



INSTITUTO
MEXICANO DEL
TRANSPORTE



Certificación ISO 9001:2008 †

Análisis de las relaciones intersectoriales y la eficiencia técnica del Sector Transporte en México.

Víctor Islas Rivera
César Rivera Trujillo
Salvador Hernández García
Martha Lelis Zaragoza

**Publicación Técnica No. 338
Sanfandila, Qro, 2010**

SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES
INSTITUTO MEXICANO DEL TRANSPORTE

**Análisis de las relaciones intersectoriales y la
eficiencia técnica del Sector Transporte en México**

Publicación Técnica No. 338
Sanfandila, Qro, 2010

Esta investigación fue realizada en la Coordinación de Economía de los Transportes y Desarrollo Regional del Instituto Mexicano del Transporte por Víctor Islas Rivera, César Rivera Trujillo y Salvador Hernández García, con la participación de Martha Lelis Zaragoza del Área de Formación Posprofesional.

Índice

Resumen	iv
Abstract	vi
Resumen Ejecutivo	viii
Introducción	1
1. Antecedentes: la Matriz Insumo – Producto	4
2. Homologación de sectores de la matriz 1980 con la matriz 2003	11
3. El sector transporte y las relaciones interindustriales	27
4. Eficiencia técnica del transporte dentro de la matriz de insumo-producto	16
Conclusiones	45
Bibliografía.....	49
Anexo	55

Resumen

En el presente informe se presenta una primera revisión y análisis de la relación económica sectorial entre el sector transporte mexicano y los demás sectores de la economía. Así, con base en la información generada por parte del INEGI, se han determinado los principales sectores (oferentes y demandantes) con los que el sector transporte en México tiene eslabonamientos, tanto en su carácter de sector oferente de servicios (“eslabonamientos hacia adelante”) como en su modalidad de demandante de bienes y servicios de otros sectores (“eslabonamientos hacia atrás”). También se ha realizado un análisis comparativo de la interrelación sectorial de 2003 con la información intersectorial que se observaba en 1980 en el transporte de México. Se exploran también las posibilidades de uso del análisis de la eficiencia técnica mediante el análisis de envolvente de datos (data envelopment analysis) propuesto por Charnes, Cooper y Rodes en 1978 (modelo DEA-CCR), para caracterizar el desempeño del sector transporte, tomando el criterio de la mejor marca o frontera de producción eficiente. Con esto se desea avanzar en la búsqueda de nuevas bases metodológicas para mejorar el análisis de la demanda agregada del sector transporte por medio de la información que proporciona la matriz insumo-producto.

Abstract

In this essay we have the aim of making a first revision and analysis of the economic relationship between mexican transport sector with the other sectors of domestic economy. We have analyzed the main sectors (producers and consumers) linked with the mexican transport sector, based on the information of INEGI. This is carried out not only considering the transport sector as the producer of the transport services ("forward linking") but also studying transport as the consumer of goods and services from other sectors ("backward linking"). Also, we have compared the economic relationship of transport sector with the other sectors in 2003 with the corresponding relationship observed previously (in 1980). Moreover, we explore the possibilities of application of analytical tools like technical efficiency models. Thus, we apply the data envelopment analysis proposed by Charnes, Cooper and Rhodes in 1978 (DEA-CCR model) to estimate the technical efficiency that would show the economic performance of transport sector, using the criterion of the benchmarking or efficient production frontier. We hope this essay could contribute in the search for economic analysis tools based in the information available from input-output matrix.

Resumen ejecutivo

En el presente reporte de se muestran los resultados de una investigación cuyo objetivo general ha sido realizar un análisis estadístico de la relación económica sectorial entre el sector transporte mexicano y los demás sectores de la economía, tanto en su carácter de sector oferente de servicios (“eslabonamientos hacia delante”) como en su modalidad de demandante de bienes y servicios de otros sectores (“eslabonamientos hacia atrás”), explorando también las posibilidades de uso de la matriz insumo - producto para caracterizar el desempeño del sector transporte, tomando el criterio de la mejor marca o frontera de producción eficiente. Con esto se desea avanzar en la búsqueda de nuevas bases metodológicas para mejorar el análisis de la demanda agregada del sector transporte por medio de la información que proporciona la matriz insumo-producto.

La Matriz de Insumo-Producto (en adelante, MIP) es un cuadro o arreglo que presenta las relaciones interindustriales (o intersectoriales, si identificamos a una industria con un sector) de un país o región en un periodo determinado, por ejemplo, el año de 1980 o el año de 2003.

Por relaciones interindustriales nos referimos a las compras y ventas que los diferentes sectores de la economía realizan unos con otros, por ejemplo, el sector agrícola vende productos al sector ganadero o a diferentes sectores industriales (alimentos, tejidos, etc.); igualmente, el sector agrícola compra productos de algunos sectores industriales (por ejemplo, maquinaria, fertilizantes, etc.). También, las compras y ventas pueden darse dentro del propio sector, así por ejemplo, el sector agrícola le compra semillas al mismo sector agrícola.

Si existen n sectores, estas relaciones intersectoriales se pueden representar en una matriz cuadrada de dimensión $n \times n$ (A_{ij}) donde el típico elemento A_{ij} representan las ventas que hace el sector “ i ” al sector “ j ”, o similarmente, las compras que hace el sector “ j ” al sector “ i ”.

Sería ideal que se pudieran tener tantos sectores como bienes existen en la economía (bajo el supuesto de que no hay producción conjunta); sin embargo, eso implicaría un alto costo en la obtención de la información y haría el manejo de las matrices imposible (por ejemplo, habría que trabajar con matrices del orden de, por decir algo, cien mil por cien mil). Lo que se hace en la práctica es agregar a las industrias para formar sectores, por ejemplo, sector agropecuario en lugar de la industria del maíz, del trigo, etc. De este modo, tenemos interrelación entre sectores, los cuales se pueden identificar como industrias “agregadas”, a diferencia de las industrias simples.

Mientras que las matrices insumo-producto anteriores (1970, 1975, 1978, y 1980) desarrolladas por la SPP, registraban 18 sectores de la economía, la nueva matriz insumo-producto de 2003 desarrollada por el INEGI, utiliza la clasificación del Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (SCIAN), el cual divide a la economía en 20 sectores. Asimismo, la matriz insumo-producto utiliza el nuevo Sistema de Cuentas Nacionales del año base 2003, modernizando así, en 23 años la base de los cálculos (a precios constantes) del sistema anterior. Así, la diferencia entre las clasificaciones de la Matriz de insumo-producto de 1980 y 2003, no sólo es la cantidad de sectores de la actividad económica (18 versus 20, respectivamente), sino también el hecho de que en la clasificación de 1980, se incluían nueve ramas económicas como parte del sector industrias manufactureras, mientras que en la versión de 2003, dichas ramas se presentan agregadas en un solo sector y son desagregadas como subsectores de actividad económica en la matriz. Por supuesto, en 2003 se tienen otros sectores que antes aparecían como subsectores. Dadas las diferencias en la clasificación de los sectores de actividad económica entre las matrices de 1980 y las de 2003, se procedió a homologar dichas clasificaciones con el fin de obtener una matriz actualizada compatible con la clasificación utilizada por los algoritmos del PPST.

El resultado del anterior proceso de compatibilización dio como resultado una matriz de insumo producto de 2003 que ya es compatible al nivel de sector de actividad compatible con la matriz de 1980. Con esta información ya se está en posibilidad de realizar los cálculos de interdependencia sectorial y de eficiencia técnica para el año de 2003 y compararlos con los correspondientes al año de 1980. El resultado es sintetizado a continuación.

El análisis de la demanda de servicios públicos de transporte por parte de las denominadas grandes divisiones de la economía en los años 1970, 1978 y 2003 muestra que, durante este período, la industria manufacturera solicitó casi la mitad de los servicios públicos demandados al sector transporte, aunque esta demanda descendió del 51.5% observado en 1970 al 46.3% en 1978 y al 35.5% en 2003. La segunda actividad en importancia en la demanda de servicios públicos de transporte en 1970 era la construcción con, aproximadamente, la quinta parte del total. () En cambio, para 2003 esta participación había caído a poco más del ocho por ciento. En el año 2003, es el propio sector transporte, almacenamiento y comunicaciones el que ocupa el segundo lugar como demandante de insumos al sector transporte (con casi el 17 por ciento). Esto puede interpretarse como una clara señal del nivel que ya se ha alcanzado en México, tanto en el intermodalismo como en la formación e integración de redes logísticas y de transporte.

De manera similar al análisis anterior (y con las mismas fuentes de información) se puede estudiar cómo cambia la relación del sector transporte con los otros sectores cuando éste demanda ciertos bienes y servicios para su funcionamiento. El cuadro 1.4 muestra los insumos demandados por el sector en estudio para los años de 1970, 1978 y 2003. La descripción del contenido de dicho cuadro es muy similar a la del cuadro 3. Nuevamente, es la industria manufacturera la que tiene la

mayor importancia, pero ahora como oferente de bienes necesarios para el transporte. Sin embargo, mientras que su participación dentro de los insumos del sector transporte representaba poco más del cincuenta por ciento en 1970, para el año 2003 la manufacturas ya sólo representan poco más del 36%. Algo similar sucede con el comercio. Así, de constituir casi el 20% de los insumos del sector transporte en 1970, esta participación baja a poco más del 11% en 2003. En contrapartida, si bien aún están muy por debajo de la oferta de bienes y servicios que le proporciona la industria manufacturera al sector transporte, ciertas actividades como el transporte mismo, los servicios financieros y los servicios comunales, muestran una mayor dinámica en sus índices de participación, destacando incluso el caso de los servicios comunales, sociales y personales que ya casi alcanza el 22% de los insumos totales usados por la gran división Transporte Almacenamiento y Comunicaciones. Cabe destacar que sólo hay tres actividades que muestran una muy baja o nula oferta de bienes o servicios al sector transporte: el sector agropecuario, la minería y la construcción. La primera no parece producir en realidad ningún insumo directo indispensable para la realización de las actividades de transportación. Sin embargo, la explicación no es tan clara en el caso de los otros dos casos.

Una forma de calcular la interacción del sector transporte pero en una forma agregada, es mediante la utilización de los índices de interdependencia.

Estos índices miden el grado de relación de un sector con el resto de la economía. Para el caso del sector transporte mexicano en las matrices insumo-producto de 1980 y 2003, se puede ver que el transporte es un sector que, tanto en 1980 como en el año 2003, "jala" poco a la economía (el promedio es menor a la unidad). Sin embargo, es un sector que si bien en 1980 resultaba "jalado" por la economía (el promedio es bastante mayor a la unidad), para 2003 este efecto es apenas notable. Esto se puede interpretar como una evidencia de que el sector transporte es un sector necesario para el resto de la economía, y en cambio, es un sector que no "arrastra" mucho de la economía por la vía de su demanda de bienes y servicios.

Las medidas de eficiencia nos indican una relación entre lo que se produce, y lo que se debe producir. Es decir, para saber si se está produciendo de manera eficiente, debe existir un marco de comparación. Para ello, Farrell (1957) propuso que dicha comparación debería estar en función de la mejor marca (o algo parecido a lo que hoy conocemos como "benchmarking") observada entre un conjunto de empresas (en nuestro caso, sectores económicos) o DMU (), a las que se desee equiparar. Una vez definida la eficiencia, lo importante es determinar la frontera de la misma. Para ello, en los últimos años se han desarrollado diversos enfoques para determinar la frontera y medir la eficiencia. En este trabajo se ha empleado el método de la envolvente de datos o DEA (Data Envelopment Analysis), desarrollado por Charnes, Cooper y Rhodes en 1978, el cual es un método de programación lineal en el que la función de producción está definida por el máximo nivel de producción, alcanzable con una cierta combinación de

insumos. El método DEA implica el uso de métodos de programación lineal para “construir” una superficie (o frontera) no paramétrica envolvente de los datos.

De los valores obtenidos en la estimación de la eficiencia técnica de los veinte sectores económicos que incluye la MIP del año 2003, se puede apreciar que, el sector transporte obtiene una calificación igual a la unidad lo que significa que se encuentra en la frontera de producción eficiente. Lo mismo sucede con otros sectores como la construcción, el comercio y la mayoría de los sectores relacionados con actividades de servicios. Por el contrario, el sector dedicado a la “Dirección de corporativos y empresas” resulta con la peor calificación, esto es, es totalmente ineficiente. Por supuesto, estos resultados requieren un mayor estudio del tema de la eficiencia sectorial y sus implicaciones, pero queda de manifiesto el potencial de uso analítico del método de la DEA.

Introducción

El Instituto Mexicano del Transporte (IMT) tiene como una de sus tareas básicas la difusión de información relevante para la toma de decisiones de los diversos agentes económicos del sector transporte. Los indicadores de desempeño económico y de impacto social de los modos de transporte son referencia indispensable en la evaluación de proyectos, dado el objetivo de asignar eficientemente las inversiones públicas y privadas en el sector transporte dentro del ámbito nacional.

Tomando en cuenta lo anterior, el presente estudio tuvo como objetivo general el de realizar un análisis global de la relación económica sectorial entre el sector transporte mexicano y los demás sectores de la economía, tanto en su carácter de sector oferente de servicios como en su modalidad de demandante de bienes y servicios de otros sectores.

Como objetivos particulares, se tienen los siguientes:

- 1) Determinar los principales sectores (oferentes y demandantes) con los que el sector transporte en México tiene interrelación, con base en la información generada por parte del INEGI.
- 2) Realizar un análisis comparativo de la interrelación sectorial de 2003 con la información intersectorial que se observaba previamente (en 1980) en el transporte de México (eslabonamientos hacia delante y eslabonamientos hacia atrás).
- 3) Explorar las posibilidades de uso de la matriz de Leontief para el análisis de la eficiencia técnica mediante el método de análisis de envolvente de datos (data envelopment analysis).

La confiabilidad de los resultados depende de la calidad de la nueva información proporcionada por INEGI. Así, se han asumido como válidos los flujos intersectoriales agregados, los coeficientes tecnológicos asumidos, así como todas las hipótesis explícitas o implícitas que INEGI haya considerado.

Por razones similares a las anteriores, los análisis se restringieron a los años de 1980 y 2003, para los cuales se cuenta con la información pertinente.

Las actividades que han sido desarrolladas para realizar el presente trabajo son las siguientes.

1. Recopilación de información.

Se refiere a la recopilación de toda la información estadística existente y que se ha considerado relevante para el desarrollo de los análisis estadísticos, los cálculos de eslabonamientos y el modelo de Leontief. Además, se ha realizado una revisión de la bibliografía sobre el análisis intersectorial y sus aplicaciones recientes al sector transporte.

