



Universitat Autònoma de Barcelona

Departamento de Economía Aplicada

**Trabajo de Investigación del Programa de Doctorado de Economía Aplicada
Tesina**

**Evolución del consumo de energía primaria en el Ecuador entre los años 2000 y
2006: un análisis de productos clave y descomposición estructural a través del
modelo insumo – producto.**

Verónica Elizabeth Artola Jarrín

DIRECTOR: DR. VICENTE ALCÁNTARA ESCOLANO

Junio de 2009.

Resumen

En el presente trabajo se realiza un análisis de la situación energética del Ecuador mediante la determinación de los consumos de energía primaria (EP) usando la técnica insumo – producto, de esta forma se identificaron los productos clave en el consumo de dicha energía entre los años 2000 y 2006 así como los principales factores que influyen en el crecimiento o decrecimiento en su consumo, para lo cual se utilizó la técnica del análisis de descomposición estructural (SDA). De esta forma, los resultados encontrados muestran que de los 47 productos analizados, solamente 4 resultaron ser clave en el consumo de energía primaria para el año 2000 y 7 para el año 2006, de éstos más de la mitad corresponden al sector servicios. El análisis conjunto de las mercancías clave y el SDA muestra que el cambio estructural de la demanda es el factor que más influye en los cambios del comportamiento de los productos en los dos años analizados.

Palabras Clave: Análisis insumo – producto, energía primaria, sectores clave, análisis de descomposición estructural.

Resum

En el present treball es realitza una anàlisi de la situació energètica de l'Ecuador mitjançant la determinació dels consums d'energia primària (EP) emprant la tècnica insum – producte (input-output). D'aquesta manera es van identificar els productes clau en el consum de l'esmentada energia entre els anys 2000 i 2006 així com els principals factors que influeixen en el creixement o decreixement en el seu consum, per al qual es va utilitzar la tècnica de l'anàlisi de descomposició estructural (SDA). Els resultats mostren que dels 47 productes analitzats, només 4 van resultar claus en el consum d'energia primària per a l'any 2000 i 7 per a l'any 2006, d'aquests més de la meitat corresponen al sector serveis. L'anàlisi conjunta de les mercaderies clau i el SDA mostra que el canvi estructural de la demanda és el factor que més influeix en els canvis del comportament dels productes en els dos anys analitzats.

Paraules Clau: Anàlisi insum – producte (input-output), energia primària, sectors claus, anàlisi de descomposició estructural.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN	4
2. MARCO DE REFERENCIA	6
2.1. Marco teórico	6
2.1.1. El modelo insumo – producto: la inversa de Leontief.....	6
2.1.2. La matriz simétrica insumo - producto.....	8
2.2. Marco Empírico.....	12
3. DESCRIPCIÓN Y PREPARACIÓN DE LOS DATOS	14
4. METODOLOGÍA	25
4.1. Transformación de los balances energéticos en una tabla insumo - producto y cálculo de requerimientos de energía primaria.....	25
4.2. Determinación de mercancías clave.....	28
4.3. Análisis de descomposición estructural	30
5. ESTIMACIÓN EMPÍRICA Y ANÁLISIS DE RESULTADOS	34
5.1. Análisis de los requerimientos de energía primaria para las diferentes mercancías de la economía ecuatoriana.....	34
5.2. Identificación de mercancías clave en el consumo de energía primaria.....	40
5.3. Análisis de descomposición estructural	46
6. REFLEXIÓN CRÍTICA	49
7. CONCLUSIONES	52
8. BIBLIOGRAFÍA	55
9. ANEXOS	59

1. INTRODUCCIÓN

La energía es considerada como un elemento básico para el correcto funcionamiento del modo de vida actual. Al analizar los hábitos de las sociedades actuales se observa la importancia que en el mundo tiene el sector energético como motor de desarrollo social y económico. Esto se debe básicamente a que todo lo que se consume en nuestras sociedades contiene energía, lo que la convierte en un insumo básico para elaborar cualquier bien o proveer de un servicio. En este sentido, los consumidores diariamente demandan energía directamente en forma de gasolina, electricidad o gas natural, e indirectamente a través de todos los bienes o servicios que adquieren de la economía.

Por esta razón, desde los años 70, en el mundo ha crecido el interés por promover el uso adecuado de los combustibles fósiles generadores de energía. Precisamente en la actualidad, el constante crecimiento en los niveles de consumo de estos combustibles, y los problemas ambientales que se han derivado por su uso, han impuesto la necesidad de analizar el comportamiento del consumo energético que proviene de dichos combustibles.

En este sentido, el Ecuador no ha estado exento del comportamiento creciente en el consumo de energía. Así, desde los años 80, la evolución del consumo de energía primaria per cápita ha crecido en un 30,7% mientras que el índice de intensidad energética primaria que es el cociente entre el consumo de energía primaria y el PIB, el cual representa el mayor o menor empleo de energía por unidad de producto o servicio (“eficiencia en el uso”), ha crecido en un 10,3%, en cambio la evolución de este indicador en el mundo ha seguido una línea descendente, disminuyendo en promedio un 15,9% (International Energy Agency, 2008).

Por ello, este trabajo tiene como objetivo analizar la situación energética del Ecuador mediante la determinación de los consumos de energía primaria (EP) usando la técnica insumo – producto (2000-2006), así como también definir el comportamiento de la estructura productiva del Ecuador en el consumo de energía primaria a través de la identificación de los productos clave en el consumo de dicha energía entre los años 2000 y 2006, de igual forma se determinan cuales son los principales factores que influyen en el crecimiento o decrecimiento del consumo de energía primaria de los distintos productos a través de un análisis de descomposición estructural (del consumo de energía primaria). Es importante destacar que si bien la técnica insumo-producto tiene algunos limitantes, constituye en la actualidad uno de

los elementos mejor consolidados de la metodología de la economía aplicada (Pulido y Fontela, 1993) y representa uno de los instrumentos más importantes a la hora de diagnosticar el funcionamiento y las interrelaciones presentes en la economía.

Para llevar a cabo este estudio, en primer lugar se analiza los requerimientos de energía primaria utilizando el modelo propuesto por Alcántara y Roca (1995) en el que se emplea la técnica insumo – producto para el campo de la energía. Posteriormente, a partir de los cuadros oferta y utilización, se construyen las matrices insumo - producto para los años 2000 y 2006 para el Ecuador, matrices que conjuntamente con los requerimientos de energía primaria permiten determinar los productos clave en el consumo de energía primaria a través de índices ponderados desde la perspectiva de oferta y demanda. Adicionalmente se realiza un análisis de descomposición estructural que permite identificar los componentes más importantes que influyen en el cambio del consumo de energía primaria entre estos dos años.

El aporte del presente estudio, además de ser pionero en el Ecuador, pues no existe evidencia de estudios similares en los que se aplique la técnica insumo - producto al campo de la energía, también contribuye con la creación de cuadros insumo – producto simétricos que no son elaborados en el Ecuador. Adicionalmente este trabajo aporta con la estimación analítica de la cantidad de energía primaria que consume cada producto, permitiendo así determinar que productos son los responsables por un mayor consumo de EP. Así mismo, los resultados de las interrelaciones productivas son asociados a los cálculos del análisis de cambio estructural del consumo de la energía primaria para determinar si existe relación en ambos comportamientos; esto constituye la segunda innovación del trabajo.

De esta forma, posterior a la presente introducción, el estudio se desarrolla en 7 secciones. La sección 2 muestra el marco de referencia teórico y empírico del trabajo, aquí se hace una breve descripción del modelo insumo – producto de Leontief, sus aplicaciones y su extensión en el análisis de las interacciones entre la energía y la economía; adicionalmente se presenta la evidencia empírica de trabajos aplicados al campo de la energía que usan esta técnica. En la sección 3 se describe la base de datos utilizada, su elaboración y preparación, la sección 4 presenta la metodología a ser aplicada en el presente trabajo mientras que en la sección 5 se exponen los principales resultados. La sección 6 muestra una reflexión crítica sobre la metodología utilizada en el presente trabajo y finalmente en la sección 7 se expone las principales conclusiones del análisis.

2. MARCO DE REFERENCIA

2.1. Marco teórico

2.1.1. El modelo insumo – producto: la inversa de Leontief.

La estructuración de la técnica insumo producto tiene su origen en el año de 1758, año en el cual François Quesnay en su libro “*Tableau Economique*” fue el primero que describió el sistema económico mediante un conjunto de flujos que mostraban las interdependencias entre las clases sociales y el movimiento circular de la renta; sin embargo no es hasta el año 1941 que Wassily Leontief con la construcción de las matrices insumo - producto (MIP) para los Estados Unidos creó la herramienta más utilizada para analizar las relaciones existentes en la economía, sin embargo la integración de las tablas insumo - producto con el sistema de cuentas nacionales fue desarrollado y publicado en 1968 por las Naciones Unidas en el “*System of National Accounts, Studies in Methods*”¹.

Las MIP desde el punto de vista contable son un registro sistemático de las transacciones que se dan entre las distintas ramas de actividad de una economía y los factores primarios (trabajo y capital) así como con los demandantes finales (Genaro y Melchor, 2005). En una versión dinámica y multi-regional más complicada el enfoque insumo - producto permite explicar la distribución espacial del producto y consumo de varios bienes y servicios así como su crecimiento o disminución en el tiempo (Leontief, 1970). Así el principio básico del análisis insumo – producto establece que el proceso de producción que se presenta en los distintos sectores de la economía puede ser caracterizado como un vector de coeficientes estructurales en los que se muestra la relación entre los insumos que consume un sector y los productos que se obtiene con los mismos.

Para poder llevar a cabo los distintos análisis empíricos en el análisis insumo - producto se utiliza la MIP simétrica, a partir de la cual es posible calcular la matriz de coeficientes técnicos y con ésta la matriz de Leontief; esta última es la aplicación más conocida y usada en el análisis insumo – producto y se caracteriza por ser una matriz de dimensión nxn .

¹ United Nations, “Studies in Methods. Handbook of National Accounting”, Serie F No. 74, Department for Economic and Social Affairs, pp 16, 1999.

De esta forma, al plantear formalmente al modelo insumo - producto como un sistema de ecuaciones no homogéneo en el cual todos los elementos de la demanda final se agrupan en un solo vector y , el sistema se expresaría como (León y Marconi, 1999):

$$\begin{aligned} X_1 &= a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n + y_1 \\ X_2 &= a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n + y_2 \\ &\vdots \\ X_m &= a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_n + y_m \end{aligned} \quad (2.1)$$

Así, si los consumos intermedios de cada rama se expresan en función de su producción a través de los coeficientes técnicos, un sistema genérico vendría expresado como:

$$X_i = \sum_{j=1}^n a_{ij}x_j + y_i \quad (2.2)$$

Si se define $\mathbf{A} = \sum a_{ij}x_j$ como la matriz de coeficientes técnicos e y_i como la matriz de demanda final para cada uno de los productos, entonces es posible determinar el nivel de producción de cada una de las mercancías X_i . Sin embargo, para representar el sistema productivo de un país, se tendría que desarrollar un sistema de n ecuaciones simultáneas donde la resolución algebraica implicaría una manipulación muy compleja, por esta razón se utiliza una representación matricial que tiene la siguiente forma:

$$x = \mathbf{A}x + y \quad (2.3)$$

En donde x es el vector columna de las producciones de cada rama de actividad, \mathbf{A} es la matriz de coeficientes técnicos e y el vector columna de las demandas finales por ramas. Si de la ecuación (2.3) se despejan las variables x que son las incógnitas, se tendría lo siguiente:

$$x = (\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1} \cdot y \quad (2.4)$$

$(\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1}$ representa la matriz inversa de Leontief donde los \mathbf{A}_{ij} (elementos de la matriz inversa \mathbf{A}) provienen de la matriz de coeficientes técnicos a_{ij} ; estos elementos son llamados “coeficientes de requerimientos directos e indirectos de insumo” y miden el conjunto de necesidades directas e indirectas que un sector requiere cuando aumenta, en una unidad, la demanda final de un determinado producto. Desde el punto de vista económico la matriz

inversa de Leontief muestra el tipo y las cantidades de varios insumos que cada industria necesita para poder producir una unidad de su producto².

2.1.2. La matriz simétrica insumo - producto.

Para el análisis económico la contabilidad nacional hace uso de dos distintas tablas o matrices que son: las tablas oferta y utilización (TOU) y la tabla o matriz simétrica insumo – producto (MIP). En este sentido, las matrices oferta utilización tienen la característica de poseer toda la información relevante para la construcción de la matriz simétrica insumo - producto. Es importante mencionar que aquí “simétrico” significa que las mismas clasificaciones están presentes tanto en las filas como en las columnas, de hecho en las TOU cuando existe el mismo número de filas como de columnas se habla de una tabla cuadrada y no simétrica, sin embargo los cuadros oferta utilización generalmente son rectangulares, es decir, hay más productos que industrias (Naciones Unidas, 1999).

Por otra parte, la valoración que presentan las TOU es un aspecto trascendental en el análisis de estas tablas pues constituyen un elemento central el momento que se las utiliza como insumo básico para transformarlas en matrices simétricas insumo - producto. Así la relación que hay entre los diferentes tipos de precios que hay se podría resumir de la siguiente manera (Eurostat, 2008):

- Precio de comprador (excluyendo cualquier IVA deducible)**
- IVA no deducible
- Márgenes de comercio y transporte
- = **Precio del productor**
- Impuestos sobre los productos (excluyendo el IVA)
- + Subsidios sobre los productos
- = **Precios básicos**

En este sentido es posible señalar que generalmente la tabla de oferta está valorada a precios básicos mientras que la tabla de uso está a precios de comprador. Así, de acuerdo a la metodología expuesta por Naciones Unidas (1999) sobre el análisis insumo-producto, se recomienda que todo se encuentre valorado a precios básicos (tanto la oferta como la utilización) ya que éstos precios son considerados como una medida más homogénea de valoración; sin embargo, la tabla de utilización no se encuentra valorada a precios básicos por lo que es necesario transformar los precios de comprador de esta tabla (utilización) a precios

² León P. y Marconi S., “La contabilidad nacional: teoría y métodos”, Tercera Edición, Abya Yala, pp 43, 1999.

básicos. Para realizar esta transformación es necesario elaborar tablas auxiliares que contengan información sobre los márgenes comerciales, impuestos y subsidios de cada producto, las cuales serán deducidos de los precios de comprador.

La construcción de las matrices simétricas (y en este caso también cuadradas) constituye un requerimiento básico dentro del análisis insumo - producto ya que solamente de una matriz cuadrada se puede obtener la inversa de Leontief. En este sentido, el manual de Naciones Unidas (1999) expone que una matriz simétrica puede ser catalogada como “producto por producto” o “industria por industria”.

En la práctica para calcular una matriz insumo - producto simétrica, partiendo de la información proveniente de las tablas oferta utilización, es necesario realizar algunos cálculos matemáticos, por lo que, para entender dichas operaciones, se presenta a continuación la información y variables que son necesarias para calcular dichas matrices simétricas.

Tabla 2.1: Transformación de la matriz simétrica partiendo de las tablas oferta utilización.

Tabla de oferta			Tabla de utilización			
	Industrias	Oferta		Industrias	Demanda Final	Uso
Productos	V^t	g	Productos	U	Y	q
Producción	g^t		Valor añadido	W		w
			Producción	g^t	y	

Fuente: Eurostat 2008

En las tablas anteriores las matrices están representadas por letras mayúsculas y negritas mientras que los vectores se escriben con letras minúsculas negritas. El superíndice t representa a las matrices transpuestas y unas matrices diagonalizadas estará representada por (^); los vectores son escritos como vectores columna mientras que los vectores fila se escriben como un vector columna transpuesto, es decir, aquél que lleve consigo el superíndice t.

La descripción de la notación utilizada en las matrices anteriores y que se utilizará en explicaciones posteriores se expone a continuación: V = Matriz de participación en el mercado – transpuesta de la matriz de oferta (industria por producto), V^t = Matriz de oferta (producto por industria), U = Matriz intermedia de la matriz de uso (producto por industria), Y = Matriz de demanda final (producto por categoría), W = Matriz de valor añadido

(componentes por industrias), \hat{q} = Matriz diagonal de la producción de los productos³, \hat{g} = Matriz diagonal de la producción de la industria, y = Vector de la demanda final, w = Vector del valor añadido, q = Vector columna de la producción de los productos, q^t = Vector fila de la producción de los productos, g = Vector columna de la producción de la industria, g^t = Vector fila de la producción de la industria

En la metodología de las Naciones Unidas (1999) se expone las principales fórmulas matemáticas (usando el álgebra lineal) utilizadas para obtener las matrices simétricas de acuerdo a los dos supuestos mencionados (tecnología de la industria y tecnología del producto), operaciones que se describen a continuación:

- De acuerdo al **supuesto de la tecnología de la industria** un producto j puede ser producido por varias industrias k ; cada una de las cuales necesita b_{ik} del insumo i por unidad de producto de la industria j , donde b_{ik} ($i = 1 \dots n$) representa la tecnología industrial de la industria k . Además, cada industria k tiene una participación en el mercado j . Esta participación de la industria k en la industria j tiene la notación d_{kj} . De esta forma la representación matemática de los insumos i que necesitan los diferentes productores para producir una unidad de producto j puede ser escrita como:

$$a_{I,ij} = \sum_{k=1}^n b_{ik} d_{kj} \quad (2.5)$$

La ecuación anterior muestra que el insumo i requerido por la industria j es un promedio ponderado de la estructura de los insumos de los productores que producen el producto j ; dichas ponderaciones representan las participaciones en el mercado de cada productor en la producción del producto j . Matricialmente esto se expresa como:

$$A_{I,cc} = B \cdot D \quad (2.6)$$

En donde $B = U \cdot \hat{g}^{-1}$ y $D = V^t \cdot \hat{q}^{-1}$. En la ecuación anterior I hace referencia a la tecnología de la industria, cc se refiere a que el orden de la matriz es producto por producto y $A_{I,cc}$ es una matriz producto por producto donde sus coeficientes describen los productos que se requieren directamente para producir otros productos.

³ Una matriz diagonal es aquella donde los elementos fuera de la diagonal son ceros.

La ecuación (2.6) permite obtener los valores que se requieren para construir una matriz simétrica producto por producto, valores que se obtienen al postmultiplicar a la matriz \mathbf{A} por la matriz diagonal de la producción por producto así:

$$H_{I,cc} = A_{I,cc} \cdot \hat{q} \quad (2.7)$$

Donde $\mathbf{H}_{I,cc}$ representa la matriz simétrica producto por producto calculada bajo el supuesto de la tecnología de la industria.

Por otro lado, para calcular una matriz simétrica industria por industria bajo este mismo supuesto es necesario, como en el caso anterior, obtener en primer lugar la matriz \mathbf{A} pero con la siguiente diferencia:

$$A_{I,ii} = D \cdot B \quad (2.8)$$

Donde I hace referencia a la tecnología de la industria e ii se refiere a que el orden de la matriz es industria por industria. La matriz simétrica industria por industria se obtiene al postmultiplicar la matriz \mathbf{A} por la matriz diagonal de la producción industrial así:

$$H_{I,ii} = A_{I,ii} \cdot \hat{g} \quad (2.9)$$

- El **supuesto de la tecnología del producto** asume que un producto usa la misma estructura de insumos independientemente de la industria donde es producido, esto matemáticamente se expresa como:

$$u_{ij} = \sum_{k=1}^n a_{ik} v_{jk} \quad (2.10)$$

Donde u_{ij} es el insumo requerido por la industria j , m_{jk} es el producto k producido por la industria j y a_{ik} es el insumo i necesario para producir una unidad del producto k . Debido a que una industria produce un número determinado de productos y cada producto requiere una serie de insumos, la cantidad de insumos requeridos por la industria j será el resultado de la suma de los insumos i requeridos por cada uno de sus productos m_{jk} . Matricialmente esto es:

$$A_{C,cc} = U \cdot V^{-1} \quad (2.11)$$

Donde C hace referencia a la tecnología del producto y cc es el orden de la matriz (producto por producto). Para obtener la MIP, es necesario que a la ecuación anterior se la postmultiplique por la matriz de la diagonal de la producción por producto así:

$$H_{C,cc} = A_{C,cc} \cdot q \quad (2.12)$$

Donde $H_{C,cc}$ representa la matriz simétrica producto por producto calculada bajo el supuesto de la tecnología del producto.

Una vez calculadas las matrices simétricas por cualquiera de los supuestos descritos anteriormente, como último paso se debe ver que los resultados obtenidos son correctos. Para realizar dicha prueba se debe comprobar la siguiente igualdad:

$$q = (I - A)^{-1} \cdot Y \quad (2.13)$$

Donde I es la matriz identidad y A debe ser reemplazado por cualquiera de los valores descritos anteriormente de acuerdo al caso que se este aplicando⁴; de esta forma, si esta igualdad se cumple, entonces se puede decir que los cálculos realizados son correctos.

2.2. Marco Empírico.

El análisis insumo - producto desde su introducción ha sido una herramienta muy utilizada dentro del campo de la economía puesto que este marco de análisis, como se vio anteriormente, trata de explicar las interrelaciones que existen entre la estructura económica y las acciones que suceden dentro de ella.

