un escenario "optimístico" informal considerado por el Banco Mundial y por el DNP), mientras que tanto la inversión en el sector energético como los flujos de combustible, corresponden a la fase 1 del estudio del ENE. Para una mayor simplicidad, todos los préstamos externos han sido tomados con un 10% de interés y con un período de amortización de

7 años. Así mismo, aquí se determina la balanza de pagos para cada año ya sea teniendo, o sin tener en cuenta la financiación de algunos déficits.

Para percibir el impacto de la inversión en el sector energético sobre la balanza de pagos, presentamos dos casos de interés que son mostrados en el Cuadro 5.1. El primer caso, hasta donde es posible, está sujeto a las limitaciones de los datos, y sigue la tendencia de un caso "optimístico". La inversión en el sector energético fue tomada del Estudio del ENE, primera fase, y muestra un crecimiento del 11% hasta 1985 y de 3.1% hasta 1990. Se asume que gran parte de la inversión energética está orientada hacia las exportaciones, de tal manera que las exportaciones energéticas tienen un aumento del 12% en los primeros años de la década de los 80. Fue difícil determinar las importaciones energéticas del estudio del ENE, y para efectos de este trabajo fueron tomadas como constantes.

El segundo caso solamente difiere en la tasa de inversión del sector energético. Sobre este segundo caso, se asume que la inversión en el sector energético disminuye a un 5% anual en lugar del 11% que se había anticipado. Sin embargo, el enfoque de la inversión permanece orientado hacia las exportaciones así que las exportaciones de productos energéticos permanece igual en los dos casos.

El crecimiento del PNB es determinado por los supuestos sobre el crecimiento del valor agregado en los sectores de la agricultura y de la manufactura mostrados en el Cuadro 5.1. Se asume que las exportaciones disminuyen lentamente a mediados de los años 80, para luego aumentar en forma rápida hacia finales de la década.

Con el set de parámetros indicados arriba, las cuentas nacionales, la inversión del sector energético, y la posición de la balanza de pagos son aquellas indicadas en la Tabla 5.2. Algunos de los indicadores más significativos son mostrados al final del Cuadro 5.1. La inversión está aumentando un poco más rápido que los ahorros nacionales brutos y, consecuentemente, los requerimientos de financiación externa muestran una expansión a través de toda la década. En el Cuadro 5.2, por ejemplo, la inversión total muestra un aumento de 105.8 billones de pesos en 1980 a un 128.4 billones en 1985. Dada una tasa de ahorros internos de 19.4% del PIB, los requerimientos de financiación externa crecen de 5.7 billones de pesos en 1980 a 9.0 billones en 1985. Es interesante anotar que el financiamiento externo de inversión no-energética o de "OTH INV" es negativo. Es decir, que los préstamos van a ser reembolsados. Esto tiene relación con los supuestos sobre inversión en el sector energético en la forma siguiente.

El promedio de la participación de financiamiento externo en proyectos del sector energético fue calculado en un 40%, siendo

en realidad un poco menor al 60% calculado en la primera fase del ENE. Solamente en el sector energético los niveles de participación externa excedieron entonces el total de la financiación externa nacional. Por ejemplo, según se muestra en el Cuadro 5.2, para el año de 1985 la participación de la inversión externa en el sector energético es de 9.0 billones de pesos, considerando que el requerimiento total de financiación nacional es de solamente 7.1 billones. Este flujo de capital externo hacia el sector energético crea un exceso neto de inversión no-energética, que en 1985 por ejemplo, ha sido de 1.9 billones de pesos. Como resultado, los préstamos serían pagados, y los requerimientos del servicio de la deuda serían reducidos. Esta operación está ilustrada en el Cuadro 5.2, bajo la balanza de pagos, en donde la cifra de -1.9 billones de pesos en la cuenta de capital de 1985 representa el pago neto de algunos préstamos, y la contribución positiva al servicio de la deuda representa los ahorros provenientes de los pagos de préstamos similares de años anteriores.