2. Análisis de la información estadística recopilada.

En esta actividad se realizó un análisis tanto de los datos estadísticos obtenidos del Sistema de Cuentas Nacionales, y en particular de la Matriz de Insumo Producto. Se realizaron también las modificaciones correspondientes a la información de las matrices insumo producto de tal forma que sea compatible con la clasificación del SCIAN (Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte), el cual divide a la economía en 20 sectores.

3. Análisis intersectorial.

Igualmente, se realizaron los cálculos de los índices de interdependencia o eslabonamientos productivos basándose en la información contenida en las matrices insumo-producto.

4. Análisis de la eficiencia técnica del sector transporte.

Se han explorado también las posibilidades de análisis de la eficiencia técnica del sector transporte dentro de la matriz insumo producto. Para ello se utilizó el modelo propuesto por Charnes, Cooper y Rodes en 1978 (modelo DEA-CCR). Esto permitió caracterizar el desempeño del sector transporte, tomando el criterio de la mejor marca o frontera de producción eficiente. presente trabajo...

1 Antecedentes: la matriz insumo – producto

En el Instituto Mexicano del Transporte y específicamente en la Coordinación de Economía de los Transportes y Desarrollo Regional se han desarrollado diversos proyectos de investigación relacionados con el desempeño macro-económico del sector transporte. Sin embargo, una de las principales limitantes para realizar el estudio de las relaciones económicas intersectoriales del transporte mexicano era la falta de información estadística oficial, reciente y confiable. Afortunadamente, ahora ya se cuenta con la información más reciente por parte del INEGI, la cual si bien es referente al año 2003, representa un gran avance con relación a las fuentes anteriores que datan del año de 1980.

Las principales herramientas de análisis intersectorial que se basan en la información disponible en la matriz de insumo producto son, básicamente: el cálculo de Índices de interdependencia, en el análisis de eslabonamientos productivos y en las simulaciones con la matriz insumo producto.() Sin embargo, en el presente trabajo, y ante la falta de información confiable sobre los pronósticos de desempeño de la economía mexicana en el mediano plazo (específicamente, del vector de valor bruto de la producción) no entraremos al análisis de la MIP para efectos de simulación. No obstante, hemos realizado una aplicación del análisis de la eficiencia técnica del sector transporte mediante el modelo DEA-CCR que encuentra la frontera de producción eficiente.

Los alcances reales de la aplicación de las anteriores herramientas de análisis sectorial dependen de las características de la propia matriz insumo producto que el INEGI ha puesto a disposición del público, por lo que es muy importante incluir a continuación una breve descripción de dicha fuente de información.

1.1 Descripción general

La descripción de la matriz insumo-producto se ha basado, en el presente trabajo, en diversos documentos explicativos de la misma, sobre todo los publicados por el INEGI (o, antes de su creación, por la Secretaría de Programación y Presupuesto), y se han hecho algunas explicaciones e interpretaciones de la naturaleza de la matriz y sus usos. Esta descripción ya había sido incluida, en alguna medida, en un documento publicado hace varios años por uno de los autores del presente trabajo y sólo fue revisada y actualizada en algunos conceptos.(1) Sin embargo,

¹ *Ibidem*.

creemos que es una ayuda muy importante para explicar el significado preciso de los cálculos y análisis realizados posteriormente.

La Matriz de Insumo-Producto es un cuadro o arreglo que presenta las relaciones interindustriales (o intersectoriales, si identificamos a una industria con un sector) de un país o región en un periodo determinado, por ejemplo, el año de 1980.

Por relaciones interindustriales nos referimos a las compras y ventas que los diferentes sectores de la economía realizan unos con otros, por ejemplo, el sector agrícola vende productos al sector ganadero o a diferentes sectores industriales (alimentos, tejidos, etc.); igualmente, el sector agrícola compra productos de algunos sectores industriales (por ejemplo, maquinaria, fertilizantes, etc.). También, las compras y ventas pueden darse dentro del propio sector, así por ejemplo, el sector agrícola le compra semillas al mismo sector agrícola.

Si existen n sectores, estas relaciones intersectoriales se pueden representar en una matriz cuadrada de dimensión $n \times n$ (A_{ij}) donde el típico elemento A_{ij} representan las ventas que hace el sector "i" al sector "j", o similarmente, las compras que hace el sector "j" al sector "i".

Sería ideal que se pudieran tener tantos sectores como bienes existen en la economía (bajo el supuesto de que no hay producción conjunta); sin embargo, eso implicaría un alto costo en la obtención de la información y haría el manejo de las matrices imposible (por ejemplo, habría que trabajar con matrices del orden de, por decir algo, cien mil por cien mil). Lo que se hace en la práctica es agregar a las industrias para formar sectores, por ejemplo, sector agropecuario en lugar de la industria del maíz, del trigo, etc. De este modo, tenemos interrelación entre sectores, los cuales se pueden identificar como industrias "agregadas", a diferencia de las industrias simples.

Pero aun cuando hablamos exclusivamente de sectores, queda todavía ambigua la cantidad óptima de estos, ya que esa cantidad depende del nivel de agregación. El número de sectores, o nivel de agregación se determina de acuerdo con los censos industriales y con lo que se considera puede ser un tamaño de matriz manejable (por supuesto también entran en juego cuestiones de costo). En México el número de sectores fue de 72 para las primeras matrices (70, 75 y 80).

De este modo, la matriz de relaciones intersectoriales para México en los primeros años fue de 72×72 . Hay que hacer notar que las entradas de la citada matriz representan valores, no unidades físicas; esto es, se contabiliza el valor de las ventas o compras, es decir, precio por cantidad. De otra manera no se podrían agregar bienes diferentes; por ejemplo, cómo expresar el total de ventas del sector agrícola cuando éste consiste de maíz, trigo, jitomate, etc. Esto es importante cuando se quieren hacer comparaciones, por ejemplo, cómo podemos decir si el producto agrícola es mayor en una situación o en otra.

Para obtener la matriz de insumo en forma completa, sólo necesitamos considerar algunas otras relaciones económicas. Por ejemplo, cuando consideramos un

renglón de la matriz (A_{ij}) , esto es, $A_{i.}$, estamos considerando el vector de dimensión n , que representa todas las ventas que hace el sector “ i ” a los demás sectores, incluyendo al mismo sector “ i ”. Sin embargo, algunas de las ventas que hace el sector “ i ” no son solamente “insumos” para otras industrias sino que parte de estas ventas son para el consumo final: por ejemplo, de la producción del jitomate, una parte es insumo para la producción de “salsa”, pero otra se consume directamente, esto es, ya no se utiliza como insumo para otra industria. De este modo, para completar o considerar toda la producción del sector “ i ” debemos tomar en cuenta no sólo las ventas a otras industrias, sino también las ventas dirigidas al consumo final.

Por otra parte, el consumo final o , como se le llama comúnmente, la demanda final, consta principalmente de cinco componentes: consumo privado, consumo del gobierno, formación bruta de capital fijo, variación de existencias y exportaciones. De este modo, al renglón $A_{i.}$ le estamos agregando otros cinco componentes que conforman la demanda final; la suma de todos los componentes de este renglón “aumentado” constituye la producción total del sector “ i ”, o, más comúnmente, el valor bruto de la producción. Estos mismos componentes de la demanda final se agregan para cada uno de los “ n ” sectores. Con esto tenemos el lado de las ventas o ingreso para los n sectores.

Por el lado de las compras o costo tenemos que una típica columna $A_{.j}$ de la matriz (A_{ij}) representa el vector de compras que hace el sector “ j ” a los n sectores (incluyendo el mismo sector “ j ”); sin embargo, las compras que hace el sector “ j ” a todos los demás sectores no representa el total que hace el sector “ j ”, ya que aparte de los insumos producidos, esto es, los que provienen de otras industrias, existen los llamados insumos primarios, los cuales no son producidos por las otras industrias (elementos típicos de éstos son la mano de obra, la tierra, el capital) y se remuneran o compran con salarios, sueldos, renta y ganancias (además, hay que incluir los impuestos indirectos menos subsidios).

Ahora bien, si en las transacciones entre sectores representados por la matriz (A_{ij}) sólo se consideraron los productos producidos domésticamente, entonces debemos considerar las importaciones como otro de los insumos primarios, es decir, los bienes importados no son producidos por ninguno de los n sectores en que dividimos la economía. Por ahora vamos a referirnos a esta versión de la matriz de insumo-producto, esto es, cuando consideramos las importaciones como insumo primario (una interpretación de esto se verá más adelante). Entonces, por el lado del costo o compras tenemos todas las adquisiciones que hace el sector j de los demás sectores. Si a esto le agregamos las importaciones que hace este sector y el valor agregado (sueldos, salarios, renta, ganancias e impuestos indirectos menos subsidios) obtenemos el total de “compras”, el cual es igual al total de “ventas” del mismo sector, esto es, el valor bruto de la producción.

1.2 Expresión matemática de la Matriz Insumo-Producto.

Con todo lo anterior podemos expresar a la matriz de insumo-producto de la siguiente manera

$$\frac{(A_{ij})B}{C|D}$$

donde (A_{ij}) es la matriz de dimensión $n \times n$ que representa los flujos intersectoriales; B es la matriz de $n \times p$ que representa la demanda final para cada uno de los n sectores, P es el número de componentes de la demanda final; C es la matriz de $l \times n$ que representa el valor agregado más importaciones, o sea, los insumos primarios para cada uno de los n sectores, l es el número de estos insumos; por último, la matriz D de dimensión $l \times p$ representa todos los requerimientos que tienen los diferentes componentes de la demanda final de insumos primarios; por ejemplo, algunos componentes del consumo privado o de la inversión son importados.

Ahora bien, supongamos que dividimos cada columna de la matriz

$\frac{(A_{ij})}{Cl_j}$ por el valor bruto de la producción de esa columna, en este caso obtendríamos una matriz de coeficientes

$\frac{(a_{ij})}{(cl_j)}$
donde $a_{ij} = A_{ij}/X_j, cl_j = Cl_j/X_j,$ y

$$X_j = \sum_{i=1}^n A_{ij} + \sum_{l=1}^L Cl_j$$

que es el valor bruto de la producción;

de este modo, el coeficiente típico a_{ij} se interpreta como el valor de la mercancía “i” necesaria para producir un peso de la mercancía “j” (o a la unidad de valor que se está considerando); la interpretación del coeficiente cl_j es similar. De esta manera, tenemos una matriz de requisitos para todos los insumos, ya sean o no producidos en el país.

Ahora consideremos sólo una parte de esta matriz de requerimientos, o sea la matriz (a_{ij}) y denotémosla por A . Esta matriz de coeficientes es por construcción una matriz cuadrada de $n \times n$ donde sus elementos son no-negativos (esto porque las ventas entre sectores son positivas o cero) y es no nula (suponemos que se llevan a cabo ciertas transacciones). Si quisiéramos saber el total de insumos vendidos (o productos vendidos a otros sectores) por cada uno de los sectores tendríamos que calcular el producto matricial AX , donde X es el vector de dimensión $n \times 1$ que consiste en el valor bruto de la producción; o sea el total de insumos vendidos por la industria i es igual a

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} = \sum_{l=1}^n A_{il}$$

Si a esto le agregamos la demanda final para el sector “ i ”, por ejemplo, y_i , obtenemos el valor bruto de la producción:

$$X_i = \sum_{j=1}^n a_{ij} \times j + y_i,$$

o en forma matricial

$$\underset{(n \times 1)}{X} = \underset{(n \times n)}{A} \underset{(n \times 1)}{X} + \underset{(n \times 1)}{Y}$$

Si conociéramos de antemano la tecnología dada por la matriz de coeficientes A y el vector de demanda final “ Y ”, podríamos obtener el valor bruto de la producción, para los “ n ” sectores, de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} IX - AX &= Y \quad \text{donde } I \text{ es la matriz identidad de dimensión } n \times n, \\ (I - A)X &= Y \\ X &= (I - A)^{-1}Y \end{aligned}$$

donde suponemos que $(I - A)^{-1}$ existe.

La matriz $(I - A)^{-1}$, también llamada “la inversa de Leontief” se puede interpretar, como se verá, como la matriz de coeficientes directos e indirectos (a diferencia de la matriz A , la cual sólo incluye los efectos directos).

Una vez que obtuvimos al vector X podemos obtener los requerimientos de insumos primarios de la siguiente manera (al igual que en el caso anterior la matriz de coeficientes de insumos primarios debe ser dada o conocida)

$$Wl = \sum_{j=i}^n Clj = \sum_{j=i}^n clj \times j$$

o, en forma matricial

$$W_{(l \times 1)} = \Gamma_{(l \times n)} X_{(n \times 1)}$$

donde

$$\Gamma = (clj)$$

W es el vector de insumos primarios usados en la producción intermedia (no está incluido el consumo final de insumos primarios). Para completar la demanda de insumos primarios, necesitamos usar alguna información sobre la utilización de insumos primarios en la demanda final; en este sentido podemos esperar que conozcamos o que nos es dado el vector de demanda final aumentado

$$\frac{Y}{v} (n \times 1) \times 1$$

de este modo podemos calcular la totalidad de insumos primarios requeridos del siguiente modo,

$$W_{(l \times 1)} = \Gamma_{(l \times n)} X_{(n \times 1)} + v_{(1 \times 1)}$$

o sea, conociendo la tecnología dada por las matrices A y el anterior vector de demanda final, podemos obtener los totales de la producción para los n sectores y los totales de demanda de insumos primarios.

Volviendo a la inversa de Leontief, se puede interpretar como la matriz de coeficientes directos e indirectos, por ejemplo, si denotamos el elemento típico de $(I-A)^{-1}$ como S_{ij} , decimos que S_{ij} es la cantidad (valor) "total" que se requiere de la industria "i" para producir una unidad de valor de demanda final de la industria "j". Hay que hacer notar la diferencia entre los números S_{ij} y A_{ij} .

Por ejemplo, si queremos aumentar en una unidad la demanda final para el sector "j", necesitamos producir una unidad del bien o sector "j"; sin embargo, para producir esta unidad necesitamos una serie de insumos dados por el vector columna $a.j^*$, en especial necesitamos a_{ij} unidades de valor del sector "i", pero para producir A_{ij} necesitamos a_{ij} a.i insumos o para producir $a.j$ necesitamos $Aa.j^{**}$ insumos; y también para producir $Aa.j$, necesitamos $AAa.j = Aa.j^{**}$ insumos, y así sucesivamente hasta que el proceso converja (el superíndice * denota efecto directo. mientras que el superíndice ** denota efecto indirecto). Cuando converge, tenemos que el resultado es el total de insumos requeridos para producir una unidad de demanda final del sector "j" de manera directa e indirecta.