Adicionalmente al análisis tradicional de éste modelo, es posible también hacer una extensión en donde se estipule una relación particular explícita entre el nivel de actividad económica de un país y el impacto que ésta tenga sobre el ambiente y/o las interacciones energéticas que existan. Como Duchin y Steenge (1999) lo exponen, las aplicaciones del análisis insumo - producto relacionado al análisis de los problemas ambientales tiene su origen en los años 60 y 70, años durante los cuales se propusieron distintas especificaciones del modelo insumo - producto. Entre los estudios pioneros en este campo se destacan los de Ghosh (1958),

⁴ La matriz A debe ser reemplazada por valores de matrices simétricas producto por producto o industria por industria bajo los dos supuestos descritos, es decir supuesto de tecnología del producto o tecnología de la industria.

Leontief y Ford (1972), Stone (1970, 1986), Bullard, Pener y Pilati (1978), Ayres (1978), Casler y Wilbur (1984), entre otros.

En este sentido, existen diversos estudios que toman como base el modelo insumo - producto para responder a las cuestiones de la interacción entre la economía y la energía. Así en este apartado, se hará una breve exposición de ciertos trabajos aplicados al campo de la energía y las emisiones atmosféricas en los se busca identificar los sectores clave, también se presenta evidencia empírica de estudios en los que se ha desarrollado el análisis de descomposición estructural para el campo de la energía. Es importante destacar que para el Ecuador no se encontró ningún estudio en el que se aplique el modelo insumo - producto para el análisis de la energía, no obstante el único estudio encontrado que utiliza las MIP fue el de Gachet (2005) en el que se calcula los sectores clave pero desde la perspectiva tradicional. A continuación se presenta un resumen de ciertos estudios:

Tabla: 2.2: Estudios empíricos

Autor	Objetivo del estudio	Resultados principales
Leontief y Ford (1972)	Explícitamente se introduce a las actividades que reducen la contaminación con el objetivo de estimar los costos de la contaminación en las políticas de control. El modelo que se propone se basa en la observación no solamente de la producción que tiene cada industria sino también se considera que las industrias por lo general también producen sustancias que pueden afectar al medio ambiente.	Al modelo tradicional se incorpora la contabilización de la producción de los contaminantes y sus efectos para que estos puedan ser medidos de mejor manera.
Alcántara y Roca (1995)	Presentan una metodología para estimar la demanda de energía y las emisiones de CO ₂ generado por diferentes usos de energía. Se buscó distribuir la demanda de energía en términos de la energía primaria y se realizó una descomposición de los factores explicativos del cambio en los requerimientos de energía primaria y las emisiones de CO ₂ . El estudio fue aplicado para España para el periodo 1980-1990. La metodología utilizada consistió en encontrar un vector que proveía información sobre los requerimientos de las diferentes fuentes de energía primaria para una unidad de energía comercial.	En España durante el período analizado la energía nuclear ha multiplicado por 10 su importancia, mientras que el carbón, el petróleo y la energía hidroeléctrica pierden importancia. En términos absolutos los hogares son los que más han incrementado los requerimientos de energía, no solo por el crecimiento de la demanda final sino también por un aumento del consumo de electricidad.
Cruz (2002)	Presenta una aplicación empírica de las interacciones entre la energía, la economía y el medioambiente para Portugal durante el año 1992. El estudio utiliza el análisis insumo - producto para investigar los flujos de energía y las emisiones de CO ₂ producto de los combustibles fósiles. Los datos utilizados son las tablas insumo - producto de la economía portuguesa. En el enfoque utilizado se hizo una distinción entre demanda de consumo directo (por consumidores finales) y demanda de producción directa e indirecta (por industrias) de los combustibles de energía	La demanda de combustibles en la producción indirecta en la generación de CO ₂ tiene un peso importante, de hecho el 61,3% de dichas emisiones domésticas son atribuidas a la demanda indirecta de combustibles fósiles. Se muestra que los sectores que consumen mayor energía no necesariamente son los que emiten más CO ₂ sino que muchas veces aquellas que consumen menos con las que contaminan más.

Continuación Tabla: 2.2: Estudios empíricos

Autor	Objetivo del estudio	Resultados principales
Alcántara y Padilla (2003)	Se realiza un análisis de los sectores clave en el consumo de energía final para España. Desde el modelo insumo - producto se diseñó una metodología que se basa en las elasticidades de la demanda del consumo de energía final para determinar que sectores son los de mayor o menor importancia en consumo de energía, lo cual permite enfocar las distintas políticas energéticas de mejor manera. El análisis es aplicado para 18 sectores de la economía.	Del total de sectores analizado, solamente 6 son considerados como clave, estos son: transporte interior, químico, siderurgia, otro transporte, construcción y alimentación, cuyo efecto total representa el 50,9% de toda la economía y su participación en el consumo energético total es del 57,1%.
Alcántara y Duarte (2004)	Proponen un modelo de descomposición estructural para identificar las diferencias en las intensidades energéticas entre 14 países de la UE y con una agregación de 15 sectores para el año 1995. Los datos que se utilizaron fueron los balances energéticos de los países de la OECD y las tablas insumo producto. La técnica de SDA utilizada permite explicar las diferencias entre los distintos sectores basándose en tres efectos: efecto intensidad, efecto estructura y efecto demanda; también se compara el comportamiento de cada sector y cada país con el de la media de la UE lo que permite construir índices normalizados para caracterizar los diferentes comportamientos.	1. Las diferencias en la intensidad energética agregada en general están causadas por el efecto intensidad y el de demanda final. 2. Los sectores metalúrgico y manufacturero son los más intensivos en el uso de la energía, comportamiento que se explica principalmente por el consumo directo de dichos sectores. 3. Los países que consumen más energía son también los que presentan mayores intensidades energéticas.
Ang y Zhang (2000)	Exponen de manera detallada los aspectos metodológicos y de aplicación empírica del SDA, exposición que se basa en el análisis realizado a 51 estudios en los que se abarcan una amplia gama de países y de enfoques de la técnica de descomposición. Para las comparaciones realizadas entre los distintos estudios los autores tomaron en cuenta las siguientes características: técnica de descomposición utilizada, indicador descompuesto y desagregación sectorial considerada.	En la comparación realizada se observó que la mayoría de estudios hacen un análisis de la energía y solamente pocos consideran el consumo de energía nacional o las emisiones de gases inducidas por la energía. Así del total de los estudios, 12 de ellos se enfocaron en la metodología de la técnica de descomposición y 39 eran estudios aplicados. Adicionalmente los autores consideran que el método del índice de Laspeyres y el de la media logarítmica pueden ser considerados como los mejores métodos.
Gachet (2005)	Hace un análisis de impacto para evaluar los efectos multiplicadores del incremento en la demanda final o el cierre de una industria en el producto y se calcularon los encadenamientos productivos que permitieron identificar los sectores clave, desde la perspectiva tradicional, para la economía ecuatoriana para el año 1993. Para el análisis se calculó las MIP a partir de los datos de las tablas oferta utilización utilizando el supuesto de tecnología de la industria.	Los resultados presentados muestran que hay un efecto multiplicador en industrias como el transporte, la construcción, la refinación de petróleo y la carne cuando hay un incremento en la demanda final, mientras que en las industrias clave identificadas se destacan sectores como la refinación de petróleo, textiles, madera, carne, etc.

3. DESCRIPCIÓN Y PREPARACIÓN DE LOS DATOS

La preparación de los datos necesarios en cualquier investigación empírica no es un proceso sencillo ni poco relevante sino que por el contrario exige un esfuerzo importante de recopilación, transformación y depuración de los datos, proceso que en muchas de las ocasiones exige una dedicación de tiempo considerable por parte del investigador. Por esta

razón, a continuación se expone las bases de datos utilizadas para este estudio, detallando los pasos para su elaboración, su alcance y sus limitaciones.

En primer lugar para realizar un análisis de la realidad energética de un país, en este caso para el Ecuador, es necesario disponer de información comparable. En este sentido, una de las bases de datos más completas y utilizadas es la elaborada por la Agencia Internacional de la Energía (AIE), quienes desarrollan los conocidos balances energéticos, los cuales tienen información de las fuentes de energía primaria (EP)⁵ y secundaria que luego son agregadas en un balance total. Todos los volúmenes que se encuentran en estos balances están valorados en miles de toneladas equivalentes de petróleo (Ktep), con excepción de la producción de energía eléctrica que esta contabilizada en giga vatio hora (GWh) (Merino y García, 2004).

De esta forma, para el presente estudio se utilizaron los balances energéticos de los años 2000 y 2006 para el Ecuador, balances que cuentan con los siguientes tipos de energía primaria⁶: “crudo, gas licuado y materia prima”, “gas natural”, “energía hidroeléctrica”, “combustibles renovables y residuos” y entre las energías secundarias se tiene a: “productos de petróleo” y “electricidad”.

La segunda fuente de datos utilizada para el estudio corresponde a la información de las tablas oferta-utilización (TOU) del Ecuador a precios constantes (con año base 2000) de los años 2000 y 2006 publicadas por el Banco Central del Ecuador (BCE). Es importante mencionar que el Ecuador en el año 2000 adoptó el dólar de Estados Unidos como moneda de curso legal. Las TOU están estructuradas de forma rectangular vertical, es decir, existe mayor número de productos que de industrias, así la tabla de oferta tiene 60 productos y 47 industrias, mientras que la tabla de uso tiene la misma cantidad de productos pero 48 industrias; esta diferencia se debe a que en la tabla de uso existe una rama ficticia llamada “Servicios de intermediación financiera medidos indirectamente” (SIFMI)⁷. Por otra parte, la valoración de las TOU se caracteriza por presentar distintos precios para la tabla de oferta y

⁵ La energía primaria es aquella que se obtiene directamente de la naturaleza. Existen dos grupos: las energías primarias no renovables (petróleo, carbón, gas y uranio) y las energías primarias renovables (hidroeléctrica, eólica, solar y biomasa). El sector energético parte de las energías primarias (las que se encuentran en la naturaleza) y a través de sus tecnologías las convierte en energías finales. La energía primaria, por tanto, es aquella que no ha sido sometida a ningún proceso de conversión. (Ministerio del Ambiente de España, 2006).

⁶ Para ver una descripción más detallada de los elementos que conforman cada tipo de energía, remitirse a : Internacional Energy Agency, “Energy Balances of OECD countries 2001- 2002”, OECD, 2004, pp 3-7

⁷ Esta rama es una industria ficticia que no tiene producción ya que forma parte de la industria de intermediación financiera excepto seguros.

utilización, así la de oferta está contabilizada a precios básicos mientras que la de uso está a precios de comprador.

Como se ha mencionado en apartados anteriores, para realizar un análisis empírico de las interacciones entre economía y energía es necesario contar información de la matriz insumo – producto valorada a precios básicos, sin embargo en el Ecuador esta matriz no es calculada, lo que constituye la primera limitación encontrada en los datos oficiales. Sin embargo para solucionar este problema se procedió a construir la matriz simétrica insumo - producto en base a la información de las TOU proporcionadas por el BCE. Se optó por construir una MIP simétrica producto por producto pues se considera que es la más apropiada para el análisis económico (por ello también se le conoce como matriz analítica) (Haro, 2008). Para construir esta matriz para los años 2000 y 2006 para el Ecuador se siguieron los pasos descritos en el apartado 2.1.2 y que se explican detalladamente a continuación:

1. Para obtener una matriz simétrica insumo - producto es necesario que todas las unidades en las que estén valoradas las tablas oferta y utilización sean las mismas (precios básicos), sin embargo esta exigencia no se cumple, como se mencionó anteriormente. Por esta razón, es necesario hacer un cambio en las valoraciones de la tabla de uso para lo cual se deben eliminar los márgenes comerciales, impuestos y subsidios de los precios de comprador, procedimiento que se logra con la construcción de las matrices auxiliares. Así, los valores totales a ser repartidos, son los que se encuentran especificados en la tabla de oferta, valores que siguiendo lo propuesto por Avons y Gilot (2002), Avons et al. (2007) y Eurostat (2008) deben ser distribuidos proporcionalmente por producto en el cuadro de uso.

De esta forma, se construyeron tablas auxiliares para impuestos⁸, subsidios sobre productos y márgenes comerciales, tal como lo sugieren los autores mencionados, lo que permitió obtener una matriz de 60 productos x 48 industrias para cada uno de los tres casos.

2. La tabla de uso a precios básicos para los años 2000 y 2006 se obtuvo restando de la tabla de uso a precios de comprador las matrices auxiliares calculadas anteriormente así:

$$U_{PB,60x48} = U_{PC,60x48} - [(I_{60x48} - S_{60x48}) + MC_{60x48}] \quad (3.1)$$

Donde U_{PB} es la matriz de utilización a precios de básicos y U_{PC} a precios de comprador.

⁸ Aquí se incluyeron los rubros de impuestos indirectos sobre productos, derechos arancelarios, impuestos netos sobre importaciones e impuesto al valor agregado (IVA),

Es importante destacar que para mantener el balance de la tabla de uso a precios básicos es necesario hacer dos operaciones: i) se resta el total de los impuestos menos el total de los subvenciones por industria de la matrices auxiliares. Este resultado es insertado en la tabla de uso a precios básicos como una nueva fila llamada “Impuestos menos subvenciones sobre los productos” y ii) se adicionó el total de márgenes comerciales al producto 35 que corresponde a “Comercio al por mayor y menor”.

3. Una vez obtenidas las tablas de oferta y de uso a precios básicos, el siguiente paso es convertir las matrices rectangulares en matrices cuadradas. Para esto se eliminó la industria SIFMI de la tabla de uso mediante la asignación del valor del consumo intermedio de esta industria como un componente adicional de la demanda final, posteriormente se hizo una agregación de los productos, siguiendo la propuesta de Gachet (2005), quien especifica que se debe adicionar los productos característicos de cada industria. Este procedimiento permitió obtener una tabla oferta utilización cuadrada de 47 productos por 47 industrias (ver anexo 1 para más detalle sobre la clasificación de productos e industrias considerado en el estudio).

4. Como último paso, antes de calcular la matriz insumo – producto, se realizó una reubicación del producto “energía eléctrica” de tal forma que exista una correspondencia entre el producto y la industria. Dicho reordenamiento no afecta la estimación de la MIP sino que por el contrario, es un requerimiento necesario ya que para la estimación se requiere que en la diagonal principal de la TOU se encuentre la actividad principal de cada industria⁹

5. Posteriormente se debe comprobar que los cálculos realizados hasta el momento son correctos, para esto se debe cumplir que la columna de uso total a precios básicos calculada (por producto) sea igual a la columna de oferta total a precios básicos de la tabla de oferta, comprobación que sí se cumple para el caso del Ecuador para los dos años estimados.

6. Una vez calculadas las TOU a precios básicos, ya es posible transformar esta información a una MIP, que como se mencionó, se optó por el supuesto de la tecnología de la industria. Para realizar dicha conversión, se calculó la matriz $A_{I,cc}$ de coeficientes técnicos (ecuación 2.6) y que fue utilizada para estimar la MIP producto por producto descrita en la ecuación 2.7

⁹ La clasificación de la actividad principal se determina mediante su referencia a la CIU3 (Clasificación Industrial Uniforme de todas las actividades económicas, tercera revisión) y es aquella que debe producir un bien o servicio que pueda ser suministrado a otras unidades (industrias), aunque puede usarse también para autoconsumo o para la propia formación de capital (Córdova y Oleas, 2000).

$(H_{I,cc})$. Es importante destacar que el tratamiento de las importaciones es un tema significativo que debe ser considerado y tomado en cuenta en la tabla de uso, por esta razón, las Naciones Unidas sugiere que éstas (importaciones) deben registrarse como valores negativos y formar parte de la demanda final, procedimiento que también fue aplicado para las matrices del Ecuador.

7. Finalmente, se realiza la comprobación planteada en la ecuación 2.13, aquí se debe probar que la multiplicación de la matriz inversa de Leontief por la demanda final (sin importaciones) es igual a la producción nacional descrita en la tabla de oferta. Esta comprobación fue realizada para las MIP calculadas para los años 2000 y 2006 para el Ecuador, operación que sí se verificó y que certifica que el procedimiento realizado para la obtención de ambas MIP es correcto (ver tablas 3.1 y 3.2 para más detalle sobre las matrices insumo – producto calculadas).

Tabla 3.1: Matriz simétrica insumo – producto bajo tecnología de la industria a precios básicos para el Ecuador. Año 2000. Miles de dólares de 2000

Productos	Productos																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
	Cultivo banano	Cultivo café y cacao	Cultivo cereales	Cultivo flores	Otros cultivos	Cria animales	Silvicultura y extracción madera	Cria camarón	Pesca	Extracción petróleo crudo, gas natural	Explotación de minas y cantera	Producción de carne camarón	Elaboración de pescado	Elaboración de aceites de origen vegetal	Elaboración de productos lácteos	Elaboración de productos lácteos	Elaboración de azúcar	Elaboración de cacao, chocolate	
1. Banano, café, cacao	0	0	0	0	5.680	28.749	0	0	0	0	0	0	0	63	0	2.327	2.026	0	16.153
2. Cereales	15.079	0	0	0	1.926	9.746	0	0	0	0	0	0	0	15	13.948	540	180.781	0	3.314
3. Flores	0	0	1.840	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4. Otros productos de la agricultura	0	0	0	0	28.545	81.271	0	0	0	0	0	0	0	0	26.761	1.654	5.618	10.154	807
5. Ganado, animales vivos y productos animales	0	366	248	0	12.319	63.373	0	0	0	0	0	282.200	0	18	0	65.081	3.865	0	618
6. Productos de la silvicultura	986	36	12	0	90	47	2.618	0	0	0	1.320	0	0	0	0	7	78	23	47
7. Camarón y larvas de camarón	0	0	0	0	0	0	0	221.376	0	0	0	0	78.344	0	0	0	0	0	0
8. Pescado vivo, fresco o refrigerado	0	0	0	0	0	0	0	0	1.065	0	0	0	0	0	4.960	8	75	0	1
9. Petróleo crudo y gas natural	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8.922	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10. Metales ferrosos y no ferrosos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	484	103	73	9	21	3	41	0	0	1
11. Carne y productos de la carne	0	0	0	0	1	80	0	0	0	0	0	17.524	0	4	4.022	1.60	154	0	2
12. Camarón elaborado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.617	0	0	66
13. Pescado y otros productos acuáticos elaborados	0	0	0	0	387	1.959	0	0	535	0	0	0	44.424	595	0	10.542	0	193	
14. Aceites crudos, refinados y grasas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	57	0	104	0	4.738	55.842	639	36.188	0	876
15. Productos lácteos elaborados	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	65	816	1.873	0	189	
16. Productos de molinería y productos de la panadería, fideos y pastas	0	0	0	0	0	1	0	6.553	229	0	0	321	0	3	171	53.096	0	1.103	
17. Azúcar y panela	0	0	0	0	468	2.367	0	0	0	0	0	0	0	20	0	890	3.098	0	5.361
18. Productos del cacao elaborado y chocolate y productos de confitería	0	0	0	0	0	0	0	12.266	55	11	0	1.202	99	3.171	41	4.250	3.638	0	9.801
19. Otros productos alimenticios y productos de café elaborado	0	0	0	0	20.694	104.740	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	7	0	0
20. Bebidas alcohólicas y no alcohólicas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21. Tabaco elaborado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22. Hilos e hilados; tejidos y confecciones. Cuero, productos del cuero y calzado	4.271	1.135	810	0	1.913	2.215	206	126	5.734	10.22	378	17	1.328	942	179	4.279	1.355	722	0
23. Productos de madera tratada, corcho y otros materiales	0	0	0	0	1.213	240	0	0	3.659	309	41	78	125	21	328	12	121	0	18
24. Pasta de papel, papel y cartón; productos editoriales y otros productos	96	16	2.915	16	117	34	21	6	237	226	29	101	2.199	19.707	412	548	786	1.638	2.039
25. Aceites refinados de petróleo y de otros productos	2.860	164	40	0	650	266	2.189	2.107	24.328	2.189	4.631	2.304	4.796	4.449	887	5.826	4.758	753	0
26. Productos químicos básicos y otros productos químicos	49.461	29.589	4.442	0	35.546	9.799	0	2.985	2	46.349	3.840	1.923	117	163	5.529	1.970	2.482	519	1.830
27. Productos de caucho y plástico	84.574	1.695	2.247	0	671	1.025	58	85	1.869	1.117	1.17	3.501	904	403	7.130	1.226	2.332	1.323	1.434
28. Productos de metales ferrosos y no ferrosos	0	0	0	0	228	347	0	0	4	974	366	54	338	202	534	228	716	105	0
29. Metales comunes y productos metálicos elaborados	866	202	1.693	0	552	1.083	562	0	17	1.383	105	302	5	1.422	26	191	62	34	8
30. Maquinaria y equipo y aparatos eléctricos; partes, piezas y accesorios	0	0	0	0	1	3	0	0	21.102	6.139	808	637	912	534	3.408	545	2.326	2.939	907
31. Equipo de transporte; partes, piezas y accesorios	3.174	0	0	0	1.972	2	2.405	625	5.559	3.887	494	544	532	1.446	1.704	605	372	1.44	1.707
32. Otros productos manufacturados	2	0	6	0	0	0	0	0	0	23	12	37	61	50	91	46	88	30	62
33. Energía eléctrica, gas y agua	1.072	118	1.257	0	467	1.318	0	1.463	171	890	507	1.085	2.229	2.828	4.469	1.117	4.294	515	1.826
34. Trabajos de construcción y construcción	1.629	374	377	0	1.007	1.460	362	513	2.555	46.129	145	582	549	1.563	313	226	730	175	1.666
35. Servicios de comercio	28.842	17.195	4.254	0	41.218	105.124	2.461	5.521	10.677	10.802	3.266	55.676	1.617	47.291	46.560	15.545	119.939	8.952	13.165
36. Servicios de hotelería y restaurante	0	0	1.484	0	10	32	0	0	4	1.838	1	138	149	294	343	111	173	5	346
37. Servicios de transporte y almacenamiento	74.598	7.458	4.054	0	16.938	11.136	13.546	615	1.125	14.398	734	2.154	490	1.183	3.633	1.518	1.140	663	392
38. Servicios de correos, telecomunicaciones y otros servicios	2.034	22	2.739	0	256	36	49	221	33	1.055	68	136	660	753	1.678	265	818	206	772
39. Servicios de intermediación financiera	627	233	1.776	0	299	56	49	136	275	0	20	276	82	197	163	77	95	55	217
40. Servicios de seguros y fondos de pensiones	266	28	226	0	44	37	0	81	328	3.311	48	77	74	192	118	21	63	69	69
41. Servicios de alquiler de vivienda	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
42. Servicios prestados a las empresas	53.949	2.833	6.737	0	3.566	4.463	24	94	838	246.866	538	1.555	3.090	6.169	8.712	2.663	6.805	3.909	4.887
43. Servicios administrativos del gobierno	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
44. Servicios de enseñanza	0	0	0	0	0	0	0	0	0	85	0	33	13	8	0	22	5	57	21
45. Servicios sociales y de salud	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
46. Otros servicios sociales y personales	0	0	0	0	0	0	0	0	0	631	0	432	174	102	1	294	57	758	283
47. Servicios domésticos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Compras directas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total Consumo intermedio precios básicos	309.306	76.544	43.851	176.780	431.011	24.593	254.773	80.259	418.607	17.570	373.648	96.410	235.761	196.466	105.261	458.161	38.451	70.345	0
Impuestos menores subvenciones sobre los productos	11.520	3.910	2.977	5.820	8.316	1.520	1.851	15.686	20.850	2.521	1.924	1.681	4.288	5.646	1.468	15.358	3.006	1.990	0
Total consumo intermedio precios de adquisición	320.826	80.454	46.828	182.600	439.327	26.113	256.624	95.945	439.457	20.092	375.572	98.091	240.050	202.111	106.729	473.699	41.458	72.336	0
PRODUCCIÓN DE LAS INDUSTRIAS	763.766	216.984	267.804	440.513	672.984	201.532	324.029	257.392	3.623.973	88.854	561.272	311.530	405.510	251.733	181.516	531.662	131.204	102.463	0
VALOR AGREGADO BRUTO = PIB	442.940	136.830	220.976	257.913	233.657	175.419	67.405	161.447	3.184.516	68.762	185.700	213.439	165.460	49.622	74.787	57.963	89.746	30.127	0
Remuneración de los asalariados	122.150	21.927	92.948	40.378	19.970	1.443	2.973	18.189	66.127	28.393	15.678	13.662	11.372	12.248	14.059	14.608	9.722	9.779	0
Impuestos netos sobre la producción e importaciones	928	306	349	456	450	167	344	148	1.305.354	184	307	309	405	450	239	539	296	501	0
Ingreso mixto bruto	294.400	95.461	0	194.915	204.615	133.411	31.175	112.826	0	27.737	88.704	59.199	39.587	529	18.867	21.553	6.529	3.231	0
Excedente de explotación bruto	25.462	18.836	127.679	22.164	8.622	40.398	32.913	30.284	1.813.035	12.449	81.012	140.269	114.097	36.394	41.623	21.263	73.200	16.617	0