Es cuestionable el hecho de si las operaciones van a ocurrir precisamente en esta forma. Sin embargo, el modelo de inversión del sector energético puede rastrear tales efectos. De paso, es importante anotar que cualquier cambio que ocurra en la participación externa dentro del sector energético, produciría un cambio en la distribución de los fondos entre la inversión de los sectores energético y no-energético. Sin embargo, esto no produce ningún efecto neto sobre la balanza de pagos, a menos que los términos

de los préstamos solicitados para inversiones energéticas y no-energéticas difirieran en forma sustancial.

En el Cuadro 5.3 aparece un estimativo de la balanza de pagos en donde el déficit para cualquier año es financiado a una tasa de interés del 10% y con un período de amortización de 7 años. El resultado del Cuadro 5.3 sugiere la rapidez a que puede crecer el requerimiento de la deuda cuando los déficits en la balanza de pagos son financiados a través de préstamos adicionales.

El segundo caso, en el que se asume una reducida inversión en el sector energético, muestra una disminución en los déficits de la balanza de pagos, como se ve en el Cuadro 5.4. Suponemos que a través de una política de precios o de otras medidas, se limite el crecimiento de la demanda doméstica energética. La inversión energética para satisfacer las necesidades domésticas es reducida, pero aquella destinada al desarrollo energético orientado hacia las exportaciones, es mantenida. Aunque haya una disminución en la inversión dentro del sector energético, las exportaciones energéticas permanecen altas.

Como respuesta a una menor inversión energética, los requerimientos financieros para esta área se han reducido en 1985 de 7.2 billones de pesos a solamente 2.8 billones en este caso. La inversión en el mencionado sector es disminuída de 17.4% del total de la inversión nacional, a un 14.7%. En las columnas del Cuadro 5.4 que muestran la inversión, los ahorros y la finanza externa,

el crecimiento de la inversión es ahora mucho más lento, y los ahorros nacionales son suficientes para limitar la necesidad de financiamiento externo.

Una inversión energética menor reduce también las importaciones de bienes de capital. La balanza de recursos tiene una leve mejoría. Por ejemplo, el déficit de la cuenta corriente en 1985 es reducido de 20.0 billones de pesos (Cuadro 5.2) a 18.2 billones (Cuadro 5.4).

El déficit de la balanza de pagos para cada caso se muestra en la Figura 5.1. Para la tasa más baja de inversión en el sector energético, la reducción en el flujo de entrada de capital conduce a una disminución en el servicio de la deuda y a un mejoramiento en la posición de la balanza de pagos para finales de la década de los 80.

Hasta el grado en que la tasa más lenta de crecimiento en la inversión del sector energético proporcione a Colombia la oportunidad de financiarse interna en vez de externamente, el requerimiento del servicio de la deuda a largo plazo es aminorado y las perspectivas de la balanza de pagos se tornan mejores. Esta conclusión es consistente con una noción intuitiva de la interacción entre la inversión en el sector energético y la balanza de pagos, pero el modelo ayuda a dar claridad a las relaciones y proporciona algunas opiniones sobre las magnitudes cuantitativas de los efectos.

CASO I. Estudio del ENE, Fase I.

TASAS DE CRECIMIENTO ANUAL

	'80-'85	'85-'90
EN INV	11.0	3.1
EN XPRT	12.0	10.0
EN IMPT	0.0	0.0
	0.0	0.0
POPUL	2.1	2.1
AGRIC	2.5	3.6
MANUF	3.9	10.0
XPRTOTH	-1.1	10.0
**	0.0	0.0
GDP	3.5	7.5
GDP/POP	1.3	5.3
CONSUM	4.0	6.6
C/POP	1.9	4.5
	0.0	0.0
INV	3.9	8.0
SAV	3.5	7.5
FRGNFIN	14.9	16.8

CASO II. Crecimiento Moderado del Sector Energético

TASAS DE CRECIMIENTO ANUAL

	'80-'85	'85-'90
EN INV	5.0	5.0
EN XPRT	12.0	10.0
EN IMPT	0.0	0.0
	0.0	0.0
POPUL	2.1	2.1
AGRIC	2.5	3.6
MANUF	3.9	10.0
XPRTOTH	-1.1	10.0
**	0.0	0.0
GDP	3.5	7.5
GDP/POP	1.3	5.3
CONSUM	4.1	6.6
C/POP	2.0	4.4
	0.0	0.0
INV	3.3	8.4
SAV	3.5	7.5
FRGNFIN	-3.6	38.6