Para la totalidad de sectores podemos ver lo siguiente:

$$(I - A)^{-1} = I + A + A^2 + \dots \text{ si } \lim_{m \rightarrow \infty} A^m = O$$

lo cual es común, pues los elementos de la matriz A son o cero o positivos pero muy pequeños (mucho menores a la unidad). Entonces la serie infinita $I + A + A^2 + \dots +$ constituye la matriz de efectos directos, dada por la matriz identidad, e indirectos, dada por la secuencia A (primera vuelta de efectos indirectos) + A^2 (segunda vuelta de efectos indirectos) + A^3 (tercera, etc.) + ...

El ejemplo que habíamos tomado antes lo podemos expresar así: supongamos que tenemos la siguiente estructura de demanda final

$$e_j = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ \cdot \\ \cdot \\ 1 \\ 0 \\ 0 \\ \cdot \\ 0 \end{pmatrix} \quad \text{1 en la posición j-ésima}$$

entonces $X = (I - A)^{-1} e_j$ es igual a lo siguiente:

$$\begin{aligned} X &= [I + A + A^2 + A^3 + \dots] e_j \\ &= e_j + a.j + Aa.j + A^2 a.j + A^3 a.j + \dots \end{aligned}$$

que es el resultado que teníamos antes.

Si en lugar del vector (ej) tenemos cualquier vector (no-negativo) de demanda final (y), la expresión $X = (I-A)^{-1} Y$ nos da el total de insumos (producidos a diferencia de los primarios) que se requieren de manera directa o indirecta para producir el vector de demanda final Y.

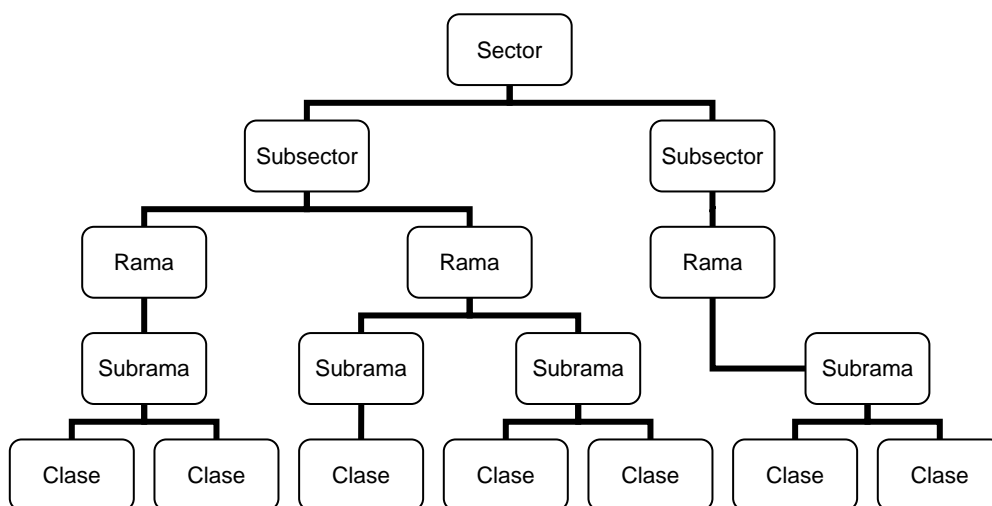
2 Homologación de sectores de la matriz 1980/1993 con la matriz 2003

La legislación... En México se cuenta con la información económica contenida en las matrices insumo-producto y la matriz de importaciones. Se tienen dos años base que corresponden al año en que fueron generadas. Así, en el presente estudio se ha trabajado con las matrices insumo-producto y de importaciones de 1980 (en adelante, MIP 1980), desarrolladas por la entonces existente Secretaría de Programación y Presupuesto. Sin embargo, actualmente el Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (en adelante referido como INEGI) es el organismo gubernamental encargado de generar dichas matrices. Así, es el mismo INEGI el que ha publicado recientemente (en mayo de 2008) la actualización de las matrices de 1980. Dicha actualización toma como año de referencia el 2003, por lo que la página de Internet del INEGI la denomina como: "Matriz Insumo Producto 2003". Cabe hacer notar que, con todo el valor intrínseco de las matrices insumo producto de 1980, su información puede resultar relativamente obsoleta. Esto puede deberse, principalmente, a la posible sucesión de cambios significativos en la estructura productiva que podrían ocurrir desde 1980, como consecuencia de la incorporación de nuevas tecnologías. También pueden afectar los probables cambios de la estructura territorial, la reorientación de los flujos de comercio, las condiciones de los mercados interno y externo, y en general, todas las modificaciones que se presentan en las relaciones intersectoriales. Es de esperar que las nuevas matrices hayan logrado incorporar, en buena medida, los efectos de todos estos cambios. Así, al trabajar con la nueva matriz de insumo producto (año 2003) se pueden realizar análisis o simulaciones con un mayor grado de congruencia con el actual sistema productivo que impera en el país. Cabe mencionar que esta versión actualizada de la MIP se encuentra disponible para su consulta y uso gratuito en la página electrónica del INEGI, e incluso se cuenta con la posibilidad de que el INEGI dé información más detallada sobre la MIP 2003, aunque ello no se juzga necesario para los fines del presente trabajo, puesto que el nivel de desagregación de dicha MIP que se ofrece en la página del INEGI es suficiente para realizar las comparaciones con la MIP 1980.

Mientras que las matrices insumo-producto anteriores (1970, 1975, 1978, y 1980) desarrolladas por la SPP, registraban 18 sectores de la economía, la nueva matriz insumo-producto de 2003 desarrollada por el INEGI, utiliza la clasificación del SCIAN (Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte), el cual divide a la economía en 20 sectores. Asimismo, la matriz insumo-producto utiliza el nuevo Sistema de Cuentas Nacionales del año base 2003, modernizando así, en 23 años la base de los cálculos (a precios constantes) del sistema anterior.

El SCIAN consta de cinco niveles de agregación (véase la figura 2.1), siendo el Sector, el primer nivel y el nivel más agregado, mientras que la Clase es el nivel más desagregado. El Sector se divide a su vez en Subsectores y cada uno de ellos está formado por Ramas de actividad, las que a su vez se dividen en Subramas, culminado con las Clases que son una desagregación de las subramas.

Figura 2.1. Estructura del SCIAN México.



Fuente: Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte SCIAN, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, MÉXICO, 2002.

La cantidad de categorías de cada nivel de agregación es el siguiente: 20 sectores, 95 subsectores, 309 ramas y 1051 clases de actividad económica, como se muestra en el cuadro 2.1.

Cuadro 2.1 Categorías de la estructura del SCIAN México.

Nivel de agregación	Número de categorías en cada nivel de agregación
Sector	20
Subsector	95
Rama	309
Subrama	631
Clase	1051

Fuente: Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte SCIAN, INEGI, MÉXICO, 2002.

Los cuadros de oferta y utilización equilibrados para 2003 se elaboraron de acuerdo al SCIAN 2002 con la clasificación de los veinte sectores de actividad que se muestra en el cuadro 2.2.

Cuadro 2.2 Sectores de actividad de la economía nacional y código de clasificación de 2003.

11	21	22	23	31-33	43	48	49
Agricultura, ganadería, aprovechamiento forestal, pesca y caza	Minería	Electricidad, agua y suministro de gas por ductos al consumidor final	Construcción	Industrias manufactureras	Comercio	Transportes	Correos y almacenamiento
51	52	53	54	55	56		
Información en medios masivos	Servicios financieros y de seguros	Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles	Servicios profesionales, científicos y técnicos	Dirección de corporativos y empresas	Servicios de apoyo a los negocios y manejo de desechos y servicios de remediación		
61	62	71	72	81	93		
Servicios educativos	Servicios de salud y de asistencia social	Servicios de esparcimiento culturales y deportivos, y otros servicios recreativos	Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas	Otros servicios excepto actividades del Gobierno	Actividades del Gobierno y de organismos internacionales y extraterritoriales		

Fuente: Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte SCIAN, INEGI, MÉXICO, 2002.

Sin embargo, esta clasificación es diferente a la utilizada por la Matriz de insumo-producto de México del año 1980, la cual se elaboró de acuerdo con la clasificación de los 18 sectores de actividad que se muestran en el cuadro 2.3.

Así, la diferencia entre las clasificaciones de la Matriz de insumo-producto de 1980 y 2003, no sólo es la cantidad de sectores de la actividad económica (18 versus 20, respectivamente), sino también el hecho de que en la clasificación de 1980, se incluían nueve ramas económicas como parte del sector industrias manufactureras, mientras que en la versión de 2003, dichas ramas se presentan agregadas en un solo sector y son desagregadas como subsectores de actividad económica en la matriz.

Por supuesto, en 2003 se tienen otros sectores que antes aparecían como subsectores. Dadas las diferencias en la clasificación de los sectores de actividad

económica entre las matrices de 1980 y las de 2003, se procedió a homologar dichas clasificaciones con el fin de obtener una matriz actualizada compatible con la clasificación utilizada por los algoritmos del PPST. Los resultados de compatibilidad entre ambas clasificaciones se muestran en los cuadros 2.4 y 2.5.

Cuadro 2.3 Sectores de actividad de la economía nacional y código de clasificación de 1980.

1	2	3	4	5	6	7
Agropecuario, silvicultura y pesca	Minería (excluido Petróleo)	Extracción de petróleo y gas natural	Productos alimenticios, bebidas y tabaco	Textiles, prendas de vestir e industria del cuero	Industria de la madera y productos de madera	Papel, productos de papel, imprentas y editoriales

8	9	10	11	12	13	14
Sustancias químicas y derivados del petróleo	Productos minerales no metálicos	Industrias metálicas básicas	Productos metálicos, maquinaria y equipo	Otras industrias manufactureras	Construcción	Electricidad, gas y agua

15	16	17	18
Comercio, restaurantes y hoteles	Transporte, almacenamiento. y comunicaciones	Servicios financieros, seguros y bienes inmuebles	Servicios comunales, sociales y personales

Cuadro 2.4 Relación de los sectores de la economía total con clasificación de 1980 y 2003.

No.	Nombre de la categoría de clasificación de 1980	Nombre de la categoría de clasificación de 2003	Código 2003 del sector y sub-sector
1	Agropecuario, silvicultura y pesca	Agricultura, ganadería, aprovechamiento forestal, pesca y caza	11
2	Minería	Minería	21
13	Construcción	Construcción	23
14	Electricidad, gas y agua	Electricidad, agua y suministro de gas por ductos al consumidor final	22
15	Comercio, restaurantes y hoteles	Comercio, restaurantes y hoteles	43,46,72
		Comercio	43-46
		Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas	72
16	Transporte, almacenamiento y comunicaciones	Transporte, almacenaje y comunicaciones	48,49,51
		Transportes	48
		Correos y almacenamiento	49
		Información en medios masivos	51
17	Servicios financieros, seguros y bienes inmuebles	Servicios financieros, seguros y bienes inmuebles	52-53
		Servicios financieros y de seguros	52
		Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles	53
18	Servicios comunales, sociales y personales	Servicios comunales, sociales y personales	54,55,56,61,62,71,81,93
		Servicios profesionales, científicos y técnicos	54
		Dirección de corporativos y empresas	55
		Servicios de apoyo a los negocios y manejo de desechos y servicios de remediación	56
		Servicios educativos	61
		Servicios de salud y de asistencia social	62
		Servicios de esparcimiento culturales y deportivos, y otros servicios recreativos	71
		Otros servicios excepto actividades del Gobierno	81
		Actividades del Gobierno y de organismos internacionales y extraterritoriales	93

Cuadro 2.5 Subsectores del sector industrias manufactureras con clasificación de 1980 con relación a 2003.

Clasificación de 1980		Clasificación de 2003	
No.	Industrias manufactureras	Industrias manufactureras	Código de rama
3	Extracción de petróleo y gas natural	Extracción de petróleo y gas	211
4	Productos alimenticios, bebidas y tabaco	Productos alimenticios, bebidas y tabaco	311, 312
		Industria alimentaria	311
		Industria de las bebidas y del tabaco	312
3	Textiles, prendas de vestir e industria del cuero	Textiles, prendas de vestir e industria del cuero	313 a 316
		Fabricación de insumos textiles	313
		Confección de productos textiles, no prendas de vestir	314
		Fabricación de prendas de vestir	315
		Fabricación de productos de cuero, piel y materiales sucedáneos, excepto prendas de vestir	316
6	Ind. de la madera y productos de madera	Industria de la madera	321
7	Papel, productos de papel, imprentas y editoriales	Papel, productos de papel, imprentas y editoriales	322, 323
		Industria del papel	322
		Impresión e industrias conexas	323
8	Sustancias químicas y derivados del petróleo	Sustancias químicas y derivados del petróleo	324 a 326
		Fabricación de productos derivados del petróleo y del carbón	324
		Industria química	325
		Industria del plástico y del hule	326
9	Productos minerales no metálicos	Productos minerales no metálicos	327, 337
		Fabricación de productos a base de minerales no metálicos	327
		Fabricación de muebles y productos relacionados	337
10	Industrias metálicas básicas	Industrias metálicas básicas	331
11	Productos metálicos, maquinaria y equipo	Productos metálicos, maquinaria y equipo	332 a 336
		Fabricación de productos metálicos	332
		Fabricación de maquinaria y equipo	333
		Fabricación de equipo de computación, comunicación, medición y de otros equipos, componentes y accesorios electrónicos	334
		Fabricación de equipo de generación eléctrica y aparatos y accesorios eléctricos	335
		Fabricación de equipo de transporte	336
12	Otras industrias manufactureras	Otras industrias manufactureras	339

Por lo tanto, para poder llevar a cabo la compatibilidad de las clasificaciones de 1980 y 2003, fue necesario emplear la matriz de insumo-producto por sector de actividad y la matriz de insumo-producto por subsector de actividad, ambas de 2003. Lo anterior se debe a que la nueva matriz de insumo-producto de 2003, a diferencia de la matriz de insumo-producto de 1980, únicamente presenta sectores de actividad económica, por lo que las ramas o subsectores de actividad económica que componen al sector industrias manufactureras es obtenido de la matriz de insumo-producto por subsector de actividad.

El resultado del anterior proceso de compatibilización dio como resultado una matriz de insumo producto que se muestra en el cuadro 2.6. A esta matriz se le calcularon los coeficientes técnicos correspondientes y la matriz resultante es mostrada en el cuadro 2.7, mientras que la matriz correspondiente a las importaciones sectoriales se muestra en el cuadro 2.8.

Con esta información ya se está en posibilidad de realizar los cálculos de interdependencia sectorial y de eficiencia técnica para el año de 2003 y compararlos con los correspondientes al año de 1980. El resultado es detallado en los siguientes capítulos del presente documento.