Fuente: Banco Central del Ecuador

Tabla 3.2: Matriz simétrica insumo - producto bajo tecnología de la industria a precios básicos para el Ecuador. Año 2006. Miles de dólares de 2000

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
	Productos																		
Productos	Cultivo banano	Cultivo café y cacao	Cultivo cereales	Cultivo flores	Otros cultivos	Cria animales	Silvicult y extrac- ción de madera	Cria de camarón	Pesca	Extrac- ción petróleo crudo, gas natural	Explota- ción de minas y cantera	Producción de carne camarón	Elabora- ción de pesado	Elabora- ción de aceites de origen vegetal	Elabora- ción de productos lácteos	Elabora- ción de productos molino- ría	Elabora- ción de cacao, choco- late	Elabora- ción de azúcar	
1 Bannano, café, cacao	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2 Cereales	20.311	0	0	6.328	36.987	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.316	2.242	0	0	22.623
3 Flores	0	2.688	0	2.628	15.361	0	0	0	0	0	0	458	0	0	765	234.084	0	0	4.607
4 Otros productos de la agricultura	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5 Ganado, animales vivos y productos animales	0	0	0	31.009	86.419	0	0	0	0	0	0	303	0	0	2.118	6.682	0	0	11.882
6 Ganado de la silvicultura	0	460	361	14.289	84.780	0	0	0	0	0	0	346.560	0	0	84.526	4.607	0	0	800
7 Camarón y larvas de camarón	1.211	0	0	16	115	59	3.095	0	0	1.633	0	0	0	0	0	9	27	0	60
8 Pescado vivo, fresco o refrigerado	0	0	0	0	0	0	0	549.350	0	0	0	0	216.295	0	0	0	0	0	0
9 Petróleo crudo y gas natural	0	0	0	0	0	0	0	0	1.364	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10 Metales y productos de metales	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11 Carne y productos de la carne	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12 Camarón elaborado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13 Pescado y otros productos acuáticos elaborados	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14 Aceites crudos, refinados y grasas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15 Productos lácteos elaborados	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16 Productos de molinería y productos de la panadería, fideos y pastas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17 Azúcar y papela	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18 Productos del cacao elaborado y chocolate y productos de confitería	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19 Otros productos alimenticios y productos de café elaborado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20 Bebidas alcohólicas y no alcohólicas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21 Tabaco elaborado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22 Hilos e hilados; tejidos y confecciones. Cuero, productos del cuero y calzado	4.856	1.307	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23 Productos de madera tratada, corcho y otros materiales	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24 Pasta de papel, papel y cartón; productos editoriales y otros productos	119	21	4.246	128	47	26	14	319	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25 Aceites refinados de petróleo y de otros productos	3.853	225	63	991	396	2.841	5.660	35.484	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26 Productos químicos básicos y otros productos químicos	65.476	35.131	6.392	47.957	12.780	0	7.540	2	0	4.881	0	2.450	3.11	236	2.551	2.989	631	0	2.406
27 Productos de caucho y plástico	102.002	2.070	3.141	819	1.273	66	204	2.408	0	1.502	141	4.261	2.287	573	9.117	1.869	1.561	0	2.408
28 Productos de metales y no metales	1.109	262	2.538	732	1.437	694	0	25	0	1.107	445	66	227	480	710	275	885	0	139
29 Maquinaria y equipo y aparatos eléctricos; partes, piezas y accesorios	4.067	0	0	0	0	0	0	0	0	1.678	1.038	835	2.489	809	742	2.902	3.045	0	1.229
30 Otros productos manufacturados	2	0	0	0	0	0	0	0	0	12.972	1.038	835	2.489	809	742	2.902	3.045	0	1.229
31 Energía eléctrica, gas y agua	1.324	147	1.821	560	1.686	0	3.604	225	0	27	15	46	158	71	118	60	102	36	80
32 Trabajos de construcción y construcción	2.013	468	545	1.436	1.921	432	1.264	3.110	53.844	1.79	727	1.425	2.253	410	293	867	211	0	214
33 Servicios de comercio	33.945	18.092	5.436	46.868	122.936	2.720	11.914	11.546	14.104	3.474	64.419	4.070	62.592	56.922	19.187	126.946	10.403	0	16.633
34 Servicios de hotelería y restaurante	90.437	9.153	5.755	21.382	13.912	15.816	1.485	1.457	42.140	892	2.635	1.246	1.213	2.66	451	206	5	0	447
35 Servicios de transporte y almacenamiento	2.361	25	3.715	317	45	54	508	43	1.167	76	161	1.626	1.016	4.670	1.929	1.325	787	0	495
36 Servicios de correos, telecomunicaciones y otros servicios	774	291	2.826	390	74	59	337	364	8.818	0	26	345	211	2.083	325	919	236	0	942
37 Servicios de intermediación financiera	381	43	378	78	59	0	230	501	0	69	110	224	321	181	31	88	97	0	281
38 Servicios de seguros y fondos de pensiones	65.192	3.465	9.532	4.413	5.567	28	229	1.080	219.732	641	1.896	7.168	8.698	11.164	3.527	6.991	4.624	0	6.143
39 Servicios de alquiler de vivienda	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
40 Servicios prestados a las empresas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
41 Servicios administrativos del gobierno	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
42 Servicios de enseñanza	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
43 Servicios sociales y de salud	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
44 Otros servicios sociales y personales	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
45 Servicios domésticos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
47 Compras directas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total Consumo intermedio precios básicos	379.123	91.515	62.729	213.937	543.711	29.085	625.597	108.924	49.1060	21.683	456.286	264.227	333.247	255.769	135.578	548.902	46.106	0	93.057
Insumos menos subvenciones sobre los productos	19.667	4.754	4.788	8.514	12.342	2.012	4.432	19.618	29.975	2.983	2.516	4.453	3.744	7.044	1.718	14.000	3.488	0	2.762
Total consumo intermedio precios de adquisición	398.790	96.269	67.518	222.451	556.054	31.097	630.029	128.542	52.1035	24.666	458.802	268.680	339.578	262.813	137.296	562.902	49.594	0	95.819
PRODUCCION DE LAS INDUSTRIAS	944.047	271.503	387.592	552.582	857.697	239.927	798.677	339.844	4.839.747	110.176	700.238	809.185	584.649	329.975	235.195	630.624	158.771	0	132.017
VALOR AGREGADO BRUTO = PIB	545.257	175.234	320.074	330.131	301.644	208.831	168.648	211.302	4.318.712	85.510	241.436	540.505	245.071	67.162	97.899	67.722	109.177	0	36.198

Fuente: Banco Central del Ecuador

Continuación Tabla 3.2: Matriz simétrica insumo - producto bajo tecnología de la industria a precios básicos para el Ecuador. Año 2006. Miles de dólares de 2000

	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
Productos	Elaboración otros productos aliment.	Elaboración bebidas	Elaboración productos tabaco	Fabricación productos textiles	Producción de madera	Fabricación de papel y productos de papel	Fabricación de refinación de petróleo	Fabricación de sustancias químico	Fabricación de productos de caucho y plástico	Fabricación de productos de mineral metálico	Fabricación de metales comunes	Fabricación de maquinaria y equipo	Fabricación de equipo de transp.	Fabricación de maquinas y herramientas	Suministro de electricidad y agua	Construcción	Comercio al por mayor y al por menor	Hotelería y restaurantes
1	20.190	1.220	0	0	0	0	0	154	0	0	0	0	0	0	17	2	0	153
2	99.093	3.750	0	0	0	0	0	1.122	0	0	0	0	0	0	18	7	0	472
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	518
4	9.850	10.561	968	10.364	0	0	0	2.160	60	0	0	0	0	0	2	26	3	15.331
5	32.755	1.444	0	4.701	0	0	0	650	437	0	0	0	0	7.064	52	1	0	3.889
6	113	384	12	799	71.695	2.101	0	141	8.336	436	153	3	0	70.210	2	73.125	0	31
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	29.436
8	131	6	0	0	0	0	0	297	0	0	0	0	0	0	9	4	0	13.133
9	0	0	0	0	0	0	1.427.988	0	0	0	0	0	0	0	13.386	0	0	0
10	1.920	115	0	32	128	342	2.311	76	193	63.285	24.063	1.010	58	1	19	30	47.944	0
11	1.754	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	182	715	0	51.819
12	5.021	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	46	0	0	17.941
13	17.312	61	0	0	0	0	0	8.360	458	49	43	2	2	26	28	2	0	26.121
14	3.130	140	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	2	3	0	4.413
15	27.145	1.149	0	0	228	736	0	46	11	0	0	0	0	2.18	5	11	0	23.994
16	3.329	13.036	0	0	0	0	0	115	7	0	0	0	0	0	8	7	0	6.574
17	1.044	42	0	0	0	0	0	86	0	0	0	0	0	0	7	1	0	3.096
18	45.825	2.870	0	0	0	0	517	27	3	0	0	0	0	0	15	8	0	19.323
19	101	9.148	6	59	0	0	773	275	635	0	0	0	0	0	21	80	0	43.385
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	2.814	61	2.357	210.449	6.568	705	19.308	1.592	7.717	474	2.319	237	2.259	10.487	507	766	223	1.677
22	160	57	0	7	86.984	4	1.747	52	64	816	1.455	630	776	83.213	32	218.049	0	356
23	1.252	1.538	2.145	4.236	3.040	2.163.313	3.033	5.785	5.284	10.644	2.398	1.214	387	7.574	1.461	315	174.410	8.803
24	6.426	4.897	55	10.450	13.045	6.648	609.698	815	3.288	40.063	7.371	1.777	5.905	13.398	109.059	10.458	3.037	3.240
25	11.011	23.153	586	50.062	13.929	6.941	8.914	70.547	160.812	8.488	11.475	4.989	2.756	17.050	9.870	72.592	0	3.485
26	5.542	2.002	204	4.784	92	1.188	24.784	2.096	7.177	389	3.078	2.164	9.338	210	5.880	57.570	79.277	749
27	5.385	7.089	0	404	852	2.03	5.488	2.643	353	10.253	2.648	844	5.982	1.120	22	386.469	34	2.531
28	2.122	6.975	0	352	6.878	562	26.042	4.836	3.076	1.989	287.264	29.072	16.444	28.391	4.616	338.333	0	5.354
29	2.643	4.622	209	4.960	1.470	10.862	128.789	2.128	5.637	14.077	10.945	13.125	1.740	2.881	40.083	423	0	0
30	942	1.063	14	25	25	172	37.850	262	146	1.760	29.431	511	194.786	33	8.721	3.594	0	0
31	131	201	1	851	72	7.724	526	411	650	163	256	93	75	1.190	717	7.762	3.358	449
32	4.904	6.037	185	13.296	3.332	7.862	22.230	4.725	8.682	27.298	6.131	2.715	1.389	5.425	393.439	902	69.934	8.536
33	1.743	580	89	1.163	677	744	7.584	440	481	565	1.097	122	484	777	2.352	6.060	8.147	859
34	85.930	28.182	1.912	79.309	71.751	49.144	108.603	23.888	48.255	28.918	17.258	4.486	32.997	74.745	21.331	297.539	44.198	76.647
35	375	447	43	755	450	446	3.797	390	286	588	371	178	287	448	1.075	195	34.124	51
36	2.456	1.648	18	3.121	11.039	4.323	12.227	4.713	2.667	3.062	3.779	1.774	779	12.220	11.439	49.999	760.746	4.016
37	1.417	1.009	27	1.513	541	2.588	10.442	2.135	1.384	1.571	1.499	815	586	1.046	1.308	444	11.445	1.794
38	172	149	9	480	206	367	173	219	187	129	248	254	306	639	132	1.767	5.050	4.610
39	68	234	18	208	109	188	59.800	88	169	212	125	59	96	143	2.820	389	178	124
40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15.253	0
41	12.218	24.244	1.917	7.589	3.976	12.223	17.151	19.091	9.074	10.357	6.245	3.822	4.244	7.130	23.573	48.323	125.404	2.658
42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
43	31	27	23	5	3	196	584	73	12	8	40	55	147	3	43	131	1.417	138
44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
45	400	349	304	67	47	2.633	6.008	972	166	96	549	745	1.947	53	689	2.227	17.875	1.851
46	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Compras directas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total Consumo intermedio precios básicos	416.901	158.508	11.104	410.067	297.137	335.224	2.546.365	162.733	275.753	225.693	420.243	70.095	283.772	346.878	653.027	1.626.388	1.354.436	396.983
Impuestos menos subvenciones sobre los productos	11.100	11.679	561	37.641	11.560	18.790	237.630	10.985	23.224	28.970	16.068	5.446	43.125	13.628	47.061	142.982	42.441	23.540
Total consumo intermedio precios de adquisición	428.000	170.187	11.665	447.708	308.697	354.014	2.783.996	173.718	298.977	254.663	436.311	75.541	326.897	360.505	700.088	1.769.370	1.396.877	420.523
PRODUCCION DE LAS INDUSTRIAS	553.045	265.898	19.583	882.110	451.989	462.772	930.959	299.635	378.797	401.074	491.915	117.530	355.169	505.107	880.683	3.682.476	4.534.673	696.688
VALOR AGREGADO BRUTO = PIB	125.045	95.711	7.918	434.402	143.292	108.758	-1.853.037	125.917	79.820	146.411	55.604	41.989	28.272	144.601	180.595	1.913.106	3.137.796	276.165

Fuente: Banco Central del Ecuador

4. METODOLOGÍA

La metodología desarrollada para el presente estudio comprende tres partes que son:

1. A partir de la conversión de los balances energéticos en una tabla insumo – producto de Leontief, que convierte la energía final en energía primaria¹⁰, se estiman las necesidades directas e indirectas de energía primaria para calcular el vector de requerimientos de energía primaria de cada una de las actividades productivas del Ecuador. Este vector se calcula siguiendo lo propuesto por Alcántara, del Río y Hernández, 2009.
2. Con la información anterior se determina los encadenamientos hacia delante y hacia atrás así como las mercancías clave en el consumo de energía primaria (Alcántara, 2007).
3. Con los datos de las matrices insumo – producto en términos energéticos se realiza un análisis de descomposición estructural del consumo de energía primaria (Pulido y Fontanela, 1993).

4.1. Transformación de los balances energéticos en una tabla insumo - producto y cálculo de requerimientos de energía primaria.

Para realizar la transformación de los balances energéticos en una tabla insumo – producto, en primer lugar se debe construir una matriz de entradas y salidas de los flujos energéticos, matriz que se construye a partir de la información proporcionada por los balances energéticos. En esta tabla las filas y columnas representan los tipos de energía considerados, así los elementos de cruce entre las distintas formas de energía, elementos que se denominarán Z_{ij} , representan la cantidad de energía del tipo i que se transforma para obtener la energía de tipo j , adicionalmente en la diagonal principal se contabilizan los consumos propios de los distintos tipos de energía. Al expresar el modelo de forma matricial se tiene lo siguiente:

$$Zu + q = e \quad (4.1)$$

Aquí $Z = (Z_{ij})_{m \times m}$ es la matriz de entradas en transformación, $e = (e_i)_{m \times 1}$ es el vector de energía total, $q = (q_i)_{m \times 1}$ es el vector de energía final disponible y u es un vector columna unitario de

¹⁰ Para ver la metodología utilizada para realizar dicha transformación remitirse al documento: Alcántara, V. y Roca, J. (1995) “Energy and CO2 emissions in Spain. Methodology of analysis and some results for 1980-90”, Energy Economics, Vol. 17, No. 3, pp. 221-230.

dimensión $(m \times l)$. A partir de esta información se puede definir una nueva matriz \mathbf{E} de coeficientes energéticos y cuyo elemento característico e_{ij} representa la cantidad de energía del tipo i que se ingresa en el proceso de transformación energética por unidad de energía total del tipo j utilizada por el sistema energético. La matriz \mathbf{E} (de coeficientes energéticos o relaciones energéticas) se expresaría como:

$$E = Z \cdot e^{\wedge -1} \quad (4.2)$$

La matriz \mathbf{E} da información acerca de los requerimientos directos de energía, la cual necesita ser completada con datos de los requerimientos indirectos, ya que el conjunto de ambos es lo que permite conocer cuales son las verdaderas necesidades para obtener una unidad de los diferentes tipos de energía cuando hay un incremento en una unidad de la demanda final. Usando la ecuación anterior, y con ciertas operaciones matriciales se tiene que la energía total necesaria para obtener una determinada cantidad de energía final se expresaría como:

$$e = (I - E)^{-1} \cdot q \quad (4.3)$$

La matriz $(\mathbf{I}-\mathbf{E})^{-1}$ es un operador lineal que transforma el vector de energía para uso final de la economía en un vector de energía total necesaria, esta matriz expresa los requerimientos directos e indirectos de cada sector energético. Es importante destacar que si se toma al vector e como aquel que refleja las necesidades energéticas de la sociedad se estaría cometiendo un error de doble contabilización. Por esta razón los autores exponen que en la matriz $(\mathbf{I}-\mathbf{E})^{-1}$ solamente se debe tomar en cuenta las filas que corresponden a energías primarias. Así, si el sistema energético en análisis considera t fuentes primarias, entonces en ese caso se tendría una matriz \mathbf{ES}_{txm} ¹¹, matriz que en las columnas contabiliza la cantidad de energía primaria directa e indirecta necesaria para disponer de una unidad de energía final. Por otra parte, si se considera a e como el vector $(t \times l)$ de energía primaria, el modelo entonces se escribiría como:

$$es = ES \cdot q \quad (4.4)$$

La ecuación (4.4) es muy importante en el análisis ya que permite convertir la energía final utilizada por el sistema económico en energía primaria.