Cuadro 5.2 - Análisis de la Fase I del Estudio ENE

	NATIONAL ACCOUNTS (BILLION '75 PESOS)									
	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	
GDP	526.2	544.5	563.5	583.1	603.3	624.2	670.9	721.4	776.3	
AGRIC	119.0	122.0	125.0	128.1	131.4	134.6	139.5	144.5	149.7	
MANUF	124.0	128.8	133.9	139.1	144.5	150.1	165.2	181.7	199.8	
OTHER	260.0	269.8	279.8	290.2	300.9	312.0	336.7	363.5	392.6	
CONSUMP	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
	422.1	439.7	457.6	475.6	494.0	513.9	545.7	583.5	624.3	
INVEST	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
ENERGY	105.8	109.4	114.1	119.1	124.4	128.4	142.9	152.2	162.2	
OTHER	14.3	15.9	17.6	19.6	21.7	22.4	23.1	23.8	24.5	
	91.5	93.5	96.5	99.6	102.7	106.0	119.8	128.4	137.7	
EXPORTS	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
ENERGY	104.7	104.6	104.6	104.7	105.0	105.3	115.8	127.4	140.1	
OTHER	7.9	8.8	9.9	11.1	12.4	13.7	15.0	16.5	18.2	
	96.8	95.7	94.7	93.6	92.6	91.6	100.8	110.8	121.9	
IMPORTS	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
ENERGY	106.5	109.4	112.8	116.4	120.2	123.4	133.5	141.7	150.3	
CAPITAL	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	
INTRM	38.1	39.6	41.7	43.8	46.1	47.8	54.0	58.0	62.3	
FOOD	53.6	55.3	57.0	58.8	60.7	62.6	65.3	68.0	70.8	
	7.4	7.1	6.7	6.4	6.0	5.6	6.8	8.2	9.8	
RES BAL	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
	-1.8	-4.8	-8.2	-11.7	-15.1	-18.1	-17.7	-14.3	-10.2	

Quadro 5.3 - Balanza de Pagos con Préstamos para
Compensar Déficits

BALANZA DE PAGOS (BILLONES DE PESOS/1975)

	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988
CUR ACC	-3.4	-6.4	-9.9	-13.4	-16.9	-20.0	-19.7	-16.4	-12.6
RES BAL	-1.8	-4.8	-8.2	-11.7	-15.1	-18.1	-17.7	-14.3	-10.2
FAC&TR	-1.6	-1.6	-1.7	-1.7	-1.8	-1.9	-2.0	-2.2	-2.3
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CAP ACC	3.5	2.8	2.4	1.2	-1.1	-6.4	-7.9	-16.6	-25.8
ENGY IV	5.7	6.3	7.0	7.8	8.7	9.0	9.2	9.5	9.8
ENGY DS	0.0	-1.2	-2.5	-3.9	-5.5	-7.3	-9.1	-11.0	-11.8
OTH IV	-2.2	-2.8	-2.5	-2.1	-1.5	-1.9	3.3	2.4	1.5
OTH DS	0.0	0.4	1.0	1.5	2.0	2.3	2.7	2.0	1.0
RSV&TR	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ADDL DS	0.0	0.0	-0.7	-2.2	-4.7	-8.5	-13.9	-19.5	-26.3
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
DEFICIT	-0.2	3.6	7.5	12.3	18.1	26.4	27.6	33.1	38.3

INVERSION SECTOR ENERGETICO (BILLONES PESOS 1975)

	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988
INVESTM	105.8	109.4	114.1	119.1	124.4	128.4	142.9	152.2	162.2
NTL SAV	102.3	105.8	109.5	113.3	117.3	121.3	130.4	140.2	150.9
FGN FIN	3.5	3.5	4.6	5.8	7.2	7.1	12.5	11.9	11.3
ENERGY	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
DOMESTI	14.3	15.9	17.6	19.6	21.7	22.4	23.1	23.8	24.5
FOREIGN	8.6	9.5	10.6	11.7	13.0	13.4	13.8	14.3	14.7
OTH INV	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
DOMESTI	91.5	93.5	96.5	99.6	102.7	106.0	119.8	128.4	137.7
FOREIGN	93.7	96.3	99.0	101.6	104.3	107.9	116.6	126.0	136.2
EN SHRE	-2.2	-2.8	-2.5	-2.1	-1.5	-1.9	3.3	2.4	1.5
Z	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.2	0.1
ES/INV	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
I/GDP	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
AB/GDP	13.5	14.5	15.4	16.4	17.4	17.4	16.1	15.6	15.1
	20.1	20.1	20.2	20.4	20.6	20.6	21.3	21.1	20.9
	17.4	17.4	17.4	17.4	17.4	17.4	17.4	17.4	17.4