**Cuadro 2.6 Matriz Simétrica Total de Insumo-Producto de México, 2003, por sector de actividad.
(miles de pesos, a precios básicos de 2003)**

SECTOR	CÓDIGO SECTOR SCIAN		1	2	3	4	5	6	7	8
1	11	Agricultura, ganadería, aprovechamiento forestal, pesca y caza	45,661,042	283	227	1,820,316	217,161,071	0	0	0
2	21	Minería	86,276	7,971,250	3,985,328	12,691,033	280,861,277	0	7,029	0
3	22	Electricidad, agua y suministro de gas por ductos al consumidor final	4,931,145	3,089,491	33,539,349	3,094,215	49,113,854	14,935,672	4,275,842	209,809
4	23	Construcción	923,712	353,383	579,321	62,592,496	6,448,286	510,917	1,050,488	12,656
5	31-33	Industrias manufactureras	64,290,386	39,284,704	59,910,263	259,846,358	1,566,199,154	112,557,714	117,065,838	4,652,312
6	43-46	Comercio	22,587,553	12,130,118	20,023,361	65,355,295	286,675,302	28,747,650	33,475,782	1,189,923
7	48	Transportes	8,656,254	6,155,767	9,498,466	23,639,085	103,806,216	9,589,520	21,983,642	500,936
8	49	Correos y almacenamiento	13,898	20,545	24,709	144,136	342,000	3,321,737	1,459,940	48,089
9	51	Información en medios masivos	1,385,547	1,242,217	942,115	5,862,350	23,449,654	20,294,570	6,347,599	530,872
10	52	Servicios financieros y de seguros	5,313,653	15,354,551	4,266,290	7,602,933	22,948,996	43,849,141	24,144,486	245,288
11	53	Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles	1,030,466	9,749,663	1,109,374	13,176,425	43,315,225	46,190,181	15,047,219	1,294,193
12	54	Servicios profesionales, científicos y técnicos	5,572,230	4,104,632	3,159,431	18,910,959	55,752,750	76,340,150	16,400,335	650,863
13	55	Dirección de corporativos y empresas	0	5,191,917	0	101,263	15,636,558	581,681	266,752	0
14	56	Servicios de apoyo a los negocios y manejo de desechos y servicios de remediación	5,900	1,875,404	2,691,184	8,461,440	53,308,191	10,510,634	16,613,327	765,885
15	61	Servicios educativos	0	0	107,579	5,720	3,866	0	275,583	2,023
16	62	Servicios de salud y de asistencia social	0	0	0	0	0	0	0	0
17	71	Servicios de esparcimiento culturales y deportivos, y otros servicios recreativos	0	0	0	424	12,118	0	6,156	15
18	72	Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas	39,658	1,107,602	659,950	2,837,940	12,620,499	77,429	4,668,378	86,658
19	81	Otros servicios excepto actividades del Gobierno	1,401,338	2,795,361	2,367,770	5,130,771	19,960,683	6,478,071	15,345,612	418,613
20	93	Actividades del Gobierno y de organismos internacionales y extraterritoriales	239	31	1,277,835	30,524	137	0	3,222,025	19,134
21		Usos de la ET de origen nacional e importado	161,899,297	110,426,919	144,142,552	491,303,683	2,757,615,837	373,985,067	281,656,033	10,627,269
28		Impuestos sobre los productos netos de subsidios	1,512,320	1,001,063	2,309,191	3,335,418	10,517,962	520,780	13,509,869	163,464
30		Valor Agregado Bruto Economía Total	260,145,687	430,060,779	92,089,369	473,680,479	1,291,292,836	1,086,891,495	521,558,270	8,990,120
31		Producción de la Economía Total a precios básicos	423,557,304	541,488,761	238,541,112	968,319,580	4,059,426,635	1,461,397,342	816,724,172	19,780,853
32		Producto Interno Bruto de la Economía Total	261,658,007	431,061,842	94,398,560	477,015,897	1,301,810,798	1,087,412,275	535,068,139	9,153,584

Fuente: INEGI, Matriz Insumo producto 2003, México.

Cuadro 2.6 (continuación) Matriz Simétrica Total de Insumo-Producto de México, 2003, por sector de actividad. (miles de pesos, a precios básicos de 2003)

SECTOR	CÓDIGO SECTOR SCIAN	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1	11	10	0	0	0	0	317	0	73	983	6,119	1,584	0	264,652,025
2	21	657	0	222,023	4,271	0	4,116	10	211	605	113,953	593	0	305,948,632
3	22	2,101,890	961,559	6,694,012	2,235,677	69,172	959,354	2,555,727	3,441,982	643,320	9,781,982	3,196,193	7,547,589	153,377,834
4	23	73,406	510,362	3,303,577	64,449	293,482	231,582	1,108,787	422,310	28,859	853,486	93,548	1,607,285	81,062,392
5	31-33	26,734,290	6,214,222	20,706,123	37,338,473	1,199,565	18,938,931	6,582,785	32,813,018	3,588,960	20,651,187	34,761,552	20,745,267	2,454,081,102
6	43-46	6,765,024	1,815,393	5,796,449	10,283,343	291,043	4,517,652	2,196,342	8,749,160	975,872	6,116,306	8,300,783	5,804,204	531,796,555
7	48	7,333,631	1,751,793	2,789,805	5,391,401	761,736	2,258,451	1,276,366	3,079,371	418,633	2,706,197	3,288,322	4,879,213	219,764,805
8	49	22,215	2,299,929	183,861	210,276	31,986	39,055	252,586	117,085	48,521	49,724	34,960	2,531,384	11,196,636
9	51	21,854,238	7,549,004	7,817,394	10,946,276	1,526,962	4,173,957	8,081,111	2,565,583	1,042,380	4,944,201	5,867,040	7,826,681	144,249,751
10	52	6,422,970	39,189,297	3,720,325	1,772,776	3,175,483	1,010,079	716,089	431,481	403,627	4,950,077	1,982,688	8,527,212	196,027,442
11	53	12,039,452	10,191,016	9,682,073	13,682,392	1,103,736	3,641,681	5,418,057	4,671,640	1,343,101	9,890,603	6,166,833	5,407,725	214,151,055
12	54	9,475,353	23,389,599	4,294,527	15,713,162	8,187,232	7,712,177	7,476,409	2,866,832	1,076,497	3,927,081	3,843,277	11,867,793	280,721,289
13	55	18,627,991	45,475	15,202	0	888,523	1,024	0	0	0	0	1,656	0	41,358,042
14	56	7,606,651	24,242,286	15,418,153	9,730,947	516,792	5,640,691	4,995,270	8,573,306	1,829,179	9,098,006	2,937,208	12,472,618	197,293,072
15	61	16,681	815,062	1,815	212,008	0	0	607,911	235,862	8,631	393	21	3,724,631	6,017,786
16	62	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	71	299,022	16	3,085	2,241	30	2,293	57,117	1,279	12,370	23,083	409	1,103,931	1,523,589
18	72	398,578	1,390,741	304,245	2,005,404	955,714	935,229	890,734	893,348	82,128	134,386	247,540	5,127,096	35,463,257
19	81	2,094,827	3,035,222	1,419,646	2,112,206	219,507	471,456	867,186	1,790,983	601,253	2,683,878	369,196	5,768,658	75,332,237
20	93	0	1,199,264	6,542	0	0	0	0	0	0	0	3,086	0	5,758,817
21		121,866,886	124,600,240	82,378,857	111,705,302	19,220,963	50,538,045	43,082,487	70,653,524	12,104,919	75,930,662	71,096,489	104,941,287	5,219,776,318
28		877,344	-51,584	180,963	570,349	56,065	241,187	69,654	349,763	29,602	329,269	435,751	814,655	36,773,085
30		191,223,401	183,462,134	804,759,549	278,635,121	22,081,014	170,479,816	373,213,535	222,302,779	28,876,793	203,686,255	208,164,799	316,931,618	7,168,525,849
31		313,967,631	308,010,790	887,319,369	390,910,772	41,358,042	221,259,048	416,365,676	293,306,066	41,011,314	279,946,186	279,697,039	422,687,560	12,425,075,252
32		192,100,745	183,410,550	804,940,512	279,205,470	22,137,079	170,721,003	373,283,189	222,652,542	28,906,395	204,015,524	208,600,550	317,746,273	7,205,298,934

Fuente: INEGI, Matriz Insumo producto 2003, México.

Cuadro 2.7 Coeficientes Técnicos de la Matriz Insumo-Producto de México de 2003.

Sector		1	2	3	4	5	6	7	8
1	Agropecuario, silvicultura y pesca	0.08745	0	0	0.17175	0.01747	0.23203	0	0.00198
2	Minería (excluido petróleo)	0.00018	0.01093	0	0.00111	0.00023	0.00005	0.00052	0.00302
3	Extracción de petróleo y gas natural	0	0	0	0	0.00001	0	0	0.32594
4	Productos alimenticios, bebidas y tabaco	0.06848	0.00011	0.00003	0.10637	0.015	0.00033	0.00261	0.00147
5	Textiles, prendas de vestir e industria del cuero	0.0019	0.00002	0	0.00232	0.1037	0.00122	0.01149	0.00157
6	Ind. de la madera y productos de madera	0.00049	0.00126	0	0.00016	0.00049	0.08868	0.00136	0.00026
7	Papel, productos de papel, imprentas y editoriales	0.00152	0.00003	0	0.00938	0.0026	0.0011	0.13423	0.00519
8	Sustancias químicas y derivados del petróleo	0.035	0.00955	0.03136	0.02903	0.01452	0.0186	0.0475	0.09466
9	Productos minerales no metálicos	0.00006	0.00331	0	0.00562	0.00027	0.00063	0.00069	0.00079
10	Industrias metálicas básicas	0.00025	0.00701	0	0.00006	0.00001	0.00029	0.00092	0.00234
11	Productos metálicos, maquinaria y equipo	0.00315	0.002	0.00009	0.00426	0.00211	0.00211	0.00313	0.00431
12	Otras industrias manufactureras	0	0.00001	0	0.00029	0.0019	0.00088	0.00094	0.00081
13	Construcción	0.00218	0.00065	0	0.00238	0.00006	0.00006	0.00032	0.00149
14	Electricidad, gas y agua	0.01164	0.00571	0.00106	0.013	0.01096	0.01228	0.02303	0.00858
15	Comercio, restaurantes y hoteles	0.05342	0.02445	0.01641	0.09083	0.05428	0.08005	0.08686	0.0601
16	Transporte, almac. y comunicaciones	0.02374	0.0137	0.00778	0.04004	0.01984	0.03814	0.05055	0.0308
17	Servicios financieros, seguros y bienes inmuebles	0.01467	0.04503	0.03364	0.01594	0.01277	0.00661	0.02763	0.01835
18	Servicios comunales, sociales y personales	0.01525	0.02579	0.02328	0.03682	0.02568	0.01214	0.04756	0.04953
19	Total de insumos nacionales	0.31939	0.14954	0.11364	0.53152	0.33484	0.50166	0.44973	0.61849
20	Total de importaciones	0.06284	0.0296	0.01751	0.0778	0.31965	0.06684	0.20943	0.12747
21	Total de insumos nacionales e importados	0.38581	0.18099	0.13213	0.61087	0.65859	0.57195	0.66228	0.74943
22	Valor agregado bruto	0.61419	0.81901	0.86787	0.38913	0.34141	0.42805	0.33772	0.25057
A	Remuneración de asalariados	-	-	-	-	-	-	-	-
B	Superávit bruto de explotación	-	-	-	-	-	-	-	-
C	Impuestos indirectos netos de subsidios	-	-	-	-	-	-	-	-
23	Total valor bruto de la producción y demanda final	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000

Fuente: INEGI, Matriz Insumo producto 2003, México.

Cuadro 2.7 (continuación) Coeficientes Técnicos Matriz Insumo-Producto de México de 2003.

Sector	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	0.00071	0.0	0.0	0.00084	0.00175	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.04878	0.07263	0.00025	0.00497	0.01247	0.00776	0.00007	0.00001	0.00019	0.0
3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4	0.00064	0.00023	0.0003	0.00034	0.00003	0.00006	0.00461	0.00066	0.00022	0.00119
5	0.00673	0.00335	0.00269	0.00686	0.00055	0.00078	0.00372	0.00217	0.00019	0.00256
6	0.01614	0.00066	0.0004	0.0055	0.00656	0	0.00651	0.00006	0.00002	0.00003
7	0.01094	0.00147	0.00168	0.00631	0.00106	0.00067	0.00349	0.00525	0.005	0.00887
8	0.04047	0.0306	0.01265	0.02505	0.0306	0.16388	0.00999	0.0606	0.00597	0.02349
9	0.04333	0.00166	0.00305	0.00583	0.07852	0.00032	0.00155	0.00162	0.00112	0.00114
10	0.0098	0.18854	0.03211	0.02491	0.0583	0.00207	0.00045	0.00152	0.00056	0.00065
11	0.00581	0.0058	0.05188	0.00417	0.02478	0.00489	0.01014	0.01216	0.00215	0.0056
12	0.00081	0.00066	0.00054	0.00468	0.00024	0.00028	0.00137	0.00051	0.00064	0.0018
13	0.00111	0.0003	0.00033	0.00007	0.06464	0.00243	0.00078	0.00098	0.00319	0.00183
14	0.0203	0.03476	0.00418	0.00469	0.0032	0.14017	0.01419	0.00572	0.0064	0.0098
15	0.06015	0.08887	0.0635	0.03569	0.07042	0.08671	0.02014	0.04024	0.00779	0.02481
16	0.0288	0.02393	0.01829	0.0172	0.03062	0.04387	0.02349	0.04674	0.01873	0.03144
17	0.01873	0.00664	0.00965	0.01046	0.01948	0.02061	0.05897	0.04072	0.04854	0.02733
18	0.04357	0.02619	0.01854	0.02022	0.03344	0.0347	0.06241	0.07664	0.05652	0.0566
19	0.37331	0.49275	0.25754	0.23361	0.43666	0.50921	0.22189	0.29558	0.15723	0.19714
20	0.12617	0.14339	0.47695	0.4121	0.07072	0.09506	0.03648	0.0643	0.01592	0.0323
21	0.50443	0.64245	0.73605	0.64877	0.51082	0.61395	0.25886	0.28808	0.17326	0.18533
22	0.49557	0.35755	0.26395	0.35123	0.48918	0.38605	0.74114	0.71192	0.82674	0.81467
A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000

Fuente: INEGI, Matriz Insumo producto 2003, México.

Cuadro 2.8 Coeficientes Técnicos de la Matriz de Importaciones de México de 2003.