¹¹ Se denominará matriz \mathbf{ES} a una derivación de la matriz \mathbf{E} en la cual solamente se considera las fuentes de energía primaria.

Posteriormente se calcula el vector de requerimientos de energía primaria de cada una de las actividades productivas, para hacer esto se desagrega el vector \mathbf{q} de la ecuación (4.4) en un vector de consumos sectoriales por tipo de energía, lo que da lugar ahora a tener una matriz $\mathbf{C}_{m \times n}$ cuyo elemento característico C_{ij} es la cantidad de energía final de clase i utilizada por el sector económico j , así al utilizar el valor de \mathbf{C} se tendría:

$$EP = ES \cdot C \quad (4.5)$$

De la ecuación anterior se destaca que el elemento característico (EP_{ij}) de la matriz $\mathbf{EP}_{t \times n}$ expresa el consumo de energía primaria de clase i necesaria para la obtención de la producción del sector económico j .

Una vez expuesta la metodología anterior es importante destacar que los cálculos del vector de requerimientos de energía realizados para el caso ecuatoriano plantean una modificación importante a lo expuesto por Alcántara y Roca (1995). Esta modificación se debe a que para aplicar esta metodología es necesario utilizar la información de los consumos finales de energía por sectores de actividad económica de acuerdo a lo publicado por la AIE, agencia que da información solamente de 19 sectores económicos (grupos de producto), por lo que sería necesario convertir los 47 grupos de productos que presenta la economía ecuatoriana en 19 a través de una matriz de correspondencias. Dicho procedimiento generaría que se pierda información importante sobre las características particulares de las distintas mercancías, razón por la cual Alcántara, del Río y Hernández (2009) proponen una modificación a la metodología anterior en la que se pueda mantener todos los productos de la economía. En este sentido dicho cambio consiste en calcular un vector de consumos de energía primaria en el que se mantengan todos los productos, vector que se obtiene a través de la construcción de una matriz de energía a ser repartida entre las distintas mercancías, información que se obtiene de los balances energéticos y que luego es repartida proporcionalmente en la matriz insumo – producto.

Este hallazgo es importante pues permite obtener las necesidades energéticas primarias de cada producto, las mismas que para el análisis posterior son muy importantes tanto desde una perspectiva económica como ambiental, pues toma en cuenta las interrelaciones que se presentan en el sistema energético.

4.2. Determinación de mercancías clave

Dentro del análisis insumo – producto, una de las mayores aplicaciones ha sido la identificación de sectores clave de una economía, sectores que juegan un papel importante dentro de la planificación, el desarrollo económico y la diversificación industrial (Diezenbacher y Lahr, 2001).

En general se puede destacar que la idea principal que persigue este análisis se basa en la premisa de que no todos los sectores de una economía tienen la misma capacidad para inducir efectos sobre otros sino que por el contrario, hay algunos sectores que se caracterizan por provocar efectos de “arrastre” o de “empuje” más fuertes que otros (Fuentes y Sastre, 2001). De esta forma si por ejemplo el sector i al incrementar su producción genera también un crecimiento de la demanda de insumos de dicha industria, entonces se estaría hablando de un encadenamiento hacia atrás (backward linkages)¹², el cual está medido por la capacidad que tiene una actividad para ayudar en el desarrollo de otras cuando se utilizan sus insumos. Por otro lado si hay un crecimiento de la producción de las otras industrias y esto provoca un incremento de la producción ofertada por la industria i como insumos intermedios de las otras industrias, entonces se dice que hay encadenamientos hacia adelante (forward linkages), este se genera cuando se desarrolla una actividad cuyo output se utilizará en otras ramas como insumos intermedios para su proceso productivo (Iráizoz, 2006).

En esta investigación, la metodología que se utiliza para determinar las mercancías clave en el consumo de energía primaria sigue lo propuesto por Alcántara (2007). De esta forma, \mathbf{f}^t es un vector de dimensión $(1 \times n)$ de consumo de energía primaria unitario (directo e indirecto) generado por unidad de demanda final, el cual muestra el efecto multiplicador del consumo de energía primaria que es impulsado por las demandas finales de los productos, esto se conoce como **backward linkages** (encadenamientos hacia atrás), es decir, muestra los efectos de arrastre del consumo de energía primaria debido a la expansión de la demanda final.

Sin embargo, dicho multiplicador tiene la dificultad de no ser escalado, lo que significa que éstos son solamente multiplicadores potenciales. Por esta razón, es necesario definir un nuevo vector de indicadores en el que se exponga el grado de impacto que el consumo de las

¹² Hirschman en 1958 fue el que por primera vez utilizó estos términos.

distintas mercancías tiene sobre el consumo de energía primaria. En este sentido, si se llama a \tilde{y} al vector de proporciones de los distintos productos en el total, donde $\sum_j \tilde{y}_j = 1$, se tiene que el nuevo multiplicador por el lado de la demanda es:

$$\mu^t_y = \hat{c} \cdot (I - A)^{-1} \cdot \tilde{y} \quad (4.6)$$

Donde \mathbf{c} es el vector de coeficientes de consumo de energía primaria, $(\mathbf{I}-\mathbf{A})^{-1}$ es la matriz inversa de Leontief y μ^t_y es un vector de dimensión $(I \times n)$ de multiplicadores de consumo de energía primaria ponderados desde una perspectiva de demanda.

Por otra parte, también se debe calcular los multiplicadores desde la perspectiva de la oferta, los cuales son estimados a partir de la inversa de Ghosh (1958). Para estos indicadores se consideran a los coeficientes de distribución que vienen de la inversa de Ghosh y no a los coeficientes técnicos de Leontief. De esta forma, η representa el conjunto de multiplicadores conocidos como *forward linkages* (encadenamientos hacia delante), el cual viene del siguiente cálculo:

$$\eta = G \cdot u \quad (4.7)$$

Donde \mathbf{G} ($G = (I - B)^{-1} \cdot \hat{c}$)¹³ es un operador lineal desde la perspectiva del producto que transforma valores añadidos en consumo de energía primaria y que, al ser postmultiplicado por un vector unitario \mathbf{u} de la dimensión adecuada, define un vector de multiplicadores desde la oferta para todas las mercancías, la cual tiene la forma anterior.

Sin embargo como en el caso de la demanda, éstos también son multiplicadores potenciales por lo que es necesario transformarlos en función del peso que tienen en la producción total de las distintas mercancías. De esta forma, si se define un vector \tilde{v} que expresa la proporción de los inputs primarios necesarios para la producción de las distintas mercancías sobre el total, tal que $\sum_i \tilde{v}_i = 1$, entonces el nuevo multiplicador de oferta es:

¹³ Aquí $(\mathbf{I}-\mathbf{B})^{-1}$ representa a los valores de la inversa de Ghosh

$$\mu_v = \hat{v} \cdot (I - B)^{-1} \cdot c \quad (4.8)$$

Donde v es el vector de inputs primarios de cada mercancía¹⁴ y μ_v es un vector de dimensión $(n \times 1)$ de multiplicadores de consumo de energía primaria ponderados desde una perspectiva de oferta. Así, en base a la información de las ecuaciones 4.6 y 4.8 se establece el multiplicador medio de la siguiente forma:

$$\mu = \frac{\mu_y^t \cdot u}{n} = \frac{\mu_v^t \cdot u}{n} \quad (4.9)$$

Donde n es el número de mercancías consideradas.

Si se compara los multiplicadores calculados por el lado de la oferta y la demanda es posible clasificar la relación que hay entre las distintas mercancías de la siguiente forma:

Figura 4.1: Determinación de sectores clave

	$\mu_{v,i} > \mu$	$\mu_{v,i} < \mu$
$\mu_{y,j} > \mu$	Mercancía clave	Mercancías impulsadoras por la demanda
$\mu_{y,j} < \mu$	Mercancías impulsadoras por la oferta	Mercancías independientes

Fuente: Adaptado de Alcántara, 1995

4.3. Análisis de descomposición estructural

Para entender los cambios históricos que se pueden dar en indicadores económicos, ambientales o sociales dentro de una economía es necesario analizar los determinantes que están detrás de dichas variaciones. Es así que, para analizar dichas diferencias a nivel sectorial existen dos técnicas que son: el análisis de descomposición estructural (SDA) y el análisis de descomposición de índices (IDA) (Hoekstra y van der Bergh, 2003). El SDA puede definirse como un método para distinguir los cambios importantes en una economía por medio de un estudio estático comparativo de un conjunto de parámetros clave (Skolka, 1989), la cual

¹⁴ Los inputs primarios están compuestos por los elementos del valor agregado bruto al coste de los factores (salarios, cotizaciones, consumo de capital fijo o amortizaciones y excedente de explotación) más los impuestos indirectos y las subvenciones de explotación (Placer, 1980)

utiliza el modelo insumo – producto como dato para descomponer los cambios en los indicadores, mientras que el IDA solamente utiliza datos a nivel sectorial¹⁵.

En esta investigación se realizará una aplicación de la técnica de análisis de descomposición estructural, la cual se destaca por identificar las fuentes más importantes que están detrás del cambio en un amplio número de variables, entre las que se puede encontrar a la producción, el uso de energía, volúmenes de importación, requerimientos totales de inputs, entre otros. La metodología del SDA es semejante a la del crecimiento, donde el objetivo es descomponer a la tasa de crecimiento del producto agregado entre las contribuciones que tiene el crecimiento de los inputs y de la tecnología (Dietzenbacher y Los, 1989), así, el SDA analiza las variaciones simples del cambio en las siguientes variables: i) los coeficientes técnicos de la matriz insumo – producto, ii) proporciones y iii) el nivel de demanda final. (Rose, 1999).

Analizando formalmente el SDA se tiene que, partiendo del modelo simplificado de Leontief, $\mathbf{x} = \mathbf{R}\mathbf{y}$ donde $\mathbf{R}=(\mathbf{I}-\mathbf{A})^{-1}$ es la matriz inversa de Leontief, la producción sectorial en el año 1 puede expresarse en función de variaciones en la demanda final y los coeficientes, generando así que entre los períodos inicial (0) y final (1) se de la siguiente relación (Pulido y Fontanela, 1993):

$$\begin{aligned}
 x_1 &= R y_1 = [R_0 + (R_1 - R_0)] \cdot [y_0 + (y_1 - y_0)] = \\
 &= \underbrace{R_0 y_0}_{x_0} + \underbrace{R_0 \cdot (y_1 - y_0)}_{\Delta \text{ por demanda}} + \underbrace{(R_1 - R_0) \cdot y_0}_{\Delta \text{ por coeficientes}} + \underbrace{(R_1 - R_0) \cdot (y_1 - y_0)}_{\Delta \text{ mixto}}
 \end{aligned} \tag{4.10}$$

Si se modifica la ecuación 4.10 de tal manera que la diferencia entre la producción este descompuesta solamente por la variación de la demanda y por los coeficientes, entonces la ecuación anterior, al ponderarlo por el cambio de coeficientes en y_1 , se puede expresar como:

$$x_1 - x_0 = R_0 \cdot (y_1 - y_0) + (R_1 - R_0) \cdot y_1 \tag{4.11}$$

Si de la ecuación anterior se toma en cuenta el diferencia sectorial entre dos años y se descompone la matriz inversa de Leontief se tiene que:

$$R_1 y_1 - R_0 y_0 = R_0 \cdot [y_1 - y_0] + [R_1 - R_0] \cdot y_1 \tag{4.12}$$

¹⁵ En general la literatura del IDA se ha centrado en estudiar las implicaciones de la teoría de los índices y la especificación de la descomposición, mientras que la literatura del SDA se ha centrado en distinguir un amplio número de determinantes y los efectos de éstos (Hoekstra y van der Bergh, 2003).

Resultado que proviene de la siguiente operación:

$$\begin{aligned}
 \Delta R &= R_0 \cdot [y_1 - y_0] + [R_1 - R_0] \cdot y_1 \\
 + \Delta R &= R_1 \cdot [y_1 - y_0] + [R_1 - R_0] \cdot y_0 \\
 = \Delta R &= \frac{R_0 + R_1}{2} \cdot [y_1 - y_0] + [R_1 - R_0] \cdot \frac{y_1 + y_0}{2}
 \end{aligned} \tag{4.13}$$

Así, el primer sumando de la ecuación (4.12) expresa la variación causada por la demanda mientras que el segundo componente mide el efecto del cambio en los coeficientes técnicos de la matriz insumo – producto.

Adicionalmente los autores proponen analizar como influye el ritmo de crecimiento de la demanda final en los cambios en la estructura de composición, para esto si se denota a g como la tasa media de crecimiento de la demanda final (a precios constantes) entre los dos años considerados, se tiene:

$$1 + g = \frac{\sum_i y_i(1)}{\sum_i y_i(0)} \quad i = 1, 2, \dots, k \tag{4.14}$$

Donde y_i representa los distintos componentes de la demanda. De esta forma, la variación entre los dos años considerados puede descomponerse como:

$$x_1 - x_0 = R_0 \cdot y_0 \cdot g + R_0 [y_1 - y_0 \cdot (1 + g)] + [R_1 - R_0] \cdot y_1 \tag{4.15}$$

Sin embargo para el estudio desarrollado aquí no basta con analizar la descomposición de la producción, por lo que es necesario complementar este análisis de tal forma que se pueda observar cual ha sido la descomposición estructural del consumo de la energía primaria en la economía. En este sentido, recordando la ecuación de partida del modelo insumo – producto se tiene lo siguiente:

$$x = \mathbf{A} x + y \tag{4.16}$$

Si a la ecuación anterior se le multiplica por ε que es vector de dimensión $(n \times 1)$ que representa el consumo de energía primaria por unidad de producto¹⁶ se obtiene que:

¹⁶ Para obtener el vector ε se debe realizar la siguiente operación: $\varepsilon = \hat{c} \cdot x^{-1}$

$$\begin{aligned} \hat{\varepsilon} \cdot (Z + y) &= \hat{\varepsilon} \cdot x \\ \hat{\varepsilon} \cdot Z \cdot \left(\hat{\varepsilon} \cdot x \right)^{-1} &= A^e \\ \hat{\varepsilon} \cdot Z \cdot x^{\wedge -1} \cdot \hat{\varepsilon} &= A^e \end{aligned} \quad (4.17)$$

Donde A^e es la matriz de coeficientes técnicos pero ahora expresados en función de la energía primaria consumida. En este sentido, si $Z \cdot x^{\wedge -1} = A$ es la matriz de coeficientes técnicos de una MIP, la ecuación 4.17 entonces puede expresarse como:

$$\hat{\varepsilon} \cdot A \cdot \hat{\varepsilon}^{\wedge -1} = A^e \quad (4.17a)$$

La ecuación anterior estaría diciendo que los coeficientes técnicos de la energía están en función de los coeficientes técnicos de una MIP normal más un vector de consumo de energía primaria por producto, es decir, se podría destacar que la proporción de los coeficientes técnicos de una MIP y los coeficientes técnicos en función de la energía son equivalentes, es decir, $\rho(A) \equiv \rho(A^e)$, donde $\rho(\cdot)$ representa el ratio espectral de las matrices A y A^e .

Una vez introducido este cambio, ahora si es posible realizar un análisis de descomposición estructural del consumo de la energía entre los dos años considerados, análisis que tiene su base en la ecuación 4.15 pero a la que se le realizan tres cambios importantes y que se proponen desarrollar en este trabajo.

Así, las dos primeras modificaciones consisten en: primero utilizar la matriz K ($K=(I-A^e)^{-1}$) que es la matriz inversa que utiliza los coeficientes técnicos en función de la EP en vez de la matriz R y, segundo, utilizar la demanda final de energía. Estos dos cambios hacen que la ecuación 4.15 sea replanteada de la siguiente forma:

$$x_1 - x_0 = K_0 \cdot y_0^e \cdot g + K_0 [y_1^e - y_0^e \cdot (1 + g)] + [K_1 - K_0] \cdot y_1^e \quad (4.18)$$

Para la tercera modificación se considera que el último término de la ecuación 4.15 (y_1 del tercer sumando) puede ser desagregada en dos componentes distintos, por lo que alternativa que se plantea aquí es la siguiente:

$$y_1^e = y_0^e + \Delta y^e \quad (4.19)$$

De esta forma, al reemplazar la ecuación 4.19 en la 4.18 se obtiene la nueva ecuación de descomposición estructural que se expresa de la siguiente forma:

$$x_1 - x_0 = K_0 \cdot y_0^e \cdot g + K_0 [y_1^e - y_0^e \cdot (1 + g)] + [K_1 - K_0] \cdot (y_0^e + \Delta y^e)$$

$$x_1 - x_0 = K_0 \cdot y_0^e \cdot g + K_0 [y_1^e - y_0^e \cdot (1 + g)] + \Delta K \cdot y_0^e + \Delta K \cdot \Delta y^e \quad (4.20)$$

De la ecuación anterior se destaca que a diferencia de la ecuación 4.15 ahora se tiene 4 sumandos en vez de 3, esto quiere decir que, ahora es posible obtener una mayor descomposición y por lo tanto una mejor ilustración de los factores que explican la diferencia en el consumo de energía primaria entre los dos años estudiados. En este sentido, estos sumandos o términos explicarían lo siguiente:

1. Elemento que explica el crecimiento: $K_0 \cdot y_0^e \cdot g$
2. Elemento que explica el cambio estructural en la demanda del consumo de energía primaria: $K_0 [y_1^e - y_0^e \cdot (1 + g)]$
3. Elemento que explica el cambio en la tecnología insumo – producto de la energía: $\Delta K \cdot y_0^e$
4. Elemento de interacción que explica el comportamiento tanto de la tecnología como la demanda: $\Delta K \cdot \Delta y^e$. Este elemento lo que estaría diciendo es que si el valor obtenido es negativo, entonces la variación de la demanda entre los dos años analizados sería mayor que la variación dada por el cambio tecnológico de la economía, mientras que si el valor es positivo, entonces la estructura tecnológica de la economía sería la que tiene un mayor peso en este cambio.

El desarrollo de la ecuación 4.20 es la que se aplicará en el apartado siguiente para analizar los cambios estructurales del consumo de energía primaria en la economía ecuatoriana.

5. ESTIMACIÓN EMPÍRICA Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

5.1. Análisis de los requerimientos de energía primaria para las diferentes mercancías de la economía ecuatoriana.

Siguiendo lo expuesto en el apartado 4.1, a continuación se exponen las estimaciones de los requerimientos directos e indirectos de energía primaria para el Ecuador para los años 2000 y

2006. Así en la tabla 5.1 se presenta las entradas y salidas de energía para el Ecuador para el año 2000, información que se obtiene a partir de los datos proporcionados por los balances energéticos (la información del año 2006 se encuentra en el Anexo 2). Esta matriz muestra las relaciones energéticas expresadas en miles de toneladas equivalentes de petróleo (Ktep) de 8 distintas fuentes de energía (primaria y secundaria). En dicha matriz en la diagonal principal se muestran los consumos propios de la producción que se utilizan en el proceso de transformación, mientras que los elementos fuera de ésta, se exponen el uso que hace el determinado tipo de energía del sector energético en cuestión (Gastelum, 2009)

Seguida a esta tabla se presenta la matriz de relaciones energéticas directas (tabla 5.2), aquí los coeficientes son el resultado de dividir las entradas por la disponibilidad total de las distintas formas de energía, es decir, la suma de la energía requerida como un insumo de los procesos de extracción, distribución y transformación energética más la destinada al consumo final (Roca et al, 2007). Posterior a estas dos tablas se expone los datos de la matriz inversa de Leontief sin doble contabilidad (tabla 5.3), la cual se utilizará para transformar los consumos finales a energía primaria. Esta matriz esta compuesta por tantas filas como fuentes de energía primaria existan y por tantas columnas como energías secundarias, y muestra los requerimientos directos e indirectos de cada sector energético necesarios para abastecer el incremento de la demanda final de cada tipo de energía. Es importante destacar que para el caso ecuatoriano en el año 2000 fue necesario unir dos de las fuentes de energía para poder obtener la matriz inversa de Leontief, esto se debió a que la matriz de relaciones energéticas directas presentaba un problema de matriz unitaria, esto quiere decir que, al restarla de la matriz identidad se obtenía una columna de 0, con lo cual no era posible obtener la matriz inversa; por esta razón se procedió a convertir como una sola fuente de energía a la proveniente del “crudo, gas licuado y materia prima” con la del “gas natural”, dando como resultado una matriz con 7 distintas fuentes de energía.

Analizando los datos de la inversa de Leontief para el año 2000 se destaca que, en el Ecuador se necesitan 1,05 unidades de energía primaria total para consumir una unidad de “crudo, gas licuado, materia prima y gas natural”, mientras que por cada unidad consumida de “electricidad” se necesitan 2,20 unidades de energía primaria. Adicionalmente se muestra que, por cada unidad consumida de “productos de petróleo” se consumen 1,03 unidades de “petróleo crudo y gas natural” y 0,12 de “importación de refinados de petróleo”, lo que quiere decir que en total se requieren 1,16 unidades de energía primaria directa e indirecta.