BALANZA DE PAGOS (BILLONES PESOS DE 1975)

	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988
CUR ACC	-3.4	-6.4	-9.9	-13.4	-16.9	-20.0	-19.7	-16.4	-12.6
RES BAL	-1.8	-4.8	-8.2	-11.7	-15.1	-18.1	-17.7	-14.3	-10.2
FAC&TR	-1.6	-1.6	-1.7	-1.7	-1.8	-1.9	-2.0	-2.2	-2.3
CAP ACC	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ENGY IV	3.5	2.8	3.1	3.4	3.6	2.0	6.0	2.9	0.6
ENGY DS	5.7	6.3	7.0	7.8	8.7	9.0	9.2	9.5	9.8
OTH IV	0.0	-1.2	-2.5	-3.9	-5.5	-7.3	-9.1	-11.0	-11.8
OTH DS	-2.2	-2.8	-2.5	-2.1	-1.5	-1.9	3.3	2.4	1.5
RSV&TR	0.0	0.4	1.0	1.5	2.0	2.3	2.7	2.0	1.0
ADDL DS	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
DEFICIT	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	-0.2	3.6	6.8	10.0	13.3	17.9	13.7	13.6	12.0

Cuadro 5.3 Análisis del Crecimiento Moderado
del Sector Energético

	NATIONAL ACCOUNTS (BILLION '75 PESOS)									
	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	
GDP	526.2	544.5	563.5	583.1	603.3	624.2	670.9	721.4	776.3	
AGRIC	119.0	122.0	125.0	128.1	131.4	134.6	139.5	144.5	149.7	
MANUF	124.0	128.8	133.9	139.1	144.5	150.1	165.2	181.7	199.8	
OTHER	260.0	269.8	279.8	290.2	300.9	312.0	336.7	363.5	392.6	
CONSUMP	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
	422.1	440.4	458.6	477.3	496.4	516.3	547.9	585.6	626.2	
INVEST	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
ENERGY	105.8	108.5	112.2	116.1	120.1	124.3	139.0	148.5	158.8	
OTHER	14.3	15.0	15.8	16.6	17.4	18.3	19.2	20.1	21.1	
	91.5	93.5	96.5	99.6	102.7	106.0	119.8	128.4	137.7	
EXPORTS	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
ENERGY	104.7	104.6	104.6	104.7	105.0	105.3	115.8	127.4	140.1	
OTHER	7.9	8.8	9.9	11.1	12.4	13.7	15.0	16.5	18.2	
	96.8	95.7	94.7	93.6	92.6	91.6	100.8	110.8	121.9	
IMPORTS	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
ENERGY	106.5	109.0	112.0	115.1	118.3	121.6	131.8	140.1	148.9	
CAPITAL	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	
INTRM.	38.1	39.3	40.9	42.5	44.2	46.0	52.3	56.4	60.8	
FOOD	53.6	55.3	57.0	58.8	60.7	62.6	65.3	68.0	70.8	
	7.4	7.1	6.7	6.4	6.0	5.6	6.8	8.2	9.8	
RES BAL	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
	-1.8	-4.4	-7.4	-10.4	-13.3	-16.3	-16.0	-12.7	-8.8	

INVERSION SECTOR ENERGETICO (BILLONES PESOS/75)