SECTOR		1	2	3	4	5	6	7	8
1	Agropecuario, silvicultura y pesca	0.02036	0.0	0.0	0.03211	0.02211	0.00216	0.00001	0.00104
2	Minería (excluido petróleo)	0.00003	0.00379	0.0	0.00011	0.00018	0.00003	0.00017	0.00049
3	Extracción de petróleo y gas natural	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4	Productos alimenticios, bebidas y tabaco	0.00565	0.0	0.0	0.01819	0.00452	0.0	0.00053	0.0003
5	Textiles, prendas de vestir e industria del cuero	0.00032	0.00001	0.0	0.00012	0.21522	0.00136	0.01485	0.0031
6	Ind. de la madera y productos de madera	0.00012	0.00021	0.0	0.00004	0.00023	0.03785	0.00037	0.00015
7	Papel, productos de papel, imprentas y editoriales	0.00048	0.00002	0.0	0.00316	0.00783	0.0026	0.12332	0.00322
8	Sustancias químicas y derivados del petróleo	0.02919	0.00521	0.01617	0.0168	0.03342	0.00983	0.04309	0.09474
9	Productos minerales no metálicos	0.00002	0.0001	0.0	0.00138	0.00106	0.00122	0.00168	0.00053
10	Industrias metálicas básicas	0.00005	0.00212	0.0	0.00006	0.00221	0.00084	0.00165	0.00235
11	Productos metálicos, maquinaria y equipo	0.00509	0.00355	0.00057	0.00435	0.02626	0.00986	0.01956	0.01867
12	Otras industrias manufactureras	0.0	0.00007	0.0	0.00016	0.00584	0.00034	0.00211	0.0014
13	Construcción	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
14	Electricidad, gas y agua	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
15	Comercio, restaurantes y hoteles	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16	Transporte, almac. y comunicaciones	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
17	Servicios financieros, seguros y bienes inmuebles	0.00031	0.00072	0.00077	0.00074	0.00062	0.0006	0.00117	0.00112
18	Servicios comunales, sociales y personales	0.00123	0.0	0.0	0.00057	0.00016	0.00014	0.00092	0.00036
19	Total de importaciones	0.06284	0.01581	0.01751	0.0778	0.31965	0.06684	0.20943	0.12747

Fuente: INEGI, Matriz Insumo producto 2003, México.

Cuadro 2.8 (continuación) Coeficientes Técnicos de la Matriz de Importaciones de México de 2003.

SECTOR	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	0.0014	0.0	0.0	0.00165	0.00013	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.0074	0.01377	0.00023	0.00659	0.00063	0.00894	0.0	0.0	0.0	0.0
3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4	1E-05	0.0	0.0	0.00022	0.0	0.0	0.00013	0.0	0.0	0.00005
5	0.0104	0.00171	0.01418	0.03694	0.00004	0.00001	0.00123	0.00035	0.0016	0.00035
6	0.0148	0.00015	0.00064	0.00478	0.00165	0.00001	0.00132	0.0	0.0	0.00001
7	0.0054	0.0007	0.0058	0.02959	0.0002	0.00031	0.00107	0.00049	0.00093	0.00207
8	0.0311	0.01182	0.05332	0.10667	0.01848	0.06633	0.00549	0.01183	0.00073	0.00736
9	0.0098	0.00052	0.0053	0.00907	0.00521	0.00008	0.00045	0.00038	0.00015	0.00044
10	0.0088	0.09202	0.03543	0.02354	0.01194	0.00007	0.0002	0.00005	0.00004	0.00013
11	0.0334	0.02107	0.35834	0.13311	0.03008	0.01113	0.02378	0.03115	0.00466	0.01701
12	0.0021	0.00071	0.00292	0.0593	0.0001	0.00026	0.00099	0.00024	0.00013	0.0013
13	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
14	0.0	0.0	0.0	0.00001	0.0	0.00043	0.0	0.0	0.0	0.0
15	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00023	0.0	0.0
16	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00546	0.0	0.0002
17	0.0013	0.00075	0.00056	0.0005	0.00198	0.00193	0.00125	0.01071	0.00399	0.00089
18	0.0003	0.00017	0.00022	0.00012	0.00027	0.00556	0.00056	0.0034	0.00529	0.0025
19	0.1262	0.14339	0.47695	0.4121	0.07072	0.09506	0.03648	0.0643	0.01592	0.0323

Fuente: INEGI, Matriz Insumo producto 2003, México.

3 El sector transporte y las relaciones interindustriales actuales.

A continuación se presentan los rasgos más sobresalientes de la relación que tiene el transporte con el resto de los sectores de la economía mexicana, según se desprende del análisis de las cuentas nacionales y matrices insumo-producto. Dada esa fuente de información, es pertinente recordar que el sector puede definirse como el conjunto de instituciones, personas, recursos y servicios que participan, de manera directa, en la prestación del servicio de transporte. Sin embargo, en la matriz Insumo-Producto de 1980 tiene una definición diferente en las matrices insumo-producto (bajo la denominación de rama 64), pues sólo "incluye el transporte de pasajeros y carga, efectuados por cuenta de terceros" (²). Es decir, la rama 64 sólo se refiere al servicio público de pasajeros y carga, y no a los servicios de transporte que realizan las empresas de otros sectores de la economía, utilizando su propio equipo (o incluso su propia infraestructura). Esto deberá ser tomado en cuenta en el momento de las conclusiones.

3.1 El transporte como oferente de servicios

El cuadro 3.1 muestra la demanda de servicios públicos de transporte por parte de las denominadas grandes divisiones de la economía en los años 1970, 1978 y 2003. Los datos de 1970 y 1978 se presentan a precios constantes de 1970, pero los datos de 2003 son a precios de ese año. Esto no facilita las comparaciones en los montos, pero ello no es el objetivo del presente análisis, sino la participación porcentual del sector transporte en la demanda de insumos que realizan los demás sectores. Del análisis del cuadro mencionado tomamos las siguientes observaciones.

Durante este período, la industria manufacturera solicitó casi la mitad de los servicios públicos demandados al sector transporte, aunque esta demanda descendió del 51.5% observado en 1970 al 46.3% en 1978 y al 35.5% en 2003.

La segunda actividad en importancia en la demanda de servicios públicos de transporte en 1970 era la construcción con, aproximadamente, la quinta parte del total. ³ En

² SSP, "Sistema de cuentas nacionales de México, tomo I", México, 1981, p. 83.

³ Como se puede comprobar, esta demanda está medida en el costo del servicio y no en toneladas-kilómetro.

cambio, para 2003 esta participación había caído a poco más del ocho por ciento. En el año 2003, es el propio sector transporte, almacenamiento y comunicaciones el que ocupa el segundo lugar como demandante de insumos al sector transporte. Esto puede interpretarse como una clara señal del nivel que ya se ha alcanzado en México (con casi el 17 por ciento), tanto en el intermodalismo como en la formación e integración de redes logísticas y de transporte.

En 1978, el sector comercio ("comercio, restaurantes y hoteles") ocupaba el tercer lugar con el 15.4% de la demanda de transporte. Sin embargo, para 2003 esta participación baja a 11.4%. En cambio, para 2003 el tercer demandante de servicios de transporte es el sector "Servicios comunales, sociales y personales" con 14.3%, que en 1978 apenas alcanzaba el 5%. Esto sólo puede interpretarse como un indicador de la creciente movilidad de las personas que se dedican a proporcionar este tipo de servicios, dada la "terciarización" (i. e. "*outsourcing*") que ha experimentado la economía mexicana. Algo similar parece estar sucediendo en el caso del Sector "Servicios financieros, seguros y bienes inmuebles", que ha incrementado su participación de 1.5% observado en 1978 a poco más de 6.2% en 2003.

Parece oportuno señalar que, para 1978, las manufacturas, la construcción y el comercio demandaron más del 80% del total de los servicios de transporte. En cambio, para el año 2003 son estos mismos sectores pero ahora también con una fuerte participación del propio sector transporte quienes acumulan poco menos del 72%. Esto significa que la demanda del sector transporte muestra una mayor diversificación entre los sectores demandantes de sus servicios. Este es un dato que sería de gran utilidad en la elaboración de programas de desarrollo del sector transporte, pues permitirían tener un primer fundamento más sólido del tipo de demanda que habrá de enfrentar en el futuro, en función del crecimiento de tales actividades. Por ejemplo, se tiene el sector 5 ("Electricidad"), que en 1978 demandaba muy poca transportación como insumo directo para el desarrollo de sus actividades. Esto puede deberse a que, una vez instaladas las plantas de generación y distribución de energía, requiere de muy pocos traslados de personas y bienes, y alguna parte de ellos los satisface con sus propios medios. En consecuencia, la demanda de transporte público por parte del sector electricidad en 1978, representaba apenas la milésima parte del total. Para el año del 2003 este porcentaje se elevó al 2.9, que si bien es relativamente bajo, ya representa más de la tercera parte de lo demandado por un sector tradicionalmente gran demandante del sector transporte como lo es el sector de la construcción. Algo similar puede decirse de las actividades de servicios financieros, seguros y bienes inmuebles, según las estadísticas de las matrices insumo-producto.

Como complemento de la anterior descripción, a continuación se analizan los sectores que muestran los mayores incrementos o decrementos en la utilización de tales servicios, para pasar después a la interpretación de todos estos aspectos de la demanda de transporte.

La actividad que destaca por el incremento de servicios de transporte utilizados como insumo en el periodo 1970-1978 es el comercio, cuyos requerimientos aumentaron más de siete veces. Lo siguen en importancia la construcción, que requirió en 1978 casi 2.2

veces lo que demandó en 1970, y la industria manufacturera, que duplicó su demanda en el mismo periodo. Las tendencias son muy claras: las actividades que más participan en la demanda del servicio en estudio son también las que muestran las mayores tasas de incremento. Así, es probable que las manufacturas, el comercio y la construcción aumenten en el futuro próximo sus porcentajes dentro del total de servicios de transportación pública.

**CUADRO 3.1 Producción de servicios de transporte¹
(1970 y 1978, pesos de 1970, 2003 pesos de este año)**

	1970		1978		2003	
	Millones	%	Millones	%	Millones	%
1. Agropecuario, silvic. y pesca	375.5	4.0	572.0	2.8	10,055,699	2.79
2. Minería	247.6	2.7	477.8	2.3	7,418,529	2.06
3. Industria manufacturera	4 807.5	51.5	9 595.0	46.3	127,597,870	35.45
4. Construcción	1 832.0	19.6	4 163.2	20.1	29,645,571	8.24
5. Electricidad	10.5	0.1	14.8	0.1	10,465,290	2.91
6. Comercio, restaurantes y hoteles	421.5	4.5	3 191.2	15.4	40,905,949	11.36
7. Transportes, almacenamiento y comunicaciones	853.7	9.2	1 466.8	7.1	60,081,162	16.69
8. Servicios financieros, seguros y bienes inmuebles.	135.8	1.5	225.5	1.1	22,391,786	6.22
9. Servicios comunales, sociales y personales	640.5	6.9	1 030.2	5.0	51,412,058	14.28
Total	9 324.6	100.0	20 737.0	100.0	359,973,914	100.0

Fuentes: elaborado con base en las matrices insumo-producto de 1970 y 1978, de la SPP, y Matriz Insumo-Producto 2003, INEGI.

Una primera explicación de lo anterior se podría basar en las características propias de las diversas actividades. Por ejemplo, es obvio suponer que las manufacturas realizan una contratación de servicios de transporte público muchas veces más grande que la que hacen los servicios financieros, puesto que aquellos tienen la necesidad de trasladar, ya sea, las materias primas hacia las zonas industriales, o bien, los productos terminados hacia las zonas de venta o consumo.

Sin embargo, este análisis no logra explicar la razón por la que las manufacturas y los productos agropecuarios demandan cada vez menos servicios de transporte, en relación con la demanda de otros sectores, siendo que ambos sectores pueden tener problemas similares en el acopio de insumos y distribución de productos. Esto hace necesario considerar dos aspectos aún no analizados; por una parte, el cuadro 3.1 contiene cifras que representan el pago que realizan las diferentes actividades

económicas por la contratación de servicios de transporte, dado un sistema de tarifas que significa menores cuotas para unas y mayores cuotas para otras. De esta manera, se explican los bajos montos de transacciones que las actividades agropecuarias y mineras realizan con el sector transporte. Además, son también estas actividades las que tienen cierta preferencia por el ferrocarril en relación con el autotransporte, lo que aumenta la diferencia en las mencionadas transacciones, pues este último tiene tarifas más altas que las del primero.

Por otra parte, el porcentaje de participación de las actividades económicas en la producción bruta, constituye un elemento de análisis importante. Por ejemplo, en 1978 la industria manufacturera representó el 46.8% del total de la producción bruta del país, mientras que las actividades agropecuarias sólo tuvieron el 10.4% del mismo total, (según cálculos propios, basados en la información del "Sistema de Cuentas Nacionales de México", SPP, 1981 volumen V, pp. 83.). Se corrobora, pues, que los altos o bajos niveles de participación en el valor de la producción bruta explican, en buena medida, los correspondientes altos o bajos niveles de participación en la demanda de servicios de transporte.

En síntesis, son diversos los factores que ayudan a comprender las características de la demanda de servicios públicos de transporte, por lo que su estudio debe complementarse, para así poder conocer y atender más adecuadamente esta demanda. Conviene ahora desagregar la actividad económica más importante en ese sentido, o sea la industria manufacturera, para analizar por separado las ramas que tienen mayores niveles de demanda de transporte.

3.2 El transporte como demandante de bienes y servicios

De manera similar al análisis anterior (y con las mismas fuentes de información) se puede estudiar cómo cambia la relación del sector transporte con los otros sectores cuando éste demanda ciertos bienes y servicios para su funcionamiento. El cuadro 3.2 muestra los insumos demandados por el sector en estudio para los años de 1970, 1978 y 2003. La descripción del contenido de dicho cuadro es muy similar a la del cuadro 3.2, por lo que a continuación se presentan sólo las observaciones más relevantes.

Nuevamente, es la industria manufacturera la que tiene la mayor importancia, pero ahora como oferente de bienes necesarios para el transporte. Sin embargo, mientras que su participación dentro de los insumos del sector transporte representaba poco más del cincuenta por ciento en 1970, para el año 2003 la manufacturas ya sólo representan poco más del 36%. Algo similar sucede con el comercio. Así, de constituir casi el 20% de los insumos del sector transporte en 1970, esta participación baja a poco más del 11% en 2003. En contrapartida, si bien aún están muy por debajo de la oferta de bienes y servicios que le proporciona la industria manufacturera al sector transporte, ciertas actividades como el transporte mismo, los servicios financieros y los

servicios comunales, muestran una mayor dinámica en sus índices de participación, destacando incluso el caso de los servicios comunales, sociales y personales que ya casi alcanza el 22% de los insumos totales usados por la gran división Transporte Almacenamiento y Comunicaciones. Cabe destacar que sólo hay tres actividades que muestran una muy baja o nula oferta de bienes o servicios al sector transporte: el sector agropecuario, la minería y la construcción. La primera no parece producir en realidad ningún insumo directo indispensable para la realización de las actividades de transportación. Sin embargo, la explicación no es tan clara en el caso de los otros dos casos.