En base a la información de la matriz inversa de Leontief es posible determinar la composición de la energía primaria, la cual muestra que para el año 2000 la “electricidad” es la que consume más energía primaria con un 26,14% de participación sobre el total, le siguen los “productos derivados del petróleo” con 13,83% y el “petróleo crudo y gas natural” con un 12,49%, mientras que la “importación de refinados de petróleo”, la “energía hidroeléctrica”, la “importación de electricidad” y los “combustibles renovables” todos tienen un peso igual de 11,88%.

Analizando los datos para el año 2006 se observa que, para consumir una unidad de “crudo, gas licuado y materia prima” se necesitan 1,02 unidades de energía primaria mientras que para la “electricidad” se requieren 3,88 unidades de energía primaria directa e indirecta. La participación de las distintas fuentes de energía en este año muestran que la “electricidad” es la que consume más energía primaria con un 35,36%, seguido por los “productos derivados del petróleo” con 9,82% y el “petróleo crudo, gas licuado y materia prima” con un 9,30%. Por otro lado la “importación de refinados de petróleo”, el “gas natural”, la “energía hidroeléctrica”, la “importación de electricidad” y los “combustibles renovables” todos tienen un peso igual de 9,10%.

En base a la información anterior es posible hacer una comparación entre los dos años considerados, así se destaca que el cambio más relevante es el incremento en la energía primaria utilizada para obtener una unidad de “electricidad” que pasó de 2,20 a 3,88, representando un aumento del 76,54% en 6 años. Este crecimiento puede deberse a la falta de eficiencia en la distribución de la electricidad en el Ecuador lo que provoca que las pérdidas sean bastante altas. Es importante también analizar las fuentes de energía primaria a partir de las cuales se obtiene la electricidad, destacándose así que el “petróleo crudo” se mantiene como la principal fuente y que, como es de esperar, también ha crecido de manera considerable (33,67%), sin embargo la “importación de refinados de petróleo” es la que muestra el mayor crecimiento pasando de 0,13 a 0,53 lo que significa un incremento del 305%. Por otro lado cuando se analiza los “productos refinados de petróleo” se ve que este es el que más ha caído en cuanto a la energía primaria requerida, porcentaje que alcanza el -7%, lo cual puede ser explicado por el ahorro energético que se da al importar productos ya refinados.

Tabla 5.1: Matriz de entradas y salidas de energía de Ecuador. Año 2000 (en miles de toneladas equivalentes de petróleo - Ktoe)

	Crudo, Gas licuado y refinados materia prima	Importación de refinados de petróleo	Gas Natural	Energía hidroeléctrica	Importación electricidad	Combustibles renovables	Productos del petróleo	Electricidad	Demanda Intermedia	Exportaciones	Transferencias	Diferencias estadísticas	Consumo final total	Total
Crudo, Gas licuado y materia prima	148	0	0	0	0	0	8444,148	0	8592,148	0	108,498	-200	0	8500,65
Importación de refinados de petróleo	0	0	0	0	0	0	1065,659	0	1065,659	0	0	0	0	1065,66
Gas Natural	0	0	281,283	0	0	0	0	0	281,283	0	0	0	0	281,28
Energía hidroeléctrica	0	0	0	0	0	0	0	654,374	654,374	0	0	0	0	654,37
Importación electricidad	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
Combustibles renovables	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8,31	689,081	697,39
Productos del petróleo	0	0	0	0	0	0	12,518	720,106	732,624	2501,767	-120,882	-84,743	5529,388	8558,15
Electricidad	0	0	0	0	0	0	0	234,264	234,264	0	0	0	678,368	912,63
Consumos intermedios	148	0	281,283	0	0	0	9522,325	1608,744	11560,352					
Producción	21051,645	0	281,283	654,374	0	697,392	7900,06	912,632						
Importaciones	-12473	1065,659	0	0	0	0	1065,659	0						
Stock change	-78	0	0	0	0	0	-407,564	0						
Necesidades de energía	8500,645	1065,659	281,283	654,374	0	697,392	8558,155	912,632						

Fuente: Elaboración propia a partir de los balances energéticos de la IEA.

Tabla 5.2: Matriz de relaciones energéticas directas para el Ecuador. Año 2000

	Crudo y gas natural	Importación refinados de petróleo	Energía hidroeléctrica	Importación electricidad	Combustibles renovables	Productos del petróleo	Electricidad
Crudo, Gas licuado y materia prima	0,049	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Importación de refinados de petróleo	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,125	0,000
Energía hidroeléctrica	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,717
Importación electricidad	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Combustibles renovables	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Productos del petróleo	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,789
Electricidad	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,257

Fuente: Elaboración propia a partir de los balances energéticos de la IEA.

Tabla 5.3: Matriz de requerimientos (directos e indirectos) de energía primaria, sin doble contabilidad para el Ecuador. Año 2000.

	Crudo y gas natural	Importación refinados de petróleo	Energía hidroeléctrica	Importación electricidad	Combustibles renovables	Productos del petróleo	Electricidad
Crudo, Gas licuado y materia prima	1,051	0,000	0,000	0,000	0,000	1,039	1,103
Importación de refinados de petróleo	0,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,125	0,132
Energía hidroeléctrica	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,965
Importación electricidad	0,000	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000	0,000
Combustibles renovables	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000
Total	1,051	1,000	1,000	1,000	1,000	1,164	2,200

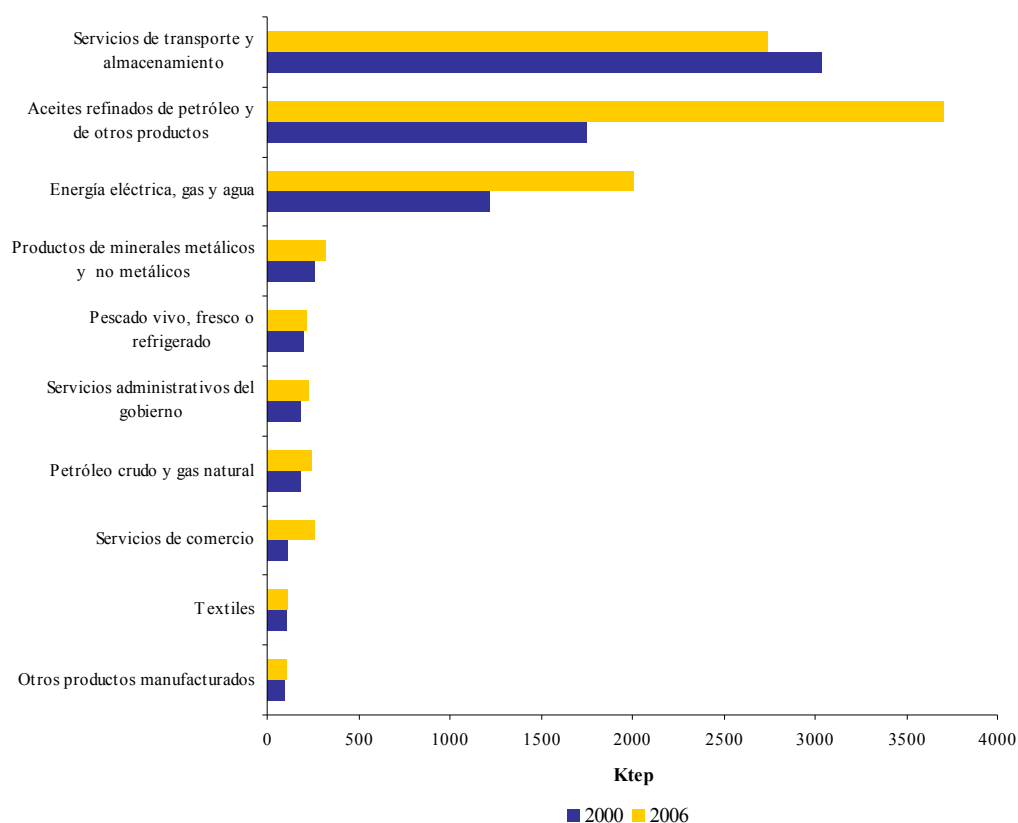
Fuente: Elaboración propia a partir de los balances energéticos de la IEA.

Por otro lado, al analizar el consumo de energía primaria, directa e indirecta, consumida para satisfacer la demanda de las diferentes mercancías para los dos años en estudio se observa que, tal como se ve en el gráfico 5.1¹⁷ los “servicios de transporte y almacenamiento” en el año 2000 eran los que consumían más energía primaria (3.038,59 Ktep lo que significa el 37,31% de la energía total) pero en el año 2006 pasan a ocupar el segundo lugar con un consumo de 2.740,04 Ktep (24,04% de participación), esto significa que su consumo en los 6 años decreció en un 9,83%, en cambio el producto de “refinados de petróleo” superó notablemente el consumo del “servicios de transporte y almacenamiento” alcanzando los 3.707,57 Ktep (32,53% de participación sobre el total) llevándole a ocupar la primera posición del consumo, y cuyo crecimiento durante los 6 años considerados fue del 112,48%. A estos productos le sigue la “energía eléctrica, gas y agua” que en los dos años ocupa el tercer lugar en el consumo de energía primaria, con una participación sobre el total de alrededor del 15%. Es interesante destacar que solamente entre estas tres mercancías se concentra aproximadamente el 75% del consumo de la energía primaria total del Ecuador.

Adicionalmente vale la pena mencionar que el producto “servicios de correos, telecomunicaciones y otros servicios” a pesar de ocupar la vigésima quinta posición en el consumo de energía primaria, es la que ha aumentado más su consumo de energía primaria, alcanzando así un crecimiento del 367,44%, seguido por los “servicios de intermediación financiera” con un crecimiento de 168,16% y el “camarón elaborado” con 144,33%.

¹⁷ Aquí solamente se especifica las 10 mercancías más importantes en el consumo de energía primaria para que sea más dinámico el análisis. Para ver el consumo de energía primaria de las 47 mercancías remitirse al anexo 3.

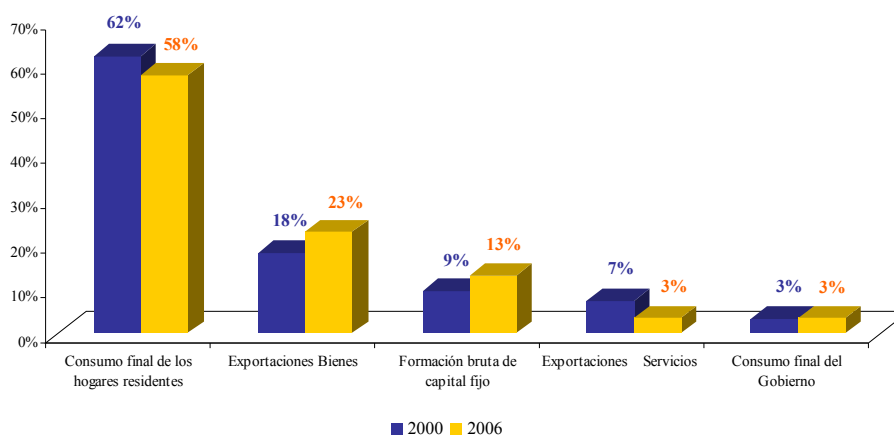
Gráfico 5.1: Consumo de energía primaria por mercancías en el Ecuador, 2000 y 2006



Fuente: Elaboración propia

Dentro del análisis también es posible analizar los distintos componentes que forman la demanda final de la economía, permitiendo ver el impacto que tiene cada uno de estos elementos sobre el consumo de energía final. Así, al descomponer la demanda final de cada mercancía en sus distintas partes, se obtiene un vector que expresa la cantidad de energía primaria total generada en la obtención del componente de la demanda final que se analice. En este sentido, al observar la contribución que tiene cada elemento de la demanda final en el consumo de energía primaria se destaca que, el “consumo final de los hogares” en los dos años analizados es el que presenta el mayor peso y alcanza valores considerables pues prácticamente más del 50% del consumo de energía primaria que realizan los distintos productores de mercancías está destinado a satisfacer esta demanda (ver gráfico 5.2), le sigue, pero muy por debajo, las “exportaciones de bienes” y la “formación bruta de capital fijo” con el 18% y 9% de participación sobre el total respectivamente para el año 2000 y con el 23% y 13% para el 2006. Esto hace notar que el estilo de vida en el Ecuador y el consumo de la sociedad es la responsable del acelerado crecimiento del consumo de energía primaria que se evidencia en el país.

Gráfico 5.2: Contribución al consumo de energía primaria por tipo de demanda final en el Ecuador. Años 2000 y 2006



Fuente: Elaboración propia

5.2. Identificación de mercancías clave en el consumo de energía primaria

En este apartado se identifican cuales son los productos clave de la economía ecuatoriana. Para este análisis se utiliza lo expuesto en la sección 4.2, que recordando, parte de los multiplicadores (por el lado de la oferta y la demanda) que se obtiene de la matriz simétrica insumo – producto y de la aplicación de las ecuaciones 4.6, 4.8 y 4.9.

Así, en la tabla 5.4 se presenta una descripción detallada de los índices ponderados de cada uno de los productos de la economía ecuatoriana, los cuales permiten clasificarlos en función de sus encadenamientos. Aquí se destaca que para el año 2000, existen 4 productos que son considerados clave, estos son: “petróleo crudo y gas natural”, “energía eléctrica, gas y agua”, “servicios de comercio” y “servicios de transporte y almacenamiento” mientras que para el 2006, a más de los ya mencionados, se tienen también a “textiles”, “construcción” y “servicios de correos y telecomunicaciones”. Es importante mencionar que para algunas mercancías se presentan valores negativos en los multiplicadores de la oferta (μ^t_v), los cuales en su gran mayoría se deben a que las existencias de esas mercancías en los dos años presentan valores negativos, lo que significa que se consumió más de lo que se produjo.

Tabla 5.4: Clasificación de los productos de acuerdo a los coeficientes de consumo de energía primaria ponderados para el Ecuador. Años 2000 y 2006

Productos	2000		2006	
	Uy/y	Uv/y	Uy/y	Uv/y
1 Banano, café, cacao	1,558	0,060	impulsor del consumo de EP según la demanda	2,192 0,062 impulsor del consumo de EP según la demanda
2 Cereales	-0,089	0,071	independiente	-0,173 0,117 independiente
3 Flores	0,152	0,006	independiente	0,288 0,023 independiente
4 Otros productos de la agricultura	0,356	0,060	independiente	0,556 0,109 independiente
5 Ganado, animales vivos y productos animales	0,355	0,042	independiente	0,550 0,073 independiente
6 Productos de la silvicultura	0,031	0,159	independiente	0,011 0,275 independiente
7 Camarón y larvas de camarón	0,004	0,038	independiente	0,009 0,131 independiente
8 Pescado vivo, fresco o refrigerado	0,424	0,174	independiente	1,148 0,185 impulsor del consumo de EP según la demanda
9 Petróleo crudo y gas natural	2,194	29,821	CLAVE	4,480 74,415 CLAVE
10 Minerales metálicos y no metálicos	-0,019	0,328	independiente	-0,126 0,876 independiente
11 Carne y productos de la carne	0,754	0,037	independiente	1,115 0,066 impulsor del consumo de EP según la demanda
12 Camarón elaborado	0,236	0,031	independiente	1,233 0,115 impulsor del consumo de EP según la demanda
13 Pescado y otros productos acuáticos elaborados, conservas de especies acuáticas	0,639	0,047	independiente	1,603 0,069 impulsor del consumo de EP según la demanda
14 Aceites crudos, refinados y grasas	0,347	0,037	independiente	0,679 0,071 independiente
15 Productos lácteos elaborados	0,248	0,006	independiente	0,416 0,009 independiente
16 Productos de molinería y productos de la panadería, fideos y pastas	1,014	0,024	impulsor del consumo de EP según la demanda	1,507 0,025 impulsor del consumo de EP según la demanda
17 Azúcar y panela	0,134	0,024	independiente	0,321 0,030 independiente
18 Productos del cacao elaborado y chocolate y productos de confitería	0,164	0,003	independiente	0,308 0,008 independiente
19 Otros productos alimenticios, Productos de café elaborado	0,468	0,038	independiente	0,772 0,056 independiente
20 Bebidas alcohólicas y no alcohólicas	0,414	0,041	independiente	0,653 0,076 independiente
21 Tabaco elaborado	0,026	0,000	independiente	0,035 0,000 independiente
22 Textiles	0,919	0,593	independiente	1,267 1,176 CLAVE
23 Productos de madera tratada, corcho y otros materiales	0,262	0,124	independiente	0,187 0,225 independiente
24 Pasta de papel, papel y cartón; productos editoriales y otros productos	-0,095	0,329	independiente	-0,393 0,765 independiente
25 Aceites refinados de petróleo y de otros productos	-1,008	-26,074	independiente	-24,229 -89,347 independiente
26 Productos químicos básicos, Otros productos químicos	-0,508	1,007	impulsor del consumo de EP según la oferta	-1,075 2,539 impulsor del consumo de EP según la oferta
27 Productos de caucho y plástico	0,005	0,386	independiente	-0,045 0,783 independiente
28 Productos de minerales metálicos y no metálicos	-0,100	0,322	independiente	-0,360 0,577 independiente
29 Metales comunes y productos metálicos elaborados	-0,387	0,529	independiente	-1,479 1,700 impulsor del consumo de EP según la oferta
30 Maquinaria y equipo y aparatos eléctricos; partes, piezas y accesorios	-0,278	0,970	independiente	-0,915 3,917 impulsor del consumo de EP según la oferta
31 Equipo de transporte; partes, piezas y accesorios	-0,357	0,835	independiente	-0,535 1,760 impulsor del consumo de EP según la oferta
32 Otros productos manufacturados	1,114	0,069	impulsor del consumo de EP según la demanda	1,941 0,094 impulsor del consumo de EP según la demanda
33 Energía eléctrica, gas y agua	1,801	2,364	CLAVE	3,388 3,514 CLAVE
34 Trabajos de construcción y construcción	3,536	0,631	impulsor del consumo de EP según la demanda	8,711 1,355 CLAVE
35 Servicios de comercio	7,390	4,664	CLAVE	10,905 10,286 CLAVE
36 Servicios de hotelería y restaurante	0,671	0,171	independiente	1,380 0,376 impulsor del consumo de EP según la demanda
37 Servicios de transporte y almacenamiento	21,324	22,068	CLAVE	22,268 17,582 CLAVE
38 Servicios de correos, telecomunicaciones y otros servicios	0,300	0,336	independiente	1,748 1,060 CLAVE
39 Servicios de intermediación financiera	0,456	0,188	independiente	1,200 0,886 impulsor del consumo de EP según la demanda
40 Servicios de seguros y fondos de pensiones	0,005	0,366	independiente	-0,018 0,945 independiente
41 Servicios de alquiler de vivienda	0,221	0,017	independiente	0,435 0,038 independiente
42 Servicios prestados a las empresas	-0,244	5,049	impulsor del consumo de EP según la oferta	-0,291 8,588 impulsor del consumo de EP según la oferta
43 Servicios administrativos del gobierno	1,742	0,622	impulsor del consumo de EP según la demanda	3,383 0,564 impulsor del consumo de EP según la demanda
44 Servicios de enseñanza	0,465	0,092	independiente	0,765 0,151 independiente
45 Servicios sociales y de salud	0,311	0,028	independiente	1,152 0,046 impulsor del consumo de EP según la demanda
46 Otros servicios sociales y personales	0,043	0,367	independiente	0,033 0,742 independiente
47 Servicios domésticos	0,000	0,000	independiente	0,000 0,000 independiente

Fuente: Elaboración propia

Para hacer un análisis más claro de los encadenamientos productivos, se procedió a clasificar a los productos en 3 distintos sectores: primario, manufactura y servicios¹⁸, y adicionalmente se utiliza las representaciones gráficas de los resultados para ilustrar los diferentes encadenamientos. De esta forma en los gráficos, en el eje de las X's se presenta los multiplicadores de la oferta ponderados (backward linkages) y en el eje de las Y's se ubican los multiplicadores de la demanda ponderados (forward linkages).