	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988
INVESTM	105.8	108.5	112.2	116.1	120.1	124.3	139.0	148.5	158.8
NTL SAV	102.3	105.8	109.5	113.3	117.3	121.3	130.4	140.2	150.9
FGN FIN	3.5	2.7	2.7	2.8	2.8	2.9	8.6	8.3	7.9
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ENERGY	14.3	15.0	15.8	16.6	17.4	18.3	19.2	20.1	21.1
DOMESTI	8.6	9.0	9.5	9.9	10.4	11.0	11.5	12.1	12.7
FOREIGN	5.7	6.0	6.3	6.6	7.0	7.3	7.7	8.0	8.5
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
OTH INV	91.5	93.5	96.5	99.6	102.7	106.0	119.8	128.4	137.7
DOMESTI	93.7	96.8	100.1	103.4	106.8	110.4	118.9	128.2	138.2
FOREIGN	-2.2	-3.4	-3.6	-3.9	-4.1	-4.4	0.9	0.2	-0.5
EN SHRE	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
%	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ES/INV	13.5	13.8	14.0	14.3	14.5	14.7	13.8	13.5	13.3
I/GDP	20.1	19.9	19.9	19.9	19.9	19.9	20.7	20.6	20.5
AB/GDP	19.4	19.4	19.4	19.4	19.4	19.4	19.4	19.4	19.4

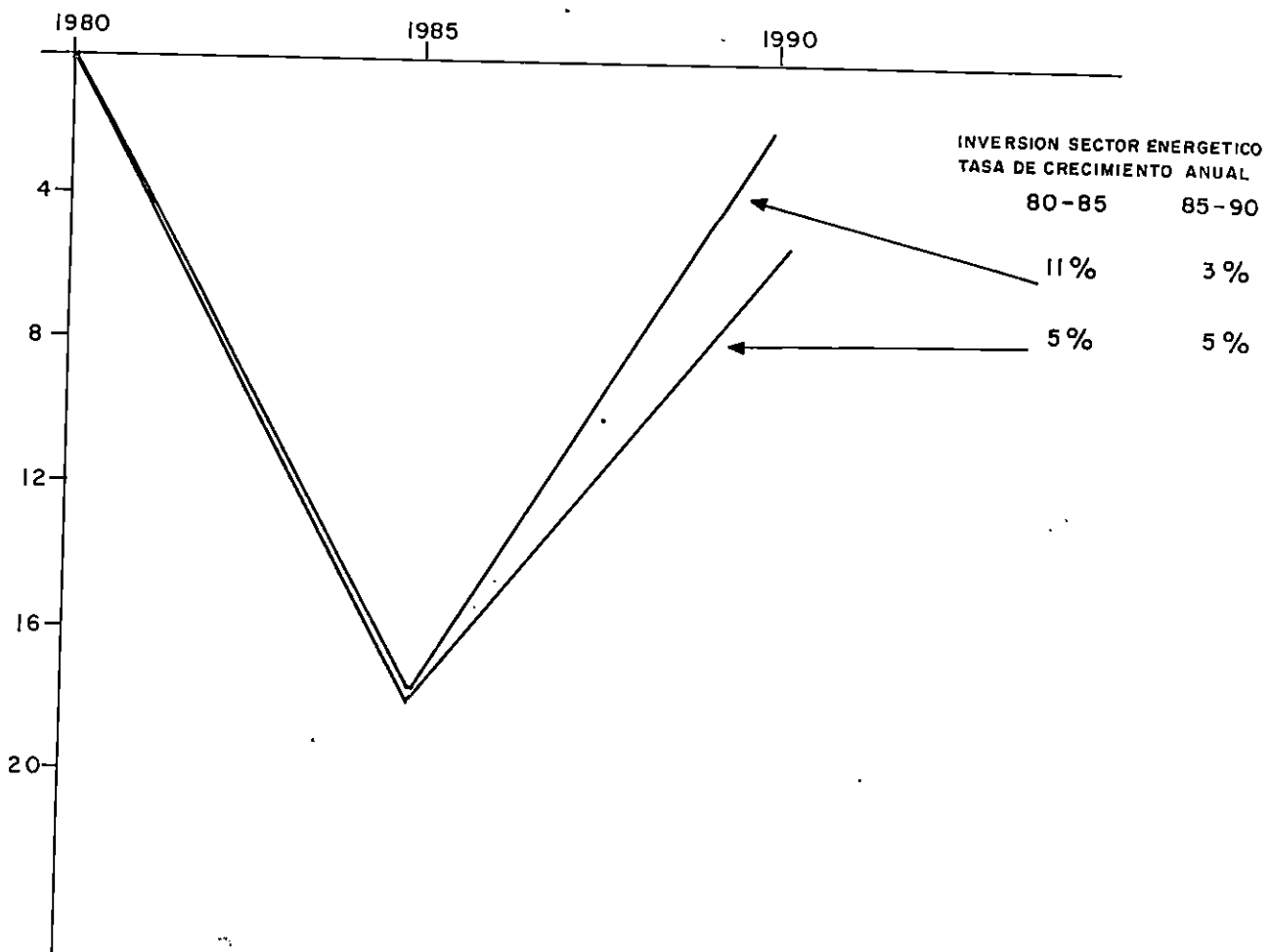
BALANZA DE PAGOS (BILLONES PESOS 1975)