**CUADRO 3.2 Insumos requeridos para el servicio de transporte¹
(1970 y 1978, pesos de 1970, 2003 pesos de este año)**

	1970		1978		2003	
	<i>Millones</i>	%	<i>Millones</i>	%	<i>Millones</i>	%
1. Agropecuario, silvic. y pesca	0.0	0.0	0.0	0.0	10	0.00
2. Minería	18.4	0.2	9.9	0.1	7,686	0.00
3. Industria manufacturera	5 551.9	57.5	9 163.4	52.0	148,452,440	36.13
4. Construcción	0.0	0.0	0.0	0.0	1,136,550	0.28
5. Electricidad	66.7	0.7	217.5	1.2	6,587,541	1.60
6. Comercio, rest. y hoteles	1 831.2	19.0	3 492.8	19.8	46,584,343	11.34
7. Transportes, almacenamiento y comunicaciones	909.2	9.4	1 641.5	9.2	60,081,162	14.62
8. Servicios Financieros seguros y bienes inmuebles	462.4	4.8	1 215.0	6.9	59,193,608	14.41
9. Servicios comunales, sociales y personales	1 280.1	13.3	1 898.4	10.8	88,865,689	21.63
Total	9 657.5	100.0	17 638.5	100.0	410,909,029	100.00

Fuentes: elaboración propia con base en las matrices insumo-producto, de 1970 y 1978 de la SPP, y de 2003, del INEGI.

Sin embargo, la explicación no es tan clara en el caso del sector de la construcción, y se puede dudar de la aparentemente baja participación que tiene como oferente de insumos para el transporte (según se deduce de las matrices insumo-producto), pues es evidente que proporciona una serie de elementos infraestructurales que son condición indispensable para el servicio. Lo que sucede es que las matrices referidas contabilizan en un sólo rubro (el denominado "formación bruta de capital fijo") todo el

producto del sector de la construcción. La confusión es consecuencia de que los bienes producidos por la construcción son "consumidos" en un tiempo mayor a un año, mientras que éste es el periodo seleccionado para cuantificar las transacciones de las matrices insumo-producto.

3.3 Análisis de eslabonamientos productivos

Este análisis es muy importante para conocer las características de la demanda de servicios públicos de transporte por parte de las denominadas grandes divisiones de la economía. De análisis realizados hace algunos años se sabe, por ejemplo, que en la década de los setentas la industria manufacturera solicitó casi la mitad de los servicios públicos demandados al sector transporte. Cuál es la situación actual? Es decir, que sectores son los que más demandan los servicios del sector transporte y porqué estarían cambiando esas demandas? Estos datos serían de gran utilidad en la elaboración de programas de desarrollo del sector transporte, pues permitirían tener un primer fundamento más sólido del tipo de demanda que habrá de enfrentar en el futuro, en función del crecimiento de tales actividades.

Similarmente, se puede estudiar cómo cambia la relación del sector transporte con los otros sectores cuando éste demanda ciertos bienes y servicios para su funcionamiento. Esto permitiría una mejor programación de las inversiones necesarias en las industrias y servicios que abastecen al sector transporte. Cuál es la situación actual? Cuáles son los sectores o ramas específicos que le ofrecen sus bienes y servicios al sector transporte?

Una forma de calcular la interacción del sector transporte pero en una forma agregada, es mediante la utilización de los índices de interdependencia. En efecto, utilizando la matriz inversa de Leontief $(I-A)^{-1}$ podemos además construir algunos otros indicadores que nos muestren cómo son afectados los distintos sectores cuando se producen ciertos movimientos en el sistema. Así, por ejemplo, la matriz $(I-A)^{-1} = (S_{ij})$ se interpreta como la que contiene los coeficientes de requerimientos directos e indirectos; ahora bien, consideremos por el momento una determinada columna, $S_{.i}$, de la matriz $(I-A)^{-1}$, este vector columna nos indica los requerimientos totales (efectos directo e indirecto) que se hacen de cada una de las "n" industrias (incluyendo la industria "i") cuando cambia en una unidad de valor la demanda final para la industria "i". Considerando que todos los coeficientes representan valores, no unidades físicas, podemos sumar todos los elementos de la columna $S_{.i}$, lo que da por resultado el valor en que se tiene que expandir la totalidad de los sectores cuando cambia en una unidad la demanda final del sector "i". A este índice se le llama índice de interdependencia "hacia atrás" (porque la industria "i" jala a los demás sectores). Denotemos a este índice por

$$R.i = \sum_{j=i}^n S_{ji}$$

Por otro lado, si se atiende un determinado renglón, por ejemplo, S.i., vemos que éste representa el conjunto de requerimientos directos e indirectos que se hace de la industria "i" cuando aumenta en una unidad la demanda final para cada una de las "n" ramas; entonces si sumamos a los elementos de este renglón, obtenemos un índice de cómo la industria "i" es jalada cuando aumenta la demanda final de todos los sectores (aumentan en una unidad de la medida de valor cada uno de los "n" sectores). A este índice denotado por

$$R.i = \sum_{j=i}^n S_{ij}$$

se le llama índice de interdependencia "hacia adelante" (ahora el sector "i" es el que es "jalado" por las demás industrias).

Estos dos índices se pueden expresar de manera relativa, esto es, qué tan grandes son los índices de interdependencia de un determinado sector en relación al resto de los sectores; para esto, necesitamos construir los índices de interdependencia promedio; estos índices son, para la industria i, los siguientes:

$$U.i = \frac{nR.i}{\sum_i \sum_j S_{ij}}$$

que es el índice de interdependencia "hacia atrás", y

$$U_i = \frac{nR_i}{\sum_i \sum_j S_{ij}}$$

que es el índice promedio de interdependencia "hacia adelante".

Estos índices miden el grado de relación de un sector con el resto de la economía. En la sección anterior se detallaron algunas bases teóricas para su cálculo e interpretación.

Tomando datos para el sector transporte, que es el sector número 64 de la Matriz de Insumo-Producto de México, se tienen los siguientes resultados para el año 1980 (véase el cuadro 3.4).

R.64 = 1.3683, interdependencia o encadenamiento "hacia atrás".

R64. = 2.84531, interdependencia o encadenamiento "hacia adelante".

U.64 = 0.858328744, promedio de encadenamiento "hacia atrás".

U64. = 1.784850808, promedio de encadenamiento "hacia adelante".

Con esto se puede ver que el transporte es un sector que, según los datos oficiales de la Cuentas Nacionales de 1980, "jalaba" poco a la economía (el promedio es menor a la unidad) y que sin embargo, era un sector que resultaba "jalado" por la economía (el promedio es bastante mayor a la unidad); esto quiere decir que el sector transporte era un sector muy necesario para el resto de la economía, y en cambio, era un sector que no necesita mucho de la economía. Para 2003, no ha cambiado mucho esta situación, según las nuevas cifras de la Matriz Insumo- Producto de este año. Nuevamente, el promedio de encadenamiento hacia atrás es menor a la unidad y muy similar en monto al observado en 1980: el sector transporte "jala" poco a la economía. Por el contrario, si bien en 1980 el sector transporte mostraba un promedio de eslabonamientos hacia adelante bastante mayor a la unidad, para 2003 este efecto es apenas notable. Esto se puede interpretar como una evidencia de que el sector transporte es un sector ciertamente necesario para el resto de la economía, y en cambio, es un sector que no "arrastra" mucho de la economía por la vía de su demanda de bienes y servicios.

CUADRO 3.4 Índices de interdependencia del sector transporte, 1980 y 2003.

	R.64 Encadenamiento "hacia atrás"	R64. Encadenamiento "hacia adelante"	U.64 Promedio de encadenamiento "hacia atrás"	U64. Promedio de encadenamiento "hacia adelante"
MIP 1980	1.36830	2.84531	0.85833	1.78485
MIP 2003	1.53473	1.30141	0.87713	1.03438
<i>Transporte aéreo</i>	1.76924	1.15910	0.78121	1.19244
<i>Transporte por ferrocarril</i>	1.63341	1.07042	0.72144	1.10089
<i>Transporte por agua</i>	1.67292	1.06356	0.71682	1.12752
<i>Autotransporte de carga</i>	1.40854	2.31587	1.56086	0.94933
<i>Autotransporte de pasajeros</i>	1.43539	1.23191	0.83029	0.96743
<i>Transporte por ductos</i>	1.30962	1.02598	0.69149	0.88266
<i>Transporte turístico</i>	1.73347	1.00000	0.67398	1.16833
<i>Servicios relacionados con el transp.</i>	1.31523	1.54448	1.04095	0.88644

Fuentes: elaboración propia con base en las matrices insumo-producto, de 1970 y 1978 de la SPP, y de 2003, del INEGI.

4 Eficiencia técnica del transporte dentro de la matriz de insumo-producto

En esta parte del trabajo se aplicará el método de la envolvente de datos (data envelopment analysis) propuesto por Charnes, Cooper y Rodes en 1978 (modelo DEA-CCR), para estimar la eficiencia técnica con la que los sectores económicos de México están usando los insumos que les proporcionan los demás sectores para alcanzar los niveles observados en su producto. En realidad, también se utilizará el modelo modificado por Banker, Charnes y Cooper en 1984, quienes encontraron una extensión del modelo de DEA-CCR, tal que permite tomar en cuenta la posibilidad de la existencia de rendimientos crecientes a escala. Así, el modelo DEA-BCC nos permite establecer comparaciones entre los diferentes sectores económicos, tomando el criterio de la mejor marca o frontera de producción eficiente.

4.1 Definición de la eficiencia técnica.

Las medidas de eficiencia nos indican una relación entre lo que se produce, y lo que se debe producir. Es decir, para saber si se está produciendo de manera eficiente, debe existir un marco de comparación. Para ello, Farell (1957) propuso que dicha comparación debería estar en función de la mejor marca (o algo parecido a lo que hoy conocemos como “benchmarking”) observada entre un conjunto de empresas o DMU⁴, a las que se desee equiparar. Además de ello, identificó dos formas en las que se produce de manera ineficiente. La primera de ellas ocurre cuando se utilizan más insumos de los que se requieren en el proceso de producción de acuerdo con la tecnología existente, mientras que la segunda resulta de no contar con la mejor combinación de insumos, dados los costos de estos. A la primera se le conoce con el nombre de ineficiencia técnica, y a la segunda se le nombró ineficiencia de asignación. En el presente trabajo de investigación nos enfocamos sólo en la estimación de la eficiencia técnica. Por ello, sólo es necesario contar con las cantidades utilizadas de insumos y de producción.

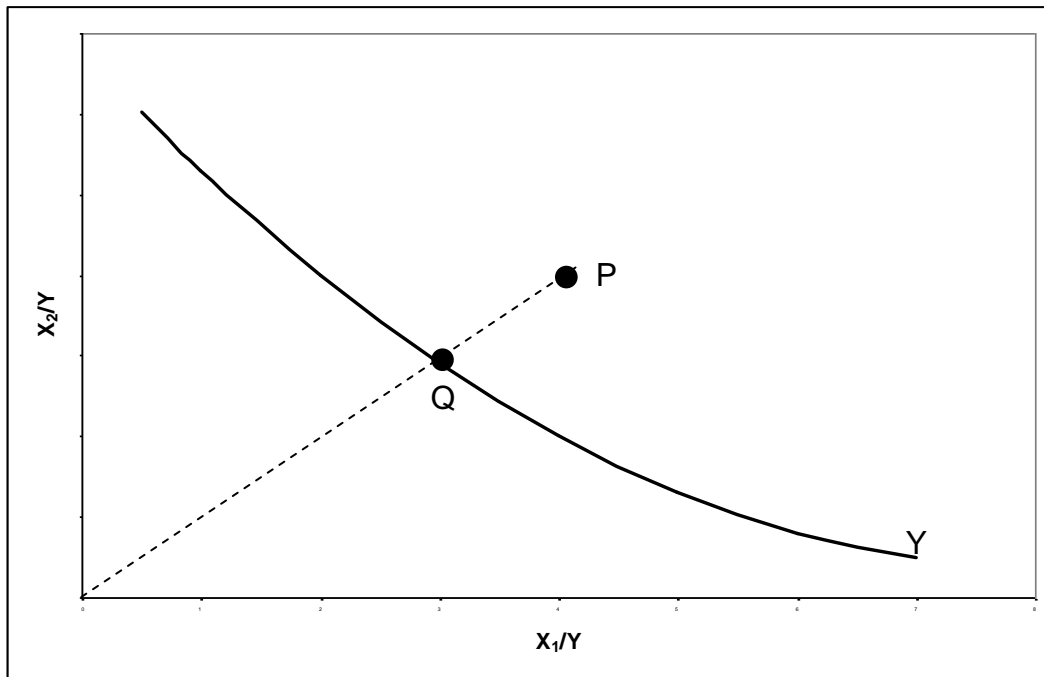
⁴ En la literatura sobre el tema se identifica como DMU a cada una de las unidades tomadoras de decisiones (DMU = “Decision Making Unit”).

Farell definió la eficiencia técnica como la distancia existente entre la mejor marca y la marca real de la empresa o DMU, que se desea comparar. Lo anterior se aprecia en la figura 4.1, donde se tiene un producto que requiere de los insumos X1 y X2, para su elaboración.

En efecto, la curva Y-Y' muestra la combinación de insumos necesaria para producir una unidad de producto en condiciones de máxima eficiencia. Es decir, que cualquier punto situado fuera de dicha curva estará produciendo de manera ineficiente. Tal es el caso del punto P, en el cual se produce la misma cantidad que en el punto Q, pero con mayor utilización de insumos. Así, si medimos la distancia existente entre los puntos P y Q, obtendríamos la cantidad que puede reducirse el consumo de insumos, sin alterar la cantidad producida, obteniendo el índice de eficiencia técnica como:

$$ET = \frac{\overline{OQ}}{\overline{OP}} \quad - [4.1]$$

Figura 4.1 Eficiencia técnica, según Farrell.



Fuente: Coelli et al, 1998.