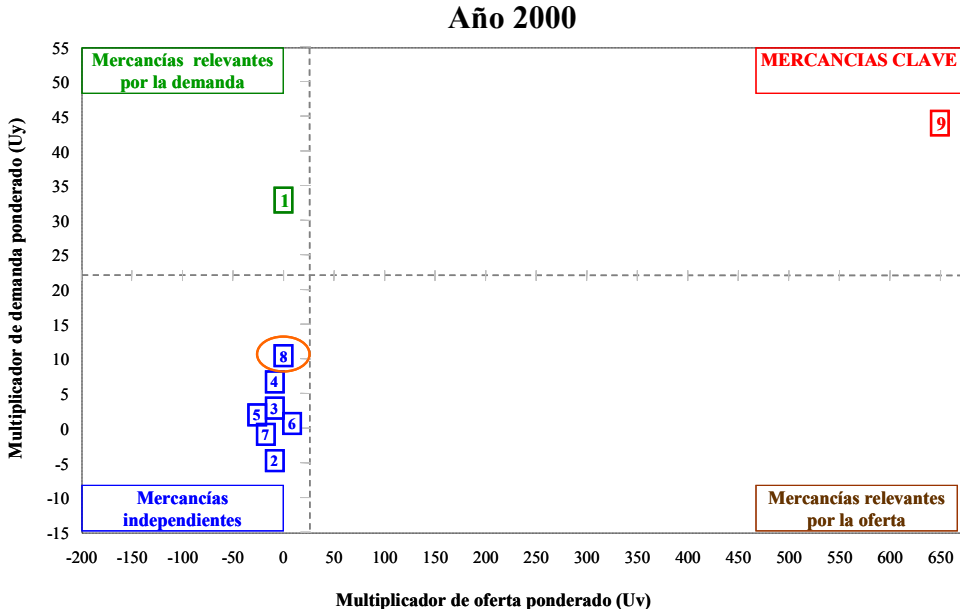
Así, analizando los resultados de las mercancías del sector primario (ver gráfico 5.3) se destaca que, el “petróleo crudo y gas natural” en los dos años analizados es considerado como

¹⁸ Clasificación tomada de Gachet, Iván (2005). “Efectos Multiplicadores y Encadenamientos Productivos: Análisis Input-Output de la Economía Ecuatoriana”, Banco Central del Ecuador, Cuestiones Económicas, Vol 21, No 3:3-3, pag 121-122.

mercancía clave en el consumo de energía primaria; es importante asimismo ver que este producto es el que presenta los índices más altos de consumo de energía primaria entre todos los productos desde la perspectiva de la demanda en los dos años, esto se explica claramente porque del total de su producción solamente el 30% se distribuye entre todos los sectores, mientras que el 70% restantes se destina a exportaciones (demanda final), lo que muestra que es un producto altamente demandado.

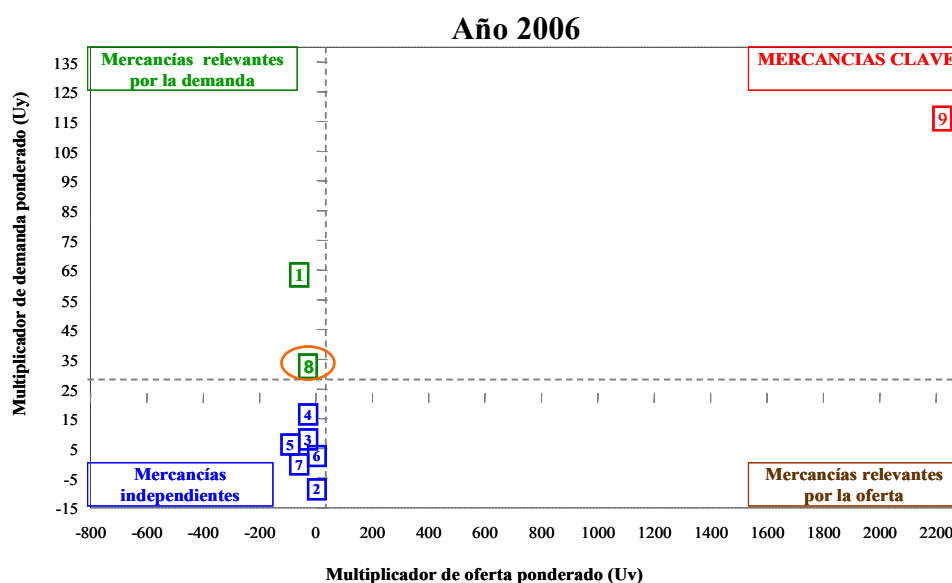
Al observar las mercancías impulsoras del consumo de EP por el lado de la demanda se destaca que para el año 2000 solamente está en este grupo el “banano, café y cacao”, sin embargo, para 2006 el producto “pesca” que era una considerada una mercancía independiente en el año 2000, pasó a formar parte de este grupo. Estas mercancías están caracterizadas por tener fuertes encadenamientos hacia delante y bajos hacia atrás. Por otro lado se tiene que, las mercancías de “flores”, “cría de animales”, “cría de camarón”, “silvicultura” y “cereales” presentan bajos encadenamientos, razón por la cual son considerados como productos independientes.

Gráfico 5.3a: Clasificación mercancías: productos primarios.



Nota.- La descripción de las mercancías anteriores es: 1 Banano, café, cacao, 2 Cereales, 3 Flores, 4 Otros cultivos, 5 Cría de animales, 6 Silvicultura, 7 Cría camarón, 8 Pescado vivo, 9 Petróleo crudo y gas natural

Gráfico 5.3b: Clasificación mercancías: productos primarios.



Nota.- La descripción de las mercancías anteriores es: 1 Banano, café, cacao, 2 Cereales, 3 Flores, 4 Otros cultivos, 5 Cría de animales, 6 Silvicultura, 7 Cría camarón, 8 Pescado vivo, 9 Petróleo crudo y gas natural
Fuente: Elaboración propia

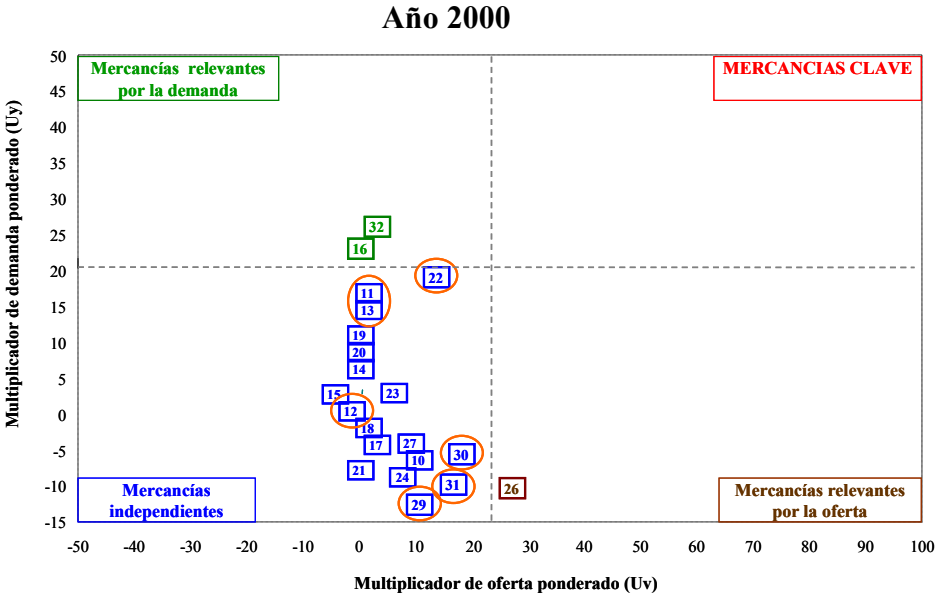
De los gráficos 5.3 también se puede observar que ninguna de las mercancías es relevante por el lado de la oferta (cuarto cuadrante), reflejando así que los productos primarios son utilizados más que nada como insumos intermedios para el resto de productos. Esto se puede evidenciar por el hecho de que, por ejemplo, la “producción de petróleo” es un insumo para la “refinación”, igual caso se presenta con la “cría de animales” que es un insumo para el “procesamiento de carne o embutidos”, el “pescado vivo o refrigerado” para el “pescado y otros productos acuáticos elaborados o las conservas de especies acuáticas”, entre otros.

Para la manufactura (gráficos 5.4) se observa que en el año 2000 no existe ninguna mercancía que sea considerada clave, mientras que para 2006, el producto “textiles” pasó de ser independiente a clave. Del mismo modo, al analizar las mercancías que son relevantes por el lado de la oferta se destaca que, para el año 2000 solamente los “productos químicos básicos” estaban dentro de este grupo, sin embargo para 2006 las mercancías “metales comunes y productos metálicos elaborados”, “maquinaria y equipo” y “equipo de transporte” pasaron a formar parte de esta clasificación. Este tipo de encadenamientos están caracterizados por el hecho de que las mercancías para su producción utilizan distintos insumos entre ellos la energía, por lo que al ser ofertados en el mercado hace que aquellos que las consuman también aumenten su consumo de EP.

Por otra parte las mercancías relevantes por el lado de la demanda para el año 2000 son: “molinería” y “otros productos manufacturados” las cuales se caracterizan por demandar insumos intermedios de los productos primarios. Igual que en el caso de la oferta, para el año 2006 se incrementaron las mercancías que pertenecen a este grupo, entre los que se encuentra a la “carne y productos de la carne”, “camarón elaborado” y “pescado y otros productos acuáticos elaborados”, este último tiene una estrecha relación con el aumento observado anteriormente de su insumo principal (“pescado vivo”).

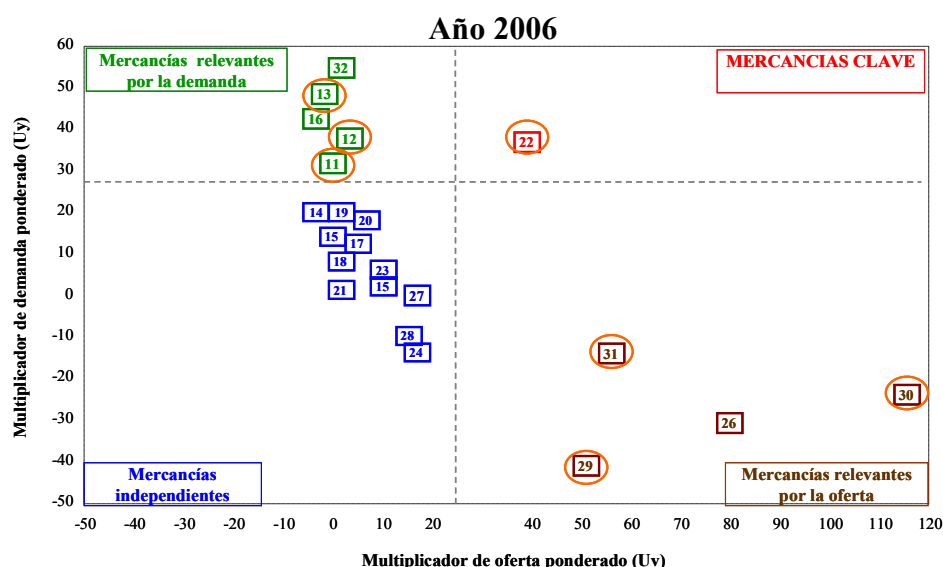
Es importante mencionar que el producto “aceites refinados de petróleo” es el único que presenta valores negativos en los multiplicadores de consumo de energía primaria ponderados tanto desde una perspectiva de oferta como de demanda (ver tabla 5.4), esto se debe a que este producto es el único que genera un valor agregado negativo a la economía ecuatoriana, lo cual es consecuencia de los altos subsidios dados por el gobierno, lo que generan una pérdida importante a la economía. A consecuencia de esto, dicho producto no puede ser considerado dentro del análisis ya que se estaría subestimando o sobreestimando su verdadera influencia.

Gráfico 5.4a: Clasificación mercancías: productos de la manufactura.



Nota.- La descripción de las mercancías anteriores es: 10 Minerales, 11 Carne y productos de la carne, 12 Camarón elaborado, 13 Pescado y otros productos acuáticos elaborados, 14 Aceites, 15 Lácteos elaborados, 16 Molinería, 17 Azúcar, 18 Cacao, 19 Otros alimenticios, 20 Bebidas, 21 Tabaco elaborado, 22 Textiles, 23 Madera, 24 Papel, 26 Químicos básicos, 27 Caucho y plástico, 28 Minerales metálicos y no metálicos, 29 Metales, 30 Maquinaria y equipo, 31 Equipo de transporte, 32 Otros productos manufacturados

Gráfico 5.4b: Clasificación mercancías: productos de la manufactura



Nota.- La descripción de las mercancías anteriores es: 10 Minerales, 11 Carne y productos de la carne, 12 Camarón elaborado, 13 Pescado y otros productos acuáticos elaborados, 14 Aceites, 15 Lácteos elaborados, 16 Molinería, 17 Azúcar, 18 Cacao, 19 Otros alimenticios, 20 Bebidas, 21 Tabaco elaborado, 22 Textiles, 23 Madera, 24 Papel, 26 Químicos básicos, 27 Caucho y plástico, 28 Minerales metálicos y no metálicos, 29 Metales, 30 Maquinaria y equipo, 31 Equipo de transporte, 32 Otros productos manufacturados

Fuente: Elaboración propia

Al analizar los servicios, las mercancías que son consideradas clave son: “energía eléctrica, gas y agua”, “comercio” y “servicios de transporte y almacenamiento” para el año 2000 mientras que para 2006, como en los análisis anteriores, se adicionan ciertos productos, que en este caso específico son: “construcción” y “servicios de correos y telecomunicaciones”, la primera pasó de tener fuertes encadenamientos hacia atrás a clave, mientras la segunda pasó de ser independiente a clave. Es interesante ver que los “servicios de transporte y almacenamiento” son los que tienen los mayores índices de consumo de EP desde la perspectiva de la oferta en los dos años analizados.

Gráfico 5.5a: Clasificación mercancías: servicios.

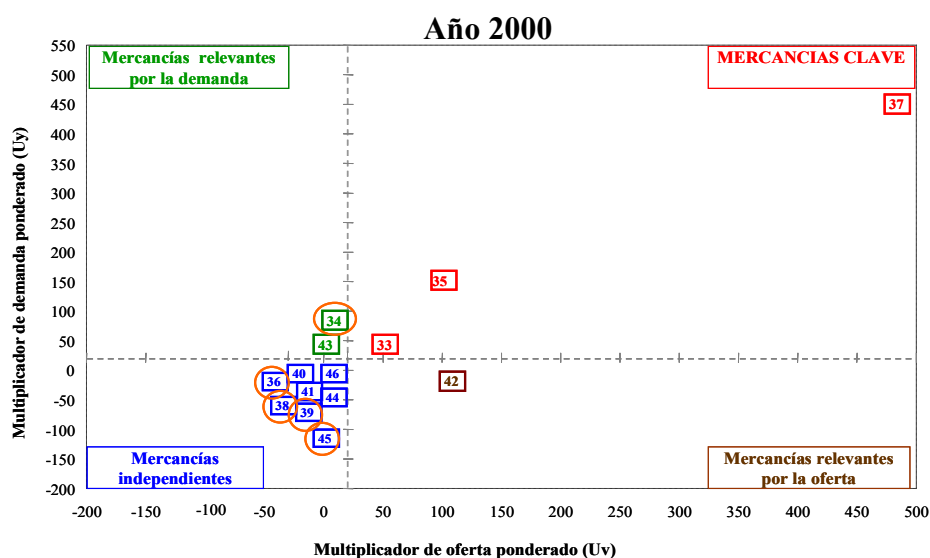
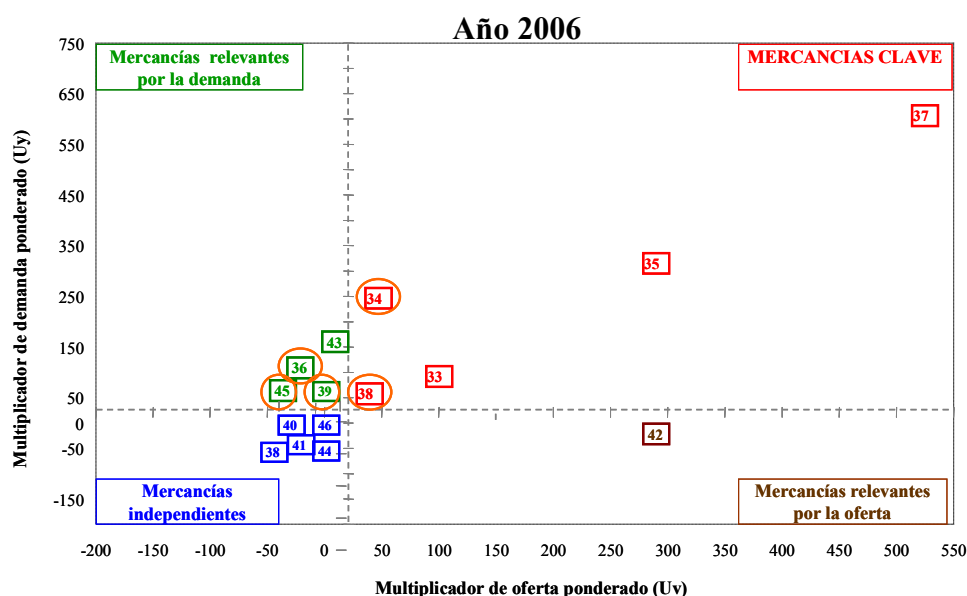


Gráfico 5.5b: Clasificación mercancías: servicios.



Nota.- La descripción de las mercancías anteriores es: 33 Energía eléctrica, gas y agua, 34 Construcción, 35 Comercio, 36 Hotelería y restaurante, 37 Transporte y almacenamiento, 38 Correos y telecomunicaciones, 39 Intermediación financiera, 40 Seguros y fondos de pensiones, 41 Alquiler de vivienda, 42 Servicios prestados a las empresas, 43 Servicios administrativos del gobierno, 44 Enseñanza, 45 Servicios sociales y de salud, 46 Otros servicios, 47 Servicios domésticos.
Fuente: Elaboración propia

Al analizar las mercancías relevantes por el lado de la oferta se observa que, solamente los “servicios prestados a las empresas” constan dentro de este grupo en los dos años. Por el lado de la demanda en cambio, para el año 2000 se encuentra a los “servicios administrativos del gobierno” y a la “construcción” aunque esta última como se explicó anteriormente pasó a ser considerado un producto clave para el 2006. Por su parte la “hotelería y restaurantes”, “intermediación financiera” y “servicios sociales y de salud” constan como mercancías del segundo cuadrante (fuertes encadenamientos hacia atrás) para el año 2006 lo que muestra un cambio en relación al año 2000 cuando pertenecían al grupo de mercancías independientes.

A modo de conclusión se destaca que, en este apartado se ha detallado los encadenamientos que presentan las distintas mercancías tanto desde una visión de oferta como de demanda, lo que permitió también hacer un análisis comparativo entre los años 2000 y 2006 para ver cuales han sido los cambios más importantes en la estructura productiva del país.

5.3. Análisis de descomposición estructural

En este apartado se hace el análisis de descomposición estructural del consumo de la energía primaria aplicando la metodología detallada en la sección 4.3 y más específicamente a través

de la utilización de la ecuación 4.20 la cual permite determinar el cambio en el consumo de energía primaria y así determinar que parte de ese cambio se debe a variaciones en el crecimiento, o variaciones en la estructura de la demanda, a cambios tecnológico o a la interacción entre las variables. El análisis realizado aquí es del tipo intertemporal ya que se trata de observar los factores que contribuyen a los cambios en el consumo de energía primaria a través del tiempo en el Ecuador.

De esta forma en la tabla 5.5 se presentan los resultados del análisis de descomposición para cada uno de los productos de la economía ecuatoriana, observando así que, en el total de la economía, las variaciones que más han contribuido en el aumento del consumo de energía primaria son las provocadas por el cambio tecnológico (7.762 Ktep) y el cambio estructural de la demanda (4.686 Ktep), el primero se refiere a que entre el año 2000 y 2006 ha existido una variación importante en los coeficientes técnicos de las matrices inversas de Leontief o lo que es lo mismo, la forma de producción de la economía ecuatoriana ha sufrido ciertas variaciones, lo que ha generado que el consumo de energía también cambie en el período de análisis. Adicionalmente se destaca que el elemento de interacción tiene un aporte negativo en el cambio estructural del consumo de energía entre los dos años, alcanzando un valor de -3.634 Ktep aunque el cambio explicado por el crecimiento de la demanda de la economía es el que menos aporte tiene alcanzado los -5.563 Ktep.

Al analizar el comportamiento de los distintos productos se observa que, el producto de “aceites refinados de petróleo y de otros productos” es el que presenta los mayores cambios en el consumo de EP a causa del cambio tecnológico (7.370 Ktep), seguido por la “energía eléctrica, gas y agua” con (398 Ktep) y “petróleo crudo y gas natural” con (101 Ktep), mientras que las variaciones debido al cambio estructural de la demanda presentan sus valores más altos en los productos de “servicios de transporte y almacenamiento” con 2.542 Ktep, seguido, como en el caso anterior, de la “energía eléctrica, gas y agua” con (1.345 Ktep) y de los “productos de minerales metálicos y no metálicos” con 289 Ktep. Es interesante destacar que si bien el producto de “servicios de transporte y almacenamiento” presenta el mayor valor en esta categoría, asimismo es la que tiene la menor variación debido al cambio tecnológico (-310 Ktep), lo que quiere decir que esta mercancía si bien es la segunda consumidora de EP en el año 2006, su consumo se debe básicamente al cambio estructural de la demanda.