	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988
CUR ACC	-3.4	-6.1	-9.1	-12.1	-15.1	-18.2	-18.1	-14.9	-11.1
RES BAL	-1.8	-4.4	-7.4	-10.4	-13.3	-16.3	-16.0	-12.7	-8.8
FAC&TR	-1.6	-1.6	-1.7	-1.7	-1.8	-1.9	-2.0	-2.2	-2.3
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CAP ACC	3.5	1.9	1.4	0.9	0.5	-0.0	5.0	2.9	1.6
ENGY IV	5.7	6.0	6.3	6.6	7.0	7.3	7.7	8.0	8.5
ENGY DS	0.0	-1.2	-2.4	-3.7	-5.1	-6.5	-8.0	-9.5	-10.0
OTH IV	-2.2	-3.4	-3.6	-3.9	-4.1	-4.4	0.9	0.2	-0.5
OTH DS	0.0	0.4	1.1	1.9	2.7	3.5	4.4	4.2	3.7
RSV&TR	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ADDL DS	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
DEFICIT	-0.2	4.1	7.7	11.2	14.6	18.2	13.1	11.9	9.5

ESTIMATIVOS DE LA BALANZA DE PAGOS

(Sin préstamos para compensar déficits)

— Billones pesos de 1975 —



VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En años recientes, el desarrollo del sector energético ha tenido un importante impacto en la posición de la balanza de pagos en Colombia. De solamente un 6% de la inversión nacional de los primeros años de la década de los 70, la inversión en el sector energético ha aumentado ahora a más del 14% de la inversión total. El sector energético representa en sí mismo una entrada grande en la cuenta de capital de la balanza de pagos. Frecuentemente la inversión en dicho sector tiene un 50% de participación externa y a veces más. El flujo de capital externo para el sector energético en 1980 fue de 8 billones de pesos ('75 pesos), mientras la entrada total de capital neto fue de 3.5 billones de pesos.

El modelo agregado conformado en el Capítulo 5, proporciona alguna indicación de los problemas de la balanza de pagos que pueden desarrollarse durante la década de los 80. La primera fase del ENE muestra una inversión en el sector energético creciendo a una tasa de 11% anualmente hasta mediados de los años 80, y después a una tasa del 3%. Así mismo analizamos un caso alternativo en el cual, a través de algunas políticas de precios o de otro tipo, el crecimiento de la demanda energética es limitado. Se asume que la inversión en el sector energético crecerá a una tasa anual del 5% a lo largo de la década. El resultado, al ser comparado con el programa de inversión de la fase 1 del ENE, es un mejoramiento de 4 billones de pesos anuales en la balanza de pagos

hasta 1990. Si en los primeros años de la década de los 80, los préstamos externos son utilizados para compensar los déficits de la balanza de pagos, el mejoramiento esperado para 1990 es aún mayor. Aunque las cifras aquí deberían mirarse con cierta cautela, hay cambios importantes en la posición financiera de Colombia que están claramente asociados con las diferentes estrategias relacionadas con el desarrollo del sector energético.

A pesar de la obvia importancia del desarrollo del sector energético sobre la balanza de pagos en Colombia, la presente metodología del ENE sobre planeación energética no se adapta bien para la exploración de estos aspectos energético-económico-financieros. Tampoco contiene un mecanismo para evaluar las contribuciones del sector energético a la balanza de pagos, y el modelo económico no posee una representación explícita del sector energético en las cuentas nacionales.