Una vez definida la eficiencia, lo importante es determinar la frontera de la misma, es decir, la curva Y-Y' en la figura 4.1. Para ello, en los últimos años se han desarrollado dos enfoques principales para determinar la frontera y medir la eficiencia. El enfoque paramétrico consiste en determinar, a través de técnicas econométricas, una función frontera utilizando una representación paramétrica de la tecnología junto con un término de error compuesto. En cambio, el método no

paramétrico se resuelve mediante técnicas de programación lineal, y se calcula la frontera productiva directamente de los datos, sin imponer restricciones a priori a dicha función frontera.

En este trabajo de investigación se empleará el método de la envolvente de datos o DEA (Data Envelopment Analysis), desarrollado por Charnes, Cooper y Rhodes en 1978, el cual es un método de programación lineal, en el que la función de producción está definida por el máximo nivel de producción alcanzable, con una cierta combinación de insumos (Bonilla y otros, 2002).

El método DEA implica el uso de métodos de programación lineal para “construir” una superficie (o frontera) no paramétrica envolvente de los datos. El modelo asume retornos constantes a escala. Para la formulación matemática, Coelli y otros (1978) recurren a una interpretación intuitiva. Suponiendo que hay datos sobre K diferentes insumos y M diferentes productos para cada una de las N empresas, se parte del hecho de que para cada empresa analizada podemos obtener la relación de los productos (y_i) entre la cantidad de insumos (x_i), donde tanto x_i como y_i son vectores columna. Se tendría así una matriz de insumos ($K \times N$), y una matriz de productos ($M \times N$). Para cada industria nos interesa conocer una medida de la relación de todos los productos a todos los insumos, es decir,

$$\frac{u'y_i}{v'x_i} \quad - [4.2]$$

donde u' y v' son vectores de “pesos” o ponderadores de los productos e insumos respectivamente. La obtención del valor óptimo de esos ponderadores se obtiene al resolver el siguiente problema de programación lineal (Coelli et al, 1998):

$$\max_{u,v} \left(\frac{u'y_i}{v'x_i} \right)$$

sujeto a:

$$\frac{u'y_j}{v'x_j} \leq 1, \quad j = 1, 2, \dots, N,$$

$$u, v \geq 0$$

- [4.3]

Al resolver este problema, se encuentran los valores de u y v , tales que la eficiencia de la i -ésima DMU, sean maximizados, sujetos a las restricciones de que todas las medidas de eficiencia deben ser menores o iguales a uno. Un problema detectado en este planteamiento, es que tiene una cantidad infinita de soluciones. Para evitar eso, se puede imponer la restricción $v'x_i=1$, quedando:

$$\begin{aligned}
 & \max_{\mu, \nu} (\mu' y_i), \\
 \text{sujeto a:} \\
 & \nu' x_i = 1, \\
 & \mu' y_j - \nu' x_j \leq 0, \quad j = 1, 2, \dots, N \\
 & \mu, \nu \geq 0
 \end{aligned}
 \tag{4.4}$$

Debe notarse que en la expresión 4.4 se ha dado un cambio de notación para los ponderadores, de (u, v) a (μ, ν) , para enfatizar que se trata de un problema de programación diferente al inicial.

Ahora disponemos de un problema de optimización lineal estándar, de $N + 1$ restricciones lineales y $n + m$ restricciones de no negatividad. Este planteamiento es conocido como la forma del multiplicador del problema de programación lineal del DEA.

El problema dual asociado se puede formular en una forma envolvente similar:

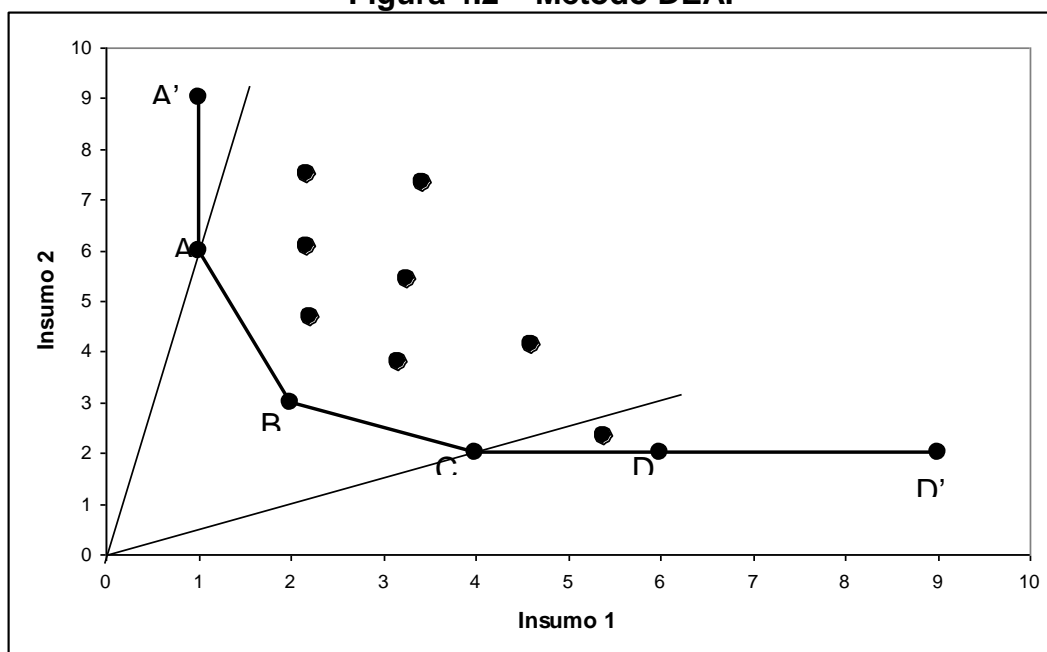
$$\begin{aligned}
 & \min_{\theta, \lambda} \theta, \\
 \text{sujeto a:} \\
 & -y_i + Y\lambda \geq 0, \\
 & \theta x_i - X\lambda \geq 0, \\
 & \lambda \geq 0
 \end{aligned}
 \tag{4.5}$$

En la expresión 4.5, θ es un escalar y $\lambda \in \mathfrak{R}^{n \times 1}$ un vector de constantes, $X \in \mathfrak{R}^{n \times N}$ es la matriz de insumos con tantas filas como insumos y tantas columnas como DMU e $Y \in \mathfrak{R}^{m \times N}$, la matriz de productos con tantas filas como productos y columnas como DMU haya. En este caso habrá $n + m$ restricciones lineales y N de no negatividad, es decir, una cantidad menor de restricciones que en la representación primal. Así, es generalmente la forma preferida para resolver. El valor de θ obtenido será la marca de eficiencia para la i -ésima región, con lo que este problema nos permite determinar las DMU a partir de las cuales se construirá la empresa “virtual” con la que se compara al resto de las DMU. Para conocer las unidades “eficientes” asociadas a las demás, se debe resolver un problema similar; por esta razón el ejercicio debe repetirse N veces (una vez para cada DMU). Cabe notar que los valores encontrados para Θ representan el valor de la eficiencia técnica, por lo que serán identificados como TECRS para mantener la notación que predomina en la literatura sobre este tipo de modelos (donde la indicación CRS significa que se están asumiendo rendimientos constantes a escala). Igualmente, se debe hacer mención que un resultado igual a 1, indica que

esa DMU es técnicamente eficiente, mientras que los resultados menores a 1, nos indican el porcentaje respecto a la DMU eficiente al que se está operando.

La representación gráfica del método es presentada en la figura 4.2, la cual nos muestra un conjunto de DMU, que emplean 2 insumos para producir la misma cantidad de producto, los puntos A, B y C representan las mínimas combinaciones de insumos necesarias. Para construir la frontera de eficiencia, se unen los puntos mencionados, y se prolonga tanto vertical como horizontalmente, quedando la superficie A'ABCDD'. A partir de esa frontera se debe medir la distancia que existe entre ella y el resto de los puntos, tal como se realizó en la definición de la eficiencia técnica.

Figura 4.2 Método DEA.



Fuente: Fried et al, 2008, (p.23).

Un elemento restrictivo y muy importante en la anterior expresión 4.5 es el supuesto de que se presentan rendimientos constantes a escala en la producción. Cabe mencionar que por ello se le identifica como el modelo DEA de rendimientos constantes a escala, o como el modelo CCR, por referencia a los autores del modelo (Charnes, Cooper y Rhodes, 1978). Claramente, este supuesto sólo es válido cuando todas las DMU están operando a una escala óptima (esto es, correspondiente a la porción plana de la curva de costos promedios de largo plazo). La competencia imperfecta, restricciones en el financiamiento, etc., pueden causar que una DMU no esté operando a una escala óptima. Banker, Charnes y Cooper (1984) encontraron una extensión del modelo de DEA-CCR, tal que permite la existencia de rendimientos crecientes a escala.

Para lo anterior, el problema de programación lineal es modificado al agregar una restricción de convexidad (esto es, $\sum \lambda = 1$), quedando la expresión matemática del modelo BCC como sigue:

$$\begin{aligned} & \min_{\theta, \lambda} \theta, \\ \text{sujeto a:} & \\ & -y_i + Y\lambda \geq 0, \\ & \theta x_i - X\lambda \geq 0, \\ & \sum \lambda = 1 \\ & \lambda \geq 0 \end{aligned} \quad \text{- [4.6]}$$

Nuevamente, como en el caso de la expresión 4.5, los valores encontrados para θ representan el valor de la eficiencia técnica, y serán identificados como TEVRS para mantener la notación que predomina en la literatura sobre este tipo de modelos y donde VRS significa que se asumen rendimientos variables a escala.

Otro elemento a considerar en los anteriores modelos radica en que el modelo corresponde a las medidas que Farrell propuso para medir la ineficiencia técnica cuando hay una orientación a la reducción de los insumos que se utilizan. Sin embargo, es evidente la posibilidad de medir la ineficiencia técnica como un incremento proporcional en la producción considerando cantidades fijas de insumos. Este es un caso muy frecuente en sectores como el del transporte donde no es posible reducir el tamaño de la infraestructura, por lo que la eficiencia podría estar orientada al producto y no necesariamente a los insumos. La implicación metodológica radica en que los resultados al medir la eficiencia varían cuando se considera la posibilidad de rendimientos variables a escala.

El modelo a optimizar tiene un desarrollo teórico muy similar al formulado en las expresiones 4.5 y 4.6 anteriores, pero se plantea como la siguiente maximización que asume rendimientos variables a escala (Coelli, 1998):

$$\begin{aligned} & \max_{\phi, \lambda} \Phi, \\ \text{sujeto a:} & \\ & -\Phi y_i + Y\lambda \geq 0, \\ & x_i - X\lambda \geq 0, \\ & \sum \lambda = 1 \\ & \lambda \geq 0 \end{aligned} \quad \text{- [4.7]}$$

Por supuesto, ahora los valores encontrados para Φ representan el valor de la eficiencia técnica, y serán identificados como $TE_{O,VRS}$, donde O,VRS significa que se asume orientación al producto así como rendimientos variables a escala. La notación para las demás mediciones de la eficiencia quedaría como sigue:

$TE_{I,CRS}$ = eficiencia técnica orientada a los insumos, con rendimientos constantes a escala.

$TE_{I,VRS}$ = eficiencia técnica orientada a los insumos, con rendimientos variables a escala.

$TE_{O,CRS}$ = eficiencia técnica orientada a los productos, rendimientos constantes a escala.

4.2 Medición de la eficiencia técnica en la MIP.

Los datos consignados en el cuadro 2.6 no sólo son muy importantes para mostrar la importancia relativa de cada uno de los sectores en la economía mexicana, así como su interacción. Las variables mostradas son también las que serán utilizadas para aplicar el análisis de eficiencia. Así, se está seleccionando a los niveles de demanda de insumos para la producción de las grandes divisiones de la economía como las variables explicativas, independientes o, más precisamente en el contexto metodológico de nuestro análisis, como los insumos necesarios para explicar el producto generado por la actividad económica de los diferentes sectores de la economía del país, tomados éstos sectores como las DMU. Esto se puede apreciar más claramente en el cuadro 4.1, el cual presenta la información específica que fue utilizada para la aplicación del método DEA para medir el desempeño económico de los diferentes sectores económicos en México.

El modelo de eficiencia se resuelve empleando el software DEA-Solver Learning (Cooper et al, 2000), para ello se consideran como modelos de solución las cuatro opciones siguientes:

- el CCRI, es decir, el modelo de Charnes, Cooper y Rhodes, que estima la $TE_{I,CRS}$ al minimizar la cantidad de insumos utilizados dada la cantidad de producción, y asumiendo rendimientos constantes a escala.
- el CCRO, es decir, el modelo de Charnes, Cooper y Rhodes, que estima la $TE_{O,CRS}$ al maximizar la cantidad de producción dada la cantidad de insumos utilizados, y asumiendo rendimientos constantes a escala.
- el BCCI, es decir, el modelo de Banker, Charnes y Cooper, que estima la $TE_{I,BRS}$ al minimizar la cantidad de insumos utilizados dada la cantidad de producción, y asumiendo rendimientos variables a escala.
- el BCCO, es decir, el modelo de Banker, Charnes y Cooper, que estima la $TE_{O,BRS}$ al maximizar la cantidad de producción dada la cantidad de insumos utilizados, y asumiendo rendimientos variables a escala.

Cuadro 4.1 Insumos proporcionados por los sectores de actividad económica (en miles de pesos, a precios básicos del año 2003).