Tabla 5.5: Cambios en el consumo de energía primaria. Valores en miles de toneladas equivalentes de petróleo

	Consumo de energía primaria año 2000	Variaciones debidas a				Consumo de energía primaria año 2006	
		crecimiento	cambio estructural de la demanda	cambio tecnológico	elemento de interacción		
1 Banano, café, cacao	26	-18	21	-1	0	28	
2 Cereales	2	-1	1	0	0	2	
3 Flores	3	-2	6	0	0	7	
4 Otros productos de la agricultura	6	-4	6	0	0	8	
5 Ganado, animales vivos y productos animales	5	-4	5	1	0	8	
6 Productos de la silvicultura	18	-12	13	-1	-1	17	
7 Camarón y larvas de camarón	21	-14	40	0	0	47	
8 Pescado vivo, fresco o refrigerado	202	-138	167	-10	-4	217	
9 Petróleo crudo y gas natural	181	-124	85	101	-1	241	
10 Minerales metálicos y no metálicos	37	-26	25	2	-4	35	
11 Carne y productos de la carne	22	-15	17	0	0	24	
12 Camarón elaborado	26	-18	56	0	0	64	
13 Pescado y otros productos acuáticos elaborados	46	-32	46	0	0	60	
14 Aceites crudos, refinados y grasas	47	-32	41	3	0	59	
15 Productos lácteos elaborados	10	-7	10	0	0	13	
16 Productos de molinería y productos de la panadería, fideos y pastas	58	-40	45	0	0	64	
17 Azúcar y panela	41	-28	30	-2	-1	40	
18 Productos del cacao elaborado y chocolate y productos de confitería	10	-7	11	0	0	15	
19 Otros productos alimenticios, Productos de café elaborado	47	-32	43	-1	-1	56	
20 Bebidas alcohólicas y no alcohólicas	48	-33	36	0	-1	51	
21 Tabaco elaborado	1	-1	1	0	0	1	
22 Textiles	106	-73	75	4	-3	110	
23 Productos de madera tratada, corcho y otros materiales	85	-58	61	2	-2	89	
24 Pasta de papel, papel y cartón; productos editoriales y otros productos	57	-39	66	1	-18	67	
25 Aceites refinados de petróleo y de otros productos	1.745	-1.192	-1.276	7.370	-2.939	3.708	
26 Productos químicos básicos, Otros productos químicos	14	-10	-7	23	0	21	
27 Productos de caucho y plástico	33	-23	27	15	-3	50	
28 Productos de minerales metálicos y no metálicos	262	-179	289	-20	-27	325	
29 Metales comunes y productos metálicos elaborados	43	-29	-8	62	-7	61	
30 Maquinaria y equipo y aparatos eléctricos; partes, piezas y accesorios	16	-11	-21	53	-18	19	
31 Equipo de transporte; partes, piezas y accesorios	18	-13	23	17	-5	40	
32 Otros productos manufacturados	96	-65	73	-1	-2	100	
33 Energía eléctrica, gas y agua	1.218	-832	1.325	398	-100	2.009	
34 Trabajos de construcción y construcción	41	-28	50	1	0	64	
35 Servicios de comercio	114	-78	173	52	-2	259	
36 Servicios de hotelería y restaurante	31	-21	40	1	-2	49	
37 Servicios de transporte y almacenamiento	3.039	-2.076	2.542	-310	-455	2.740	
38 Servicios de correos, telecomunicaciones y otros servicios	31	-21	135	7	-7	145	
39 Servicios de intermediación financiera	23	-16	49	6	0	62	
40 Servicios de seguros y fondos de pensiones	1	-1	0	7	-3	4	
41 Servicios de alquiler de vivienda	0	0	0	0	0	0	
42 Servicios prestados a las empresas	69	-47	103	-19	-29	77	
43 Servicios administrativos del gobierno	182	-124	165	0	0	223	
44 Servicios de enseñanza	29	-20	41	0	0	50	
45 Servicios sociales y de salud	26	-18	54	0	0	62	
46 Otros servicios sociales y personales	5	-3	2	0	0	4	
47 Servicios domésticos	0	0	0	0	0	0	
TOTAL	8.143	-5.563	4.686	7.762	-3.634	0	11.394

Fuente: Elaboración propia

Por otra parte, continuando con los productos que presentan los menores cambios en el consumo de EP a causa del cambio tecnológico, se tiene a los “productos de minerales metálicos y no metálicos” con -20 Ktep y los “servicios prestados a las empresas” con -19 Ktep, asimismo, las variaciones causadas por el cambio estructural de la demanda presentan sus valores más bajos para el producto de “aceites refinados de petróleo y de otros productos” con un valor que alcanza los -1.192 Ktep, le sigue los “servicios de transporte y almacenamiento” con -2.076 Ktep y en tercer lugar, pero muy por debajo, la “energía eléctrica, gas y agua” con -806 Ktep.

Adicionalmente es interesante hacer un análisis conjunto entre los resultados obtenidos de los productos clave que sufrieron cambios entre el año 2000 y 2006 y el análisis de descomposición estructural del consumo de EP, de esta forma se destaca que, el producto “pescado vivo, fresco o refrigerado”, tal como se mencionó en su momento, pasó de ser un producto independiente a ser impulsor del consumo de EP según la demanda, este comportamiento tiene mucha relación con el cambio estructural de la demanda de ese producto, pues ese factor es el que más influye en el aumento del consumo de EP en el año 2006. El mismo comportamiento se da en los productos “carne y productos de la carne”, “camarón elaborado”, “pescado y otros productos acuáticos elaborados”, “servicios de hotelería y restaurante”, “servicios de intermediación financiera” y “servicios sociales y de salud”, mercancías en las que también se ve que el cambio estructural de la demanda es el que presenta los valores más altos y por lo tanto hace que los encadenamientos por el lado de la demanda que tienen estas mercancías en el consumo de la energía primaria sea importante.

Por otra parte se observa que la “construcción” pasó de ser impulsor del consumo de EP según la demanda a mercancía clave, mientras que los “servicios de correos, telecomunicaciones y otros servicios” paso de ser independiente a mercancía, lo cual es explicado, para ambas mercancías, también por la influencia importante que tiene la estructura de la demanda en el aumento del consumo de energía primaria.

Concluyendo se puede destacar que, como se señalado, la mayor influencia dentro del análisis de descomposición estructural la tiene el cambio estructural de la demanda, este resultado es interesante puesto que se podría decir que si se generan políticas de control sobre la demanda se podría tener un efecto notable en la reducción del consumo de energía primaria en el total de la economía.

6. REFLEXIÓN CRÍTICA

El análisis insumo – producto es una herramienta muy útil para explicar el comportamiento y las interrelaciones que se dan dentro de la economía, sin embargo este modelo no esta exento de limitaciones y críticas, las cuales se centran básicamente por la rigidez de sus supuestos. En este sentido por un lado se tiene al supuesto de los retornos constantes a escala, el cual causa controversia debido a que en la realidad existen funciones mucho más complejas que simples proporciones para describir el proceso de producción, particularmente en industrias

donde es necesario contar con un gran número de insumos antes de obtener resultados del producto final (Christ, 1955).

El otro supuesto que puede ser incluso más debatido que el anterior, tiene que ver con la no sustitución entre los insumos utilizados en la producción, esto estaría asumiendo que todos los insumos son complementos perfectos, lo cual es “atacado” por ciertos economista debido a que en la realidad es de esperarse que exista una sustitución entre los insumos utilizados en la producción (Christ, 1955). Un tercer supuesto mantiene la premisa de que cada industria o proceso no puede producir más de un producto, es decir, no existen productos conjuntos. Esto también es discutido ya que si se analizan ciertas industrias de cualquier país se podrá observar que éstas producen más de un producto.

Otra de las limitaciones que suele atribuirse a este modelo es el carácter estático en el análisis, razón por la cual algunos autores han sugerido la creación de un modelo de equilibrio general dinámico o el uso de la programación lineal para poder superar este limitante y posiblemente también los anteriores. Sin embargo la aplicación de estos métodos, de forma que puedan explicar todas las interrelaciones que explica el modelo insumo – producto, demandarían un esfuerzo muy importante en investigación, recolección de datos, coordinación y trabajo de muchas personas por lo que hasta ahora en ningún país del mundo se ha conseguido elaborar un modelo que contenga las características deseadas, aunque si se han hecho intentos parciales usando la propuesta econométrica de Tinbergen en el que se han introducido en un modelo econométrico nacional un modelo insumo – producto para facilitar la desagregación sectorial de ciertos resultados (Pulido y Fontanela, 1993). A pesar de lo mencionado hasta el momento, aunque la técnica insumo producto tenga ciertos limitantes, constituye en la actualidad uno de los elementos mejor consolidados de la metodología de la economía aplicada para analizar de manera clara las interrelaciones que se presentan en una economía (Pulido y Fontela, 1993).

En relación al supuesto bajo el cual se construyó la matriz insumo – producto cabe destacar que el supuesto de la tecnología de la industria tiene críticas debido a que éste asume que diferentes productos son producidos con una estructura de insumos igual sin importar la industria donde sean producidas, lo cual claramente en la realidad no ocurre. De igual forma este supuesto mantiene que si los distintos productos tienen la misma estructura de costos porque se producen con la misma tecnología, entonces no habría razón alguna para que

tengan distintos precios, condición que requiere este supuesto pero que solamente se podría cumplir por casualidad. Este supuesto también exige que las participaciones en el mercado sean constantes en el tiempo, lo que tampoco sería realista (Naciones Unidas, 1999).

Por otro lado para crear las matrices simétricas del Ecuador fue necesario agregar los productos similares de acuerdo a las características particulares de cada industria, sin embargo el procedimiento más adecuado para hacer dicha agregación es definir de forma operativa una industria más pura en la que se vincule cada uno de los productos elaborados a la actividad productiva que le corresponda hasta integrar solo las unidades homogéneas (Haro, 2008). Sin embargo para poder realizar esta operación es necesario contar con información mucho más desagregada a nivel de producción y estructura de costos de cada producto producido, información que en la práctica se observa que, en la mayoría de países (y como es el caso del Ecuador) no se la tiene con tal desagregación.

En cuanto al modelo insumo – producto de la energía realizado es importante destacar que el vector de inputs primarios de cada mercancía calculado está ligeramente subestimado, esto se debe básicamente a que, a diferencia de otros estudios similares en este campo, aquí se hizo una desagregación de 47 productos, pero para lograr tal desagregación no se utilizaron los datos de la AIE de consumo de energía primaria por sector, sino que se elaboró una matriz de energía a ser repartida entre las mercancías correspondientes a energía primaria de la MIP simétrica calculada, lo que dejó de lado al resto de mercancías generando una subestimación. Dicha subestimación fue asumida por el hecho de que no es significativa y por el contrario, este procedimiento permite tener una mayor desagregación de las mercancías que están presentes en la economía ecuatoriana, logrando así analizar con mayor precisión que productos son los que consumen más energía primaria en el Ecuador, lo que constituye una de las fortalezas del trabajo.

Es importante destacar que en el presente estudio se realizaron todas las comprobaciones requeridas para asegurar que cada uno de los datos utilizados y la metodología aplicada era correcta, de esta forma se destaca que la MIP simétrica para los dos años calculados cumple las siguientes condiciones: i) el uso total de los productos nacionales a precios básicos es igual a la producción por producto a precios básicos, tanto a nivel agregado como para cada producto, ii) la producción de cada producto (por filas) es igual a la producción por producto por columnas y iii) la columna de uso total a precios básicos calculada (por producto) es igual

a la columna de oferta total a precios básicos de la tabla de oferta, adicionalmente se destaca que las matrices presentan consistencia ya que todos los elementos de sus matriz intermedia son positivos.

De igual forma para los balances energéticos se hizo la respectiva comprobación para ver si todo estaba correcto, obteniendo así que la multiplicación de la inversa de la matriz de necesidades totales de energía primaria por el consumo final de energía dio exactamente el valor de la energía primaria publicada por la AIE, lo que avala los resultados obtenidos. Finalmente se comprobó la consistencia del análisis de descomposición estructural, aquí se destaca que al sumar el consumo de energía primaria del año 2000 más los 4 efectos calculados del SDA dan como resultado el valor del consumo EP para el año 2006 para cada producto y en total, lo que asegura que todos los cálculos realizados son matemáticamente correctos.

7. CONCLUSIONES

Este trabajo se ha centrado en el análisis de los requerimientos de energía primaria de los distintos productos de la economía ecuatoriana, así como la identificación de los productos clave. Adicionalmente se realizó un análisis de descomposición estructural que permitió identificar que factores son los que han influenciado más en el crecimiento del consumo de energía primaria en el Ecuador durante los años 2000 y 2006 logrando así hacer una comparación conjunta que relacione estos resultados con los obtenidos en el análisis de los productos clave.

Para llevar a cabo estos cálculos se construyó una matriz simétrica insumo – producto basada en el supuesto de la tecnología de la industria, matriz que no es estimada para el Ecuador, lo que constituye el primer aporte de este trabajo. Esta MIP fue aplicada al campo de la energía primaria a través del uso de los balances energéticos publicados por la AIE.

En base a esta información, los resultados encontrados muestran que de los 47 productos analizados solamente 4 resultaron ser clave en el consumo de energía primaria para el año 2000, estos productos son: “petróleo crudo y gas natural”, “energía eléctrica, gas y agua”, “servicios de comercio” y “servicios de transporte y almacenamiento”. Para 2006 en cambio se encontró que, a más de los productos ya mencionados, 3 se adicionaron a esta categoría,

estos productos son: “textiles”, “trabajos de construcción y construcción” y “servicios de correos, telecomunicaciones y otros servicios”. Estos resultados fueron obtenidos al aplicar los multiplicadores ponderados de oferta y demanda a los datos de la MIP.

De la conclusión anterior se puede notar que del total de las 7 mercancías consideradas como clave, solamente 2 pertenecen a la industria mientras que 5 corresponden al sector servicios. Este comportamiento muestra que contrariamente a lo que se esperaría, el sector industrial no necesariamente es el que consume más energía, sino que por el contrario, el sector servicios es el que arrastra, ya sea hacia atrás o hacia delante, a consumir cantidades importantes de energía primaria. Este hallazgo llevaría a replantearse la idea de que una economía de servicios es más amigable con el ambiente.

Por otro lado los productos que impulsan al consumo de energía primaria por el lado de la demanda para el año 2000 son: “banano, café, cacao”, “productos de molinería”, “otros productos manufacturados”, “construcción” y “servicios administrativos del gobierno”, mientras que para el año 2006 a excepción del producto “construcción” que pasó a ser clave, se mantienen los mismos productos pero adicionándoles los siguientes: “pescado vivo, fresco o refrigerado”, “carne y productos de la carne”, “camarón elaborado”, “pescado y otros productos acuáticos elaborados”, “servicios de hotelería y restaurante”, “servicios de intermediación financiera” y “servicios sociales y de salud”.

Por el lado de la oferta en cambio para el año 2000 se tiene solamente 2 productos que son: “productos químicos básicos” y “servicios prestados a las empresas”, en cambio en el año 2006 se tiene 5 productos: “productos químicos básicos”, “metales comunes y productos metálicos elaborados”, “maquinaria y equipo y aparatos eléctricos”, “equipo de transporte” y “servicios prestados a las empresas”.

En base a los resultados anteriores se puede resumir la idea de que los productos que se encuentran clasificados como clave, impulsores desde la oferta o impulsores desde la demanda son aquellos productos en los que se debe centrar los esfuerzos para generar incentivos o políticas que ayuden a mejorar la eficiencia en el consumo de energía primaria, pues son éstos los que provocarían una reducción importante en el consumo de energía primaria en el total de la economía, lo que a su vez implicaría que la sostenibilidad en el tiempo de los combustibles de los que proviene la energía utilizada mejore.

El análisis de descomposición estructural del consumo de la energía primaria muestra que el producto “aceites refinados de petróleo” es el que presenta los mayores cambios en el consumo de EP a causa del cambio tecnológico, seguido pero muy por debajo por la “energía eléctrica, gas y agua” y el “petróleo crudo y gas natural”. Por su parte las variaciones debido al cambio estructural de la demanda presentan sus valores más altos en los productos de “servicios de transporte y almacenamiento”, seguido por la “energía eléctrica, gas y agua” y de los “productos de minerales metálicos y no metálicos”.

El análisis conjunto de los resultados obtenidos en los cálculos de las mercancías clave y el SDA muestran que los productos que pasaron de ser un independientes a ser impulsores del consumo de EP según la demanda o ser claves se debe básicamente a que en estos productos el factor que más a crecido es el cambio estructural de la demanda, lo que genera que se de esta variación en el año 2006.

Adicionalmente se considera importante que en un futuro se realice una actualización del presente trabajo ya que esto permitiría ver si con el paso de los años las interrelaciones entre los diferentes productos se mantienen o no, esto a su vez ayudaría a determinar que productos han ganado o perdido importancia dentro de la economía para poder generar políticas que evolucionen también en el tiempo a favor de la mejora en el consumo de la energía primaria.

Asimismo, para poder llevar a cabo este tipo de estudios y poderlos ir mejorando en el tiempo, se recomienda que el Banco Central del Ecuador, quien es el encargado de publicar las tablas oferta utilización, también publique dichas tablas a precios básicos al menos para distintos años de referencia, pues éstas constituyen un insumo indispensable para la construcción de las tablas insumo - producto y sin las cuales el trabajo de actualización se hace más difícil. De igual forma sería importante que se publique una tabla de uso de los productos y servicios importados a precios básicos para poder construir una matriz insumo – producto simétrica que diferencie los bienes y servicios nacionales de los importados, lo que permitirá que los análisis mejoren sustancialmente.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Alcántara, Vicente (1995) “Economía y contaminación atmosférica: hacia un nuevo enfoque desde el análisis input-output”. Unpublished Tesis doctoral. Universitat de Barcelona, Barcelona.
- Alcántara, Vicente y Roca, Jordi (1995) “Energy and CO2 emissions in Spain. Methodology of analysis and some results for 1980-90”, *Energy Economics*, Vol. 17, No. 3, pp. 221-230.
- Alcántara, Vicente y Padilla, Emilio (2002) “Nota metodológica sobre la determinación de sectores clave en el consumo de energía final: una primera aproximación al caso español”, working papers, Universitat Autònoma de Barcelona, Departament d’economía aplicada, No. 5, pp. 1-17.
- Alcántara, Vicente (2007) “Análisis input-output y emisiones de CO2 en España: Un primer análisis para la determinación de sectores clave en la emisión”, Working paper, Departament d’economía aplicada, Universitat Autònoma de Barcelona, Julio.
- Alcántara, Vicente, Del Río Pablo y Hernández Félix (2009) “Análisis estructural del consumo sectorial de electricidad. Una aplicación al caso español”, Documento de trabajo, Instituto de Políticas y Bienes Públicos (IPP), CSIC.
- Alcántara, Vicente y Duarte, Rosa (2004) “Comparison of energy intensities in European Union countries. Results of a structural decomposition analysis”, *Energy Policy*, Vol. 32, pp 177-189.
- Ang, B y Zhang, F (2000), “A survey of index decomposition analysis in energy and environmental studies”, *Energy*, Vol. 25, pp. 1149–1176.
- Ang, B et al. (2003). “Perfect decomposition techniques in energy and environmental analysis”, *Energy Policy*, Vol. 31, pp. 1561–1566
- Avons, Luc y Gilot, Albert (2002) “The new Belgian input-output table. General principles”, paper presented at the 14th International Conference on Input-Output Techniques, Montreal.
- Avonds, Luc et al. (2007). “Supply and use tables for Belgium 1995-2002: Methodology Compilation”. Working paper of the Federal Planning bureau, Belgium.
- Banco Central del Ecuador, Boletines de Cuentas Nacionales, Varios números.
- Bullard, Clark et al. (1978) “Net energy analysis: Handbook for Combining Process and Input-Output Analysis”, *Resources and Energy*, Vol. 1, pp. 267-313.
- Cantuche José M. (2006), “Análisis input-output de descomposición estructural aplicado a los casos de Andalucía y Madrid”, *Revista de métodos cuantitativos para la economía y la empresa*, Vol. 1, pp. 38-57.
- Casler, Stephen and Wilbur, Suzanne (1983) “Energy input-output: a simple guide”, *Resources and Energy*, Vol. 6, pp.187-201.
- CEPAL, Comisión Económica para América Latina y el Caribe, Segunda reunión de la Conferencia Estadística de las Américas de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe, Santiago de Chile, 18 al 20 de junio de 2003, pp. 11.
- Córdova, Gabriela y Oleas, Julio (2000) “Las clasificaciones de industrias y de productos del sistema de Cuentas Nacionales 1993 aplicadas a la economía ecuatoriana”, Cuadernos de Trabajo, Banco Central del Ecuador, pp 1-46.
- Cruz, Luis (2002) “Energy-Environment-Economy Interactions: An input-output approach applied to the Portuguese case”, Paper presented at the 7th biennial conference of international society for Ecological Economics, Sousse (Tunisia), 6-9 March 2002.
- Dietzenbacher, Erik y Los, Bart (1998) “Structural decomposition techniques: sense and sensitivity”, *Economic Systems Research*, Vol. 10, pp. 39-64.
- Dietzenbacher, Erik y Lahr, Michael (2001). “Input-output analysis: Frontiers and Extensions”, Palgrave, Basingstoke, pp. 1-31