En el Capítulo 3, describimos un marco de tal naturaleza, dentro del cual se conducen los análisis energético-económico-financieros. El Capítulo 4 contiene algunas notas técnicas para la conformación de este marco estructural. En este informe se recomienda la implementación de esta metodología. Para tal efecto se requieren varias actividades, en relación a las cuales son presentadas algunas recomendaciones más adelante.

El Modelo Económico

Un modelo económico es un elemento central en la metodología para analizar los impactos de las estrategias de desarrollo del sector energético sobre la balanza de pagos en Colombia. Un modelo tal, sirve de base para las proyecciones de la demanda energética y también para establecer información sobre las cuentas nacionales, las cuales entran dentro de la balanza de pagos. Sin embargo, debe recordarse que estos tipos de modelos son primordialmente herramientas de planeación económica, y el modelo económico del ENE debería ser estructurado en tal forma que facilitara la recalibración y la entrada de los nuevos datos que fuesen facilitados por el DANE, el DNP, o por otras organizaciones en Colombia. Teniendo ésto en cuenta, hay muchas recomendaciones específicas dirigidas a la construcción de este modelo.

Primero, el modelo económico podría ser una adaptación del Modelo Colombia 2000, un modelo ya existente. Las ecuaciones y los estimativos estadísticos están descritos en el Capítulo 4.

Segundo, por el momento las definiciones sectoriales dentro del modelo económico no deberían ser cambiadas, con excepción cuando se trate de desagregación dentro de los sectores energéticos.

Tercero, el desarrollo del modelo económico debe reflejar un profundo conocimiento de la economía colombiana y un interés

a largo plazo relacionado con la habilidad para modificar la estructuración a medida que tal conocimiento sea mejorado. En consecuencia, lo mejor sería que el modelo Colombia 2000 fuese adaptado a las funciones de la planeación energética del ENE, a través de una opinión conjunta con un grupo universitario.

El Análisis Financiero y la Balanza de Pagos

El modelo financiero está diseñado primordialmente para satisfacer las necesidades de las actividades de planeación energética del ENE, pero al mismo tiempo debe ser consistente con la metodología y los análisis del DNP, y reflejar los análisis del Banco Internacional de Reconstrucción y Desarrollo y del Banco Interamericano de Desarrollo. También debe estar acoplado estrechamente con las secciones de las cuentas nacionales del modelo económico. En consecuencia, desde el punto de vista institucional, el modelo de las cuentas financieras debería ser preparado por el DNP, en estrecha colaboración con el ENE.

Implementación

Para la implementación de la metodología recomendada en este informe, es necesaria la adaptación del modelo Colombia 2000, la conformación del modelo de cuentas financieras, y la integración del sistema de modelación del ENE que usa la matriz de enlace, teniendo en cuenta las notas técnicas del Capítulo 4. En el

Apéndice se presenta un breve plan de trabajo para la implementación.

Finalmente, estas cuentas energético-económico-financieras proporcionan la oportunidad de elaborar un estudio más detallado del desarrollo del sector energético y de su impacto para la economía colombiana. Sin embargo, ésta no es una herramienta estática. Más bien, la experiencia obtenida con ésto, podría sugerir algunos adelantos en el análisis del desarrollo del sector energético de Colombia.

REFERENCIAS

CAPITULO I

1. "Estudio del Sector Energía Eléctrica", Departamento Nacional de Planeación (Bogotá) 1978. Por ausencia de datos para los primeros años de la década de los 70, la inversión en el sector eléctrico fue asumida como del 70% de la inversión del sector energético, en aproximación al dato de 1980.
2. Estudio Nacional de Energía, Mejía, Millán y Perry Ltd., Informe. (Impresora Gráfica Ltd., Bogotá, 1982).
3. Ibid.
4. "Revista Financiera de Colombia - Informe Anual", Banco de la República.
5. Op. Cit., ref. 2.
6. MODELO SERES, preparado por la Corporación Centro Regional de Población (1975).