- Duchin, Faye y Steenge, Albert (1999) "Input-output analysis, technology and the environment", en Van den Bergh J (eds.), *Handbook of Environmental and resource economics*, Edward Elgar, Cheltenham, Reino Unido, pp 1037-1059.
- Eurostat (2008) *Manual of Supply, Use and Input-Output Tables*, Methodologies and Workingpapers, Luxembourg.
- Farla, Jacco et al (1998) "Energy efficiency and structural change in the Netherlands, 1980-1990", *Energy Economics*, Vol. 20, pp 1-28.
- Fondo Monetario Internacional (1993) *Sistema de Cuentas Nacionales 1993*, Grupo Intersecretarial de Trabajo sobre Cuentas Nacionales, Bruselas.
- Fuentes, Noé y Sastré, Myrna (2001). "Identificación empírica de sectores clave de la economía subcaliforniana", *Revista Frontera Norte*, Vol. 13, N° 26, Mexico.
- Gachet, Iván (2005). "Efectos Multiplicadores y Encadenamientos Productivos: Análisis Input-Output de la Economía Ecuatoriana", Banco Central del Ecuador, Cuestiones Económicas, Vol 21, No 3:3-3, pp 97-133.
- Gastelum, Martha (2009). "Requerimientos sectoriales de energía eléctrica en México. Una aplicación del concepto de entropía de Theil al análisis insumo-producto", unpublished Msc., Desertación, Universitat Autònoma de Barcelona, Barcelona.
- Genaro, Ma. Dolores y Melchor, Elías (2005) *Manual de Economía Aplicada: introducción teórica y práctica*, segunda edición, España.
- Gitli, Eduardo y Hernández, Greivin, H. (2002) "La existencia de la curva de Kuznets ambiental (CKA) y su impacto sobre las negociaciones internacionales", Centro internacional de política económica para el desarrollo sostenible, Serie de Documentos de trabajo 009.
- Ghosh, A. (1958). "Input-ouput approach in an allocation system", *Economica*, vol. 25, issue 97, pp. 58-64.
- Haro, Rodolfo (2008). "Método para la estimación matemática de la matriz insumo-producto simétrica: a partir de las matrices de oferta y utilización asimétricas en una economía abierta", Centro de estudios monetarios latinoamericanos, México D.F.
- Hawdon, David y Pearson, Peter (1995) "Input-output simulations of energy environment, economy interactions in the UK", *Energy Economics*, Vol. 17, N° 1, pp 73-86.
- Hazari, Bharat (1970). "Empirical identification of key sectors in the Indian economy", *The review of Economics and Statistics*, Vol. 52, N° 3. pp. 301-305.
- Hewings, Geoffrey et al. (1988) "Key sectors and structural change in the Brazilian economy: A Cowparison of Alternative Approaches ancl Their Policy Implications", *Journal of Policy Modeling*, Vol. 11, No. 1, pp 67-90
- Hoekstra, Rutger y Van den Bergh, Jeroen (2003) "Comparing structural and index decomposition análisis", *Energy Economics*, Vol.25, N° 1, pp. 39-64.
- Hoekstra, Rutger (2005) *Economic Growth, Material Flows and the Enviroment. New Applications of Structural Decomposition Analysis and Physical Input-Output Tables*, Edwar Elgar, Chentelham, pp. 232
- Hoer, Alex y Mulder, Machiel (2003). "Explaining Dutch emissions of CO₂; a decomposition análisis", CPB Netherlands Bureau for economic policy analysis, N° 24, The Hague.
- International Energy Agency (IEA). (2008). *Energy Balances of OECD-countries*, Documentation for beyond 2020 files, Paris, International Energy Agency.
- Iráizoz, Belén (2006) "¿Es determinante el método en la identificación de los sectores clave de una economía?. Una aplicación al caso de las tablas Input-Output de Navarra", *Estadística Española*, Vol. 48, Núm. 163, pp. 551-585

- Kagawa, Shigemi e Inamura, Hajime (2001) “A structural decomposition of energy consumption based on a hybrid rectangular Input-Output framework: Japan’s case”, *Economic System Research*, Vol. 13, N° 4, pp. 339-363.
- Kula, Memmet (2008). “Supply - Use and input-output tables, backward and forward linkages of the turkish economy, Paper presented at The 16th Inforum World Conference in Northern Cyprus 01 – 05 September 2008.
- Lenzen, M. (1998). “Primary Energy and greenhouse gases embodied in Australian final consumption: An input-output analysis”, *Energy Policy*, Vol. 26, No. 6, pp. 495 – 506.
- León, Patricio y Pazmiño, Sandra (1996) “El SCN 93: Tablas de oferta-utilización y matrices de Insumo producto”, Cuadernos de Trabajo, Banco Central del Ecuador, pp 1-13.
- León, Patricio y Marconi, Salvador (1999). *La contabilidad nacional: teoría y métodos*, Tercera Edición, Abya Yala.
- Leontief, Wassily (1970). “Environmental Repercussions and the Economic Structure: An Input-Output Approach”, *The Review of Economics and Statistics*, Vol. 52, No. 3, pp. 262-271
- Leontief, Wassily (1975), *Análisis input output*, Barcelona: Ediciones Orbis, S.A.
- Merino, Pedro y García, Rodnan (2004) “Fuentes estadísticas de utilización de la energía y comparación por países”, *Índice: Revista de estadística y Sociedad*, Instituto de estadísticas de España (INE), N° 7, pp. 6-7.
- Miller, Ronald y Blair, Peter (1985) *Input-Output Analysis: Foundations and extensions*. Prentice-Hall, Ed.1, Estados Unidos.
- Naciones Unidas (1999) *Handbook of input-output table compilation and analysis*. Studies in Methods, Handbook of National Accounting, serie F, No. 74, New York
- Patiño, Isabel (2008). Análisis de las necesidades de energía primaria desde la perspectiva del modelo insumo-producto: Aplicación a la economía Colombiana, unpublished Msc., Disertación, Universitat Autònoma de Barcelona, Barcelona.
- Placer, J. (1980). “La dependencia exterior de la economía Leonesa”, *Revista Economía Leonesa*, Ed. Cámara de León, Septiembre.
- Pulido, Antonio y Fontanela, Emilio (1993). *Análisis Input-Output: modelos, datos y aplicaciones*. Ed. Pirámide.
- Roca, Jordi y Padilla, Emilio (2003), “Emisiones atmosféricas y crecimiento económico en España. La curva de Kuznets ambiental y el protocolo de Kyoto”, *Economía Industrial*, N° 351.
- Roca, Jordi et al. (2007), “Actividad económica, consumo final de energía y requerimientos de energía primaria en Cataluña, 1990-2005. Análisis mediante el uso de los balances energéticos desde una perspectiva input-output”, working papers, Universitat Autònoma de Barcelona, Departament d’economía aplicada, No.7, pp. 1-32
- Rong-Hwa, Wu y Chia-Yon, Chen (1990) “On the application of input-output analysis to energy issues”, *Energy Economics*, vol. 12, issue 1, pp. 71-76.
- Rose, Adam (1999), “Input-output structural decomposition analysis of energy and environment”, en Van den Bergh J (eds), *Handbook of Environmental and resource economics*, Edward Elgar, Cheltenham, Reino Unido, pp 1164-1179.
- Skolka, Jiri (1989) “Input-Output Structural Decomposition analysis for Austria”, *Journal of Policy Modeling*, Vol. 11, pp. 45-66.
- Sonis, Michael et al (1995). “Linkages, key sectors, and structural change: some new perspectives”, *The Developing Economies*, Vol 23, N° 3. pp 234-270.
- Stern, David et al. (1996) “Economic Growth and Environmental Degradation: The Environmental Kuznets Curve and Sustainable Development”, *World Development*, Vol.24, No. 7, pp. 1151-1160.

- Sun, J. (1998). "Changes in energy consumption and energy intensity: a complete decomposition model", *Energy Economics*, Vol. 20, pp. 85-100.
- Ten Raa, Thijs y Rueda-Cantuche, José M. (2007). "Stochastic analysis of input-output multipliers on the basis of use and make tables", *Review of Income and Wealth*, Series 53, N° 2, pp1-18.
- Thage, Bent (2005) "Symmetric Input-Output Tables: Compilation Issues", Paper presented at the Fifteenth International Input-Output Conference 27 June – 1 July 2005, Beijing, China
- Thage, Bent y Ten Raa, Thijs (2006) "Streamlining the SNA 1993 chapter on Supply and use tables and input-output", Paper presented at the 29th General Conference of The International Association for Research in Income and Wealth, Joensuu, Finland, August 20 – 26, 2006.
- Wachsmann, Ulrike et al. (2008) "Structural decomposition of energy use in Brazil from 1970 to 1996, *Applied Energy*, Vol 86, pp 578-587.

9. ANEXOS

Anexo 1: Clasificación de productos e industrias de las tablas oferta utilización cuadradas y las matrices insumo – producto del Ecuador.

Nº	Clasificación de los 47 productos	Clasificación de las 47 industrias
1	Banano, café, cacao	Cultivo de banano, café y cacao
2	Cereales	Cultivo de cereales
3	Flores	Cultivo de flores
4	Otros productos de la agricultura	Otros cultivos
5	Ganado, animales vivos y productos animales	Cría de animales
6	Productos de la silvicultura	Silvicultura y extracción de madera
7	Camarón y larvas de camarón	Cría de camarón
8	Pescado vivo, fresco o refrigerado	Pesca
9	Petróleo crudo y gas natural	Extracción de petróleo crudo, gas natural y actividades de servicios relacionadas
10	Minerales metálicos y no metálicos	Explotación de minas y canteras
11	Carne y productos de la carne	Producción, procesamiento y conservación de carne y productos cárnicos
12	Camarón elaborado	Elaboración y conservación de camarón
13	Pescado y otros productos acuáticos elaborados, conservas de especias acuáticas	Elaboración y conservación de pescado y productos de pescado
14	Aceites crudos, refinados y grasas	Elaboración de aceites y grasas de origen vegetal y animal
15	Productos lácteos elaborados	Elaboración de productos lácteos
16	Productos de molinería y productos de la panadería, fideos y pastas	Elaboración de productos de molinería y panadería
17	Azúcar y panela	Elaboración de azúcar
18	Productos del cacao elaborado y chocolate y productos de confitería	Elaboración de cacao, chocolate y productos de la confitería
19	Otros productos alimenticios y productos de café elaborado	Elaboración de otros productos alimenticios n.c.p.
20	Bebidas alcohólicas y no alcohólicas	Elaboración de bebidas
21	Tabaco elaborado	Elaboración de productos del tabaco
22	Hilos e hilados; tejidos y confecciones. Cuero, productos del cuero y calzado	Fabricación de productos textiles, prendas de vestir; fabricación de cuero y artículos de cuero
23	Productos de madera tratada, corcho y otros materiales	Producción de madera y fabricación de productos de madera
24	Pasta de papel, papel y cartón; productos editoriales y otros productos	Fabricación de papel y productos de papel
25	Aceites refinados de petróleo y de otros productos	Fabricación de productos de la refinación de petróleo
26	Productos químicos básicos y otros productos químicos	Fabricación de sustancias y productos químicos
27	Productos de caucho y plástico	Fabricación de productos de caucho y plástico
28	Productos de minerales metálicos y no metálicos	Fabricación de otros productos minerales no metálicos
29	Metales comunes y productos metálicos elaborados	Fabricación de metales comunes y de productos elaborados de metal
30	Maquinaria y equipo y aparatos eléctricos; partes, piezas y accesorios	Fabricación de maquinaria y equipo
31	Equipo de transporte; partes, piezas y accesorios	Fabricación de equipo de transporte
32	Otros productos manufacturados	Industrias manufactureras n.c.p.
33	Energía eléctrica, gas y agua	Suministro de electricidad y agua
34	Trabajos de construcción y construcción	Construcción
35	Servicios de comercio	Comercio al por mayor y al por menor
36	Servicios de hotelería y restaurante	Hoteles y restaurantes
37	Servicios de transporte y almacenamiento	Transporte y almacenamiento
38	Servicios de correos, telecomunicaciones y otros servicios	Correos y telecomunicaciones
39	Servicios de intermediación financiera	Intermediación financiera excepto seguros
40	Servicios de seguros y fondos de pensiones	Financiación de planes de seguros y de pensiones, excepto los de seguridad social de afiliación obliga
41	Servicios de alquiler de vivienda	Alquiler de vivienda
42	Servicios prestados a las empresas	Otras actividades empresariales
43	Servicios administrativos del gobierno	Administración pública y defensa; planes de seguridad social de afiliación obligatoria
44	Servicios de enseñanza	Enseñanza
45	Servicios sociales y de salud	Servicios sociales y de salud
46	Otros servicios sociales y personales	Otros servicios sociales y personales
47	Servicios domésticos	Servicio doméstico

Fuente: Banco Central del Ecuador

Anexo 2

a) Matriz de entradas y salidas de energía de Ecuador. Año 2006 (en miles de toneladas equivalentes de petróleo - Ktoe)

	Crudo, Gas licuado y refinados de materia prima	Importación de Gas Natural	Energía hidroeléctrica	Importación electricidad	Combustibles renovables	Productos del petróleo	Electricidad	Demanda Intermedia	Exportaciones	Transferencias estadísticas	Consumo final total	Total
Crudo, Gas licuado y materia prima	180	0	0	0	0	0	0	8704,602	0	63,882	-215	0
Importación de refinados de petróleo	0	0	0	0	0	0	0	3169,153	0	0	0	0
Gas Natural	0	0	0,215	0	0	0	0	558,955	0	0	0	0
Energía hidroeléctrica	0	0	0	0	0	0	0	613,094	0	0	0	0
Importación electricidad	0	0	0	0	0	0	0	135,02	0	0	0	0
Combustibles renovables	0	0	0	0	0	0	0	232,973	0	0	0	0
Productos del petróleo	0	0	0	0	0	0	1,07	1533,512	2170,593	-71,174	556,325	6827,704
Electricidad	0	0	0	0	0	0	0	637,69	0	0	0	822,246
Consumos intermedios	180	0	0,215	0	0	0	0	15586,069	0	0	0	1459,94
Producción	28067,484	0	558,955	613,094	0	579,257	8047,358	1324,916				
Importaciones	-196,44	3169,153	0	0	135,02	0	3169,153	135,02				
Stock change	130	0	0	0	0	0	-198,481	0				
Necesidades de energía	8553,484	3169,153	558,955	613,094	135	579,257	11018,03	1459,936				

Fuente: Elaboración propia a partir de los balances energéticos de la IEA.

b) Matriz de relaciones energéticas directas para el Ecuador. Año 2006

	Crudo, Gas licuado y refinados de materia prima	Importación de Gas Natural	Energía hidroeléctrica	Importación electricidad	Combustibles renovables	Productos del petróleo	Electricidad
Crudo, Gas licuado y materia prima	0,021	0,000	0,000	0,000	0,000	0,774	0,000
Importación de refinados de petróleo	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,288	0,000
Gas Natural	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,383
Energía hidroeléctrica	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,420
Importación electricidad	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,092
Combustibles renovables	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,160
Productos del petróleo	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,050
Electricidad	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,437

Fuente: Elaboración propia a partir de los balances energéticos de la IEA.

c) Matriz de requerimientos (directos e indirectos) de energía primaria para el Ecuador. Año 2006

	Crudo, licuado y materia prima	Gas de refinados de petróleo	Gas Natural	Energía hidroeléctrica	Importación electricidad	Combustibles renovables	Productos del petróleo	Electricidad
Crudo, Gas licuado y materia prima	1,021	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,790	1,474
Importación de refinados de petróleo	0,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,288	0,536
Gas Natural	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,680
Energía hidroeléctrica	0,000	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,746
Importación electricidad	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000	0,164
Combustibles renovables	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000	0,000	0,283
Productos del petróleo	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000	1,865
Electricidad	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,776
Total	1,021	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	2,078	7,524

Fuente: Elaboración propia a partir de los balances energéticos de la IEA.

d) Matriz de requerimientos (directos e indirectos) de energía primaria, sin doble contabilidad para el Ecuador. Año 2006

	Crudo, licuado y materia prima	Gas de refinados de petróleo	Gas Natural	Energía hidroeléctrica	Importación electricidad	Combustibles renovables	Productos del petróleo	Electricidad
Crudo, Gas licuado y materia prima	1,021	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,790	1,474
Importación de refinados de petróleo	0,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,288	0,536
Gas Natural	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,680
Energía hidroeléctrica	0,000	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,746
Importación electricidad	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000	0,164
Combustibles renovables	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000	0,000	0,283
Total	1,021	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,078	3,884

Fuente: Elaboración propia a partir de los balances energéticos de la IEA.

Anexo 3: Consumo de energía primaria por mercancías en el Ecuador. Años 2000 y 2006

	2000		2006		Crecimiento 2000-2006
	Consumo energía primaria	Participación sobre el total	Consumo energía primaria	Participación sobre el total	
1 Servicios de transporte y almacenamiento	3038,594	37,31%	2740,042	24,05%	-9,83%
2 Aceites refinados de petróleo y de otros productos	1744,881	21,43%	3707,573	32,54%	112,48%
3 Energía eléctrica, gas y agua	1218,059	14,96%	2009,289	17,63%	64,96%
4 Productos de minerales metálicos y no metálicos	261,991	3,22%	324,701	2,85%	23,94%
5 Pescado vivo, fresco o refrigerado	202,380	2,49%	217,340	1,91%	7,39%
6 Servicios administrativos del gobierno	182,078	2,24%	223,111	1,96%	22,54%
7 Petróleo crudo y gas natural	181,169	2,22%	241,272	2,12%	33,17%
8 Servicios de comercio	113,502	1,39%	259,024	2,27%	128,21%
9 Textiles	106,204	1,30%	109,562	0,96%	3,16%
10 Otros productos manufacturados	95,794	1,18%	100,428	0,88%	4,84%
11 Productos de madera tratada, corcho y otros materiales	85,452	1,05%	88,857	0,78%	3,98%
12 Servicios prestados a las empresas	69,164	0,85%	77,206	0,68%	11,63%
13 Productos de molinería y productos de la panadería, fideos y pastas	58,063	0,71%	63,830	0,56%	9,93%
14 Pasta de papel, papel y cartón; productos editoriales y otros productos	56,933	0,70%	67,066	0,59%	17,80%
15 Bebidas alcohólicas y no alcohólicas	48,140	0,59%	50,745	0,45%	5,41%
16 Aceites crudos, refinados y grasas	46,978	0,58%	58,974	0,52%	25,54%
17 Otros productos alimenticios, Productos de café elaborado	46,646	0,57%	56,170	0,49%	20,42%
18 Pescado y otros productos acuáticos elaborados, conservas de especies acuáticas	46,201	0,57%	60,089	0,53%	30,06%
19 Metales comunes y productos metálicos elaborados	43,150	0,53%	60,700	0,53%	40,67%
20 Trabajos de construcción y construcción	41,489	0,51%	64,251	0,56%	54,87%
21 Azúcar y panela	40,661	0,50%	40,440	0,35%	-0,54%
22 Minerales metálicos y no metálicos	37,411	0,46%	34,741	0,30%	-7,14%
23 Productos de caucho y plástico	33,389	0,41%	49,502	0,43%	48,26%
24 Servicios de hotelería y restaurante	31,042	0,38%	49,230	0,43%	58,59%
25 Servicios de correos, telecomunicaciones y otros servicios	31,018	0,38%	144,990	1,27%	367,44%
26 Servicios de enseñanza	28,743	0,35%	49,816	0,44%	73,31%
27 Camarón elaborado	26,369	0,32%	64,427	0,57%	144,33%
28 Banano, café, cacao	26,166	0,32%	28,095	0,25%	7,37%
29 Servicios sociales y de salud	26,127	0,32%	62,411	0,55%	138,87%
30 Servicios de intermediación financiera	23,013	0,28%	61,711	0,54%	168,16%
31 Carne y productos de la carne	21,579	0,26%	23,795	0,21%	10,27%
32 Camarón y larvas de camarón	20,796	0,26%	47,008	0,41%	126,05%
33 Equipo de transporte; partes, piezas y accesorios	18,311	0,22%	39,684	0,35%	116,73%
34 Productos de la silvicultura	18,177	0,22%	17,337	0,15%	-4,62%
35 Maquinaria y equipo y aparatos eléctricos; partes, piezas y accesorios	15,520	0,19%	19,143	0,17%	23,34%
36 Productos químicos básicos, Otros productos químicos	14,411	0,18%	20,505	0,18%	42,28%
37 Productos del cacao elaborado y chocolate y productos de confitería	10,375	0,13%	14,599	0,13%	40,71%
38 Productos lácteos elaborados	9,886	0,12%	12,651	0,11%	27,96%
39 Otros productos de la agricultura	6,448	0,08%	7,985	0,07%	23,83%
40 Ganado, animales vivos y productos animales	5,186	0,06%	8,249	0,07%	59,04%
41 Otros servicios sociales y personales	4,912	0,06%	3,896	0,03%	-20,67%
42 Flores	3,167	0,04%	6,683	0,06%	110,97%
43 Cereales	1,632	0,02%	1,885	0,02%	15,48%
44 Servicios de seguros y fondos de pensiones	1,412	0,02%	4,388	0,04%	210,77%
45 Tabaco elaborado	0,878	0,01%	0,973	0,01%	10,90%
46 Servicios de alquiler de vivienda	0,000	0,00%	0,000	0,00%	0,00%
47 Servicios domésticos	0,000	0,00%	0,000	0,00%	0,00%
TOTAL	8143,496	1,000	11394,371	100%	39,92%

Fuente: Elaboración propia a partir de los balances energéticos de la IEA.