CAPÍTULO II

1. A.M. Khan y A. Holzl, "Evaluation of Future Energy Demands Till 2030 in Different World Regions: An Assessment Made for the Two IIASA Scenarios", IIASA Report RR 82-14 (Luxenburg, Austria), Abril/82.
2. Un ejemplo se encuentra en "Previsiones del Sistema Energético Económico del Ecuador 1980-2000", Instituto Nacional de Energía (Quito) Oct./82.
3. E.A. Hudson y D.W. Jorgenson, "U.S. Energy Policy and Economic Growth 1975-2000", Bell Journal of Economics and Management 5(2), 1974.
4. E.A. Cherniavsky, et. al. "Brookhaven Energy Optimization Model, "Brookhaven National Laboratory Report (Upton,N.Y), April 1978.

5. K.C. Hoffman y D.W. Jorgenson, "Economic and Technological Models for Evaluation of Energy Policy", Bell Journal of Economics and Management 8(2), 1977.

CAPITULO III

1. H. Banguero ed., "COLOMBIA 2000", CEDE, Universidad de los Andes (Editorial Dintel Ltd., Bogotá, 1982) p. 174.
2. "Price Prospects for Major Primary Commodities", World Bank Report No. 814/82 (Wash. D.C. 1982).
3. Ibid.
4. SERES y COLOMBIA 2000 son quizás los modelos económicos mejor conocidos de la economía en Colombia.
5. Unidad de Programación Global - DNP, discusiones privadas
6. A.G. Petrick, "Energy Resource Project Planning", Monograph, Energy Management Training Program (SUNY, Stony Brook, N.Y.) 1982.
7. "Revista Financiera del Informe Anual de Colombia", Banco de la República.
8. "The Revised Minimum Standard Model", Comparative Analysis and Projections Department, International Bank for Reconstruction and Development (Wash. DC), 1980.

CAPITULO IV

1. H. Banguero ed, "Colombia 2000", CEDE, Universidad de los Andes (Editorial Dintel Ltd., Bogotá, 1982).
2. "Modelo SERES", Corporación Centro Regional de Población (Bogotá), 1975. Este modelo fue usado en el Estudio Nacional de Energía, en su Fase I. Aunque carece de la desagregación del comportamiento del sector energético, las limitaciones de tiempo y de dinero de la Fase I del estudio hizo de SERES la

escogencia más conveniente. Terminado el Estudio, el modelo SERES no fue integrado dentro del sistema de diseños de modelos del ENE, y actualmente no es mantenido en el Micro.

3. Op. Cit., ref. 1, pp. 173, 174.
4. El DANE está considerando la elaboración de una tabla de Insumo-Producto para 1981. Así mismo, Karen Mokate, de la Universidad de los Andes, Departamento de Economía, puede elaborar más adelante, en este año, tablas para 1970 y 1981 haciendo una desagregación del sector energético.
5. "Cuentas Nacionales de Colombia (Revisión 3)", Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE).
6. Los números de las ecuaciones se refieren a la Ref. 1
7. Op. Cit., ref. 1, p. 174.
8. "Price Prospects for Major Primary Commodities", World Bank Report, No. 814/82 (Washington DC), 1982
9. Bajo las leyes colombianas, la inversión externa directa en generación eléctrica no es permitida.
10. Se asume, por supuesto, que el sistema energético alcanza algún equilibrio para el cual los niveles de exportación energética son conocidos.
11. El nivel de reservas mínimo aceptable es aproximadamente el equivalente de tres meses de los requerimientos de importación, en términos monetarios.
12. Las Tablas de Insumo-Producto para 1970 y 1981 en forma consistente permitirían un estimativo preliminar de la dependencia de tiempo. Ver la discusión en la Ref. 4 arriba.
13. Thomas Mach, Consultor del ENE, tiene a disposición una lista de datos sobre insumo-producto para los modelos de oferta y demanda energética del ENE.
14. Aunque la convergencia no puede ser garantizada, los ajustes se dirigen generalmente hacia el equilibrio. En la práctica,

dichos sistemas de diseño de modelos muestran una convergencia aceptable por lo menos en dos iteraciones.

15. Las listas de los datos detallados de insumo-producto para esta matriz han sido reunidas de los informes de oferta y demanda energética por Th. Mach.

Desarrollo del sector energético, crecimiento
económico y balanza de pagos en Colombia.

333.7932 O971d 1983

CATALOGADO POR: HELP FILE LTDA

FECHA

FECHA