SECTOR DE ACTIVIDAD ECONÓMICA.	Grandes divisiones de la economía mexicana										DEMANDA FINAL
	Agricultura, ganadería, apro. forestal, pesca y caza	Minería	Industrias manufact.	Construcción	Electricidad, agua y gas, consumidor final	Comercio, restaurantes y hoteles.	Transportes, almacenam. y comun.	Servicios financieros, seguros y bienes inmuebles.	Servicios comunales, sociales y personales.		
Agríc., ganadería, apro. forestal, pesca y caza	45661042	86276	64290386	923712	4931145	22627211	10055699	6344119	6979468	159,905,279	
Minería	283	7971250	39284704	353383	3089491	13237720	7418529	25104214	13967314	235,540,129	
Elect., agua y gas por ductos al consumidor final	227	3985328	59910263	579321	33539349	20688311	10465290	5375664	8325964	85,163,278	
Construcción	1820316	12691033	259846358	62592496	3094215	68193235	29645571	20779358	32610577	887,257,188	
Industrias manufactureras	217161071	280861277	1566199154	6448286	49113854	299295801	127597870	66264221	144674166	1,605,345,533	
Comercio	0	0	112557714	510917	14935672	28825079	33205827	90039322	93910536	929,600,787	
Transportes	0	7029	117065838	1050488	4275842	38144160	29791181	39191705	48907765	596,959,367	
Correos y almacenamiento	0	0	4652312	12656	209809	1276581	1079897	1539481	1837399	8,584,217	
Información en medios masivos	10	657	26734290	73406	2101890	7163602	29210084	18462422	38120525	169,717,880	
Servicios financieros y de seguros	0	0	6214222	510362	961559	3206134	11600726	49380313	51527660	111,983,348	
Servicios inmov. y de alquiler de bienes muebles	0	222023	20706123	3303577	6694012	6100694	10791060	13402398	21152428	673,168,314	
Servicios profesionales, científicos y técnicos	0	4271	37338473	64449	2235677	12288747	16547953	15455168	27770564	110,189,483	
Dirección de corporativos y empresas	0	0	1199565	293482	69172	1246757	2320684	4279219	9812084	0	
Serv. de apoyo a negocios y manejo de desechos	317	4116	18938931	231582	959354	5452881	6471463	4651760	13827641	23,965,976	
Servicios educativos	0	10	6582785	1108787	2555727	3087076	9610063	6134146	14003893	410,347,890	
Servicios de salud y de asistencia social	73	211	32813018	422310	3441982	9642508	5762039	5103121	13468262	293,306,066	
Servicios de esparcimiento culturales y deportivos	983	605	3588960	28859	643320	1058000	1509534	1746728	3527930	39,487,725	
Serv. de alojamiento temp. y de prep. de alimentos	6119	113953	20651187	853486	9781982	6250692	7700122	14840680	15732441	244,482,929	
Otros servicios excepto actividades del Gobierno	1584	593	34761552	93548	3196193	8548323	9190322	8149521	7151767	204,364,802	
Activ. del Gobierno y organismos internacionales	0	0	20745267	1607285	7547589	10931300	15237278	13934937	34937631	416,928,743	

Fuente: elaboración propia, agrupando la información proporcionada por la Matriz Insumo-Producto, INEGI, 2003.

Corridas para el año 2003.

El cuadro 4.2, que ha sido elaborado a partir del listado de salida de una de las corridas del modelo DEA-Solver Learning (mostrado en el anexo 1), representa un resumen de los resultados más importantes. Así, de las 20 actividades económicas analizadas, 11 alcanzaron la calificación máxima (es decir, 1), mientras que 8 quedaron por abajo de dicho objetivo, es decir, son ineficientes. Esta predominancia de la eficiencia técnica, tal y como se midió en el presente trabajo, se refleja en que la calificación promedio es de 0.794.

Cuadro 4.2 Resultados globales en la medición de la eficiencia.

No. of DMUs	20
Average	0.794193615
SD	0.302658965
Maximum	1

El desglose de las calificaciones obtenidas por cada sector económico es presentado en el cuadro 4.3. Así, en dicho cuadro se muestran los valores obtenidos en la estimación de la eficiencia técnica de los veinte sectores económicos que incluye la MIP del año 2003.

Como se puede apreciar, el sector transporte obtiene un valor de θ o calificación igual a la unidad lo que significa que se encuentra en la frontera de producción eficiente. Lo mismo sucede con otros sectores como la construcción, el comercio y la mayoría de los sectores relacionados con actividades de servicios. Por el contrario, el sector dedicado a la “Dirección de corporativos y empresas” resulta con la peor calificación, esto es, es totalmente ineficiente. Este último no es un resultado sorprendente si se considera que ya en el cuadro 4.1 se observa que este sector no tiene considerado un valor positivo en su nivel de demanda final.

El cuadro 4.4 muestra las calificaciones que obtienen los diferentes sectores económicos en el año de 2003, bajo cada uno de los modelos DEA antes planteados.

Cuadro 4.3 Nivel de eficiencia técnica en las actividades económicas.

Sector económico	Modelo CCR-I	
	Calif.	Posición
1. Agricultura, ganadería, aprovechamiento forestal, pesca y caza	0.72778	14
2. Minería	0.88994	13
3. Electricidad, agua y suministro de gas por ductos al consumidor final	0.35301	18
4. Construcción	1	1
5. Industrias manufactureras	0.45047	17
6. Comercio	1	1
7. Transportes	1	1
8. Correos y almacenamiento	0.64123	16
9. Información en medios masivos	1	1
10. Servicios financieros y de seguros	1	1
11. Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles	1	1
12. Servicios profesionales, científicos y técnicos	0.93968	12
13. Dirección de corporativos y empresas	0	20
14. Servicios de apoyo a los negocios y manejo de desechos y servicios de remediación	0.2013	19
15. Servicios educativos	1	1
16. Servicios de salud y de asistencia social	1	1
17. Servicios de esparcimiento culturales y deportivos, y otros servicios recreativos	1	1
18. Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas	0.68046	15
19. Otros servicios excepto actividades del Gobierno	1	1
20. Actividades del Gobierno y de organismos internacionales y extraterritoriales	1	1

Fuente: elaboración propia, con base a información de INEGI (2003) y la aplicación del modelo DEA.

Destaca el hecho de que, en 16 de los casos, no es observable un gran cambio en la calificación al pasar del modelo BCC-O al modelo CCR-O, es decir, al asumir que existen rendimientos a escala constantes. Sin embargo, si hay cuatro sectores (el 5, 8, 17 y 18) que cambian abruptamente en su calificación, lo cual significa que tienen problemas importantes de ineficiencias de escala (Coelli, 1998). El ejemplo más claro de ello es el caso del sector de las manufacturas que baja su calificación de 1 a casi 0.45, que además de estar por abajo del valor promedio para la calificación del modelo CCRO (0.79) significa que tiene una ineficiencia de escala del orden del 55%. Ello se muestra en la última columna del cuadro 4.4. De hecho, esta misma situación se corrobora en los demás casos de los sectores económicos que habían resultado óptimos bajo el modelo BCC-O y que dejaron de serlo al asumir rendimientos constantes a escala.

Por otra parte, como ya anticipaba la teoría (véase el planteamiento del modelo), el cambio del modelo CCR-O al modelo CCRI no cambia en absoluto las calificaciones obtenidas, mientras que el cambio del modelo BCCO al modelo BCRI apenas muestra algunas variaciones significativas en cuatro sectores económicos, pero no altera las conclusiones anteriores.

Cabe resaltar que el sector transporte (el 5 en el cuadro 4.4) no muestra los cambios mencionados, corroborando que se mantiene en la frontera de eficiencia técnica sin mostrar ineficiencias de escala.

Por supuesto, estos resultados requieren un mayor estudio del tema de la eficiencia sectorial y sus implicaciones, pero queda de manifiesto el potencial de uso analítico del método de la DEA.

Cuadro 4.4 Resultados por modelo en la medición de la eficiencia técnica.

Sector económico	Calificación BCCO	Calificación CCRO	Calificación CCRI	Calificación BCRI	Ineficiencias de escala
1	0.828188472	0.727781045	0.727781045	0.867124877	0.100407427
2	0.894159584	0.88994187	0.88994187	0.897366254	0.004217714
3	0.376108254	0.353008702	0.353008702	0.493974492	0.023099552
4	1	1	1	1	0
5	1	0.450473653	0.450473653	1	0.549526347
6	1	1	1	1	0
7	1	1	1	1	0
8	1	0.641229469	0.641229469	1	0.358770531
9	1	1	1	1	0
10	1	1	1	1	0
11	1	1	1	1	0
12	1	0.939675347	0.939675347	1	0.060324653
13	0.213756402	0	0	1	0.213756402
14	1	0.201299997	0.201299997	0.365062277	0.798700003
15	1	1	1	1	0
16	1	1	1	1	0
17	0.681043048	1	1	1	-0.31895695
18	1	0.680462221	0.680462221	0.698659768	0.319537779
19	1	1	1	1	0
20	0.828188472	1	1	1	-0.17181153

Fuente: elaboración propia, con base a la aplicación del modelo DEA.

Conclusiones

En este trabajo se han realizado diversos análisis de la relación económica sectorial entre el sector transporte mexicano y los demás sectores de la economía.

Además de aportar una breve descripción de los conceptos básicos sobre la matriz insumo – producto, se presentó un resumen de su potencial de uso para analizar las relaciones intersectoriales.

Por otra parte, y dado que la clasificación de las nuevas matrices insumo-producto de 2003, es diferente a la clasificación utilizada en la matriz de 1980, fue necesario llevar a cabo una homologación de los sectores y subsectores de 2003 con los presentados con la base de 1980.

Con base en lo anterior, se encuentra que hay cambios importantes en la estructura de los principales sectores demandantes y oferentes del sector transporte. Al respecto, destaca la disminución de la participación del sector manufacturero en la demanda de servicios de transporte.

Los propios hallazgos del presente trabajo son, en alguna medida contrapuestas. Así, mientras que el análisis de los eslabonamientos señala, para 1980, una alta dependencia de la economía con relación a los servicios de transporte como insumo para su producción, esta situación cambia drásticamente en el año 2003 en el que el índice de eslabonamientos hacia adelante apenas rebasa la unidad. No obstante, el análisis de eficiencia señala que los servicios que ofrece el sector transporte implican un eficiente uso de recursos. Habrá que recordar que, como se anotó en el capítulo cuarto, no siempre se hayan evidencias de que el sector transporte tenga un desempeño eficiente. De hecho, de la aplicación del método de la envolvente de datos (*Data Envelopment Analysis*) encontramos que el sector transporte se encuentra dentro de la frontera de producción eficiente sin mostrar ineficiencias de escala, mientras que algunos sectores como las manufacturas muestran un alto grado de ineficiencia.

En parte por lo anterior, el uso del método de la envolvente de datos, resulta ser una herramienta de análisis que podría seguirse usando para ampliar el estudio de la relación entre la inversión en transporte y el desarrollo económico. De hecho, los hallazgos realizados en el presente trabajo, deberán ser revisados con mejor información y con otras herramientas analíticas.

Bibliografía

Coelli, T., Prasada-Rao, D., and Battese, G. (1998). **An introduction to efficiency and productivity analysis**. Kluwer Academic Pub.

Charnes, D. W., Cooper, W. and Rhodes, E. (1978). **Measuring the efficiency of Decision Making Units**. European Journal of Operational Research, vol. 2, pp. 429-444.

Banker, R., A. Charnes, and W. W. Cooper (1984). **Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis**, *Management Science*, 1984, 30 (9), 1078–1092.

Bonilla, M., Medal, A., Casasús, T. y Sala, R. (1997) **Un análisis de la eficiencia de los puertos españoles**, Trabajo realizado dentro del Convenio de Colaboración con la Autoridad Portuaria de Valencia.

Cooper, W. W., Seiford, L. M., Tone, K., (2000). **Data Envelopment Analysis**, Kluwer Academic Publishers, USA.

Farrell, M. J. (1957) **The Measurement of Productive Efficiency**. Journal of the Royal Statistical Society, Series A (General), 120.

Fried, H. O.; Lovell, K.; and Schmidt, S. (2008) **The measurement of productive efficiency and productive growth**. Oxford Univ. Press.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. **Sistema de consulta de la matriz insumo – producto 2003**. Página web: www.inegi.gob.mx.

Islas, Víctor. **Estructura y desarrollo del sector transporte en México**. El Colegio de México, 1990.

Lovell, C. A., (1993) **Production frontiers and productive efficiency. The measurement of productive efficiency techniques and applications**. Edited by Harold, Knox and Schmidt. New York, Oxford University Press.

Ortúzar, J., and Willumsen, L. **Modelling transport**. Wiley & Sons Ltd., UK. 1994.

De Rus G., Campos J., Nombela G. **Economía del transporte**. Antoni Bosch Editor, Barcelona, España 2003.

Secretaría de Comunicaciones y Transportes. **Anuario estadístico del sector**. México, 1998-2007.

Anexo 1.

Workbook Name = K:\DEA-SOLVER\Samples\DEA-2003-TPE EN MIP -CCR-DIV.xls										
Data File = K:\DEA-SOLVER\Samples\DEA-2003-TPE EN MIP -BASE-DIV.xls\DAT										
DEA model = CCR										
Problem = 2003 - TPE en MIP										
No. of DM Us = 20										
No. Input Items = 9										
Input(1) = x1										
Input(2) = x2										
Input(3) = x3										
Input(4) = x4										
Input(5) = x5										
Input(6) = x6										
Input(7) = x7										
Input(8) = x8										
Input(9) = x9										
No. of Output Items = 1										
Output(1) = y1										
Returns to Scale = Constant (0 =< Sum of Lamdas < infinity)										
Statistics on Input/Output Data										
	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9	y1
Max	217151071	280861277	1866199154	62992496	49113854	299299801	127597870	90039322	144674166	1605246533
Min	0	0	1199966	12696	69172	1083000	1079897	1839461	1837399	0
Average	13232601.25	15297431.6	122704055.1	4083119.6	7968891.7	28362990.6	18780559.6	20808924.85	30112300.75	360264946.7
SD	47826278.99	61009583.03	336241711.3	13608472.1	12007069.87	64092908.36	26746026.24	22967016.59	33846483.36	394694391.4
Correlation										
	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9	y1
x1	1	0.97626091	0.967151441	0.037440968	0.772053116	0.986630692	0.909107969	0.423066014	0.733969906	0.694377619
x2	0.97626091	1	0.990073734	0.083203428	0.796071105	0.977432853	0.936994643	0.487919309	0.774531393	0.735730909
x3	0.967151441	0.990073734	1	0.18861563	0.796071014	0.99694197	0.962813013	0.506140026	0.807968008	0.797534734
x4	0.037440968	0.083203428	0.18861563	1	-0.007969083	0.233744067	0.182102346	0.046668896	0.092640288	0.392482906
x5	0.772053116	0.796071105	0.796071014	-0.007969083	1	0.799467354	0.776574358	0.483676205	0.687966717	0.639935671
x6	0.986630692	0.977432853	0.99694197	0.233744067	0.799467354	1	0.966514573	0.51699475	0.812422578	0.817884966
x7	0.909107969	0.936994643	0.962813013	0.182102346	0.776574358	0.966514573	1	0.642206641	0.906660699	0.883326077
x8	0.423066014	0.487919309	0.506140026	0.046668896	0.483676205	0.51699475	0.642206641	1	0.883326077	0.696476745
x9	0.733969906	0.774531393	0.807968008	0.092640288	0.687966717	0.812422578	0.906660699	0.883326077	1	0.84371694
y1	0.694377619	0.735730909	0.797534734	0.392482906	0.639935671	0.817884966	0.883326077	0.696476745	0.84371694	1
DM Us with Inappropriate Data with respect to the chosen Model										
No.	DMU									
	None									
No. of DM Us										
Average	0.794193615									
SD	0.302668966									
Maximum	1									
Minimum	0									
Frequency in Reference Set										
Peer set	Frequency to other DMUs									
4	0									
5	3									
7	2									
9	0									
10	1									
11	2									
15	4									
16	6									
17	0									
19	4									
20	0									
No. of DM Us in Data = 20										
No. of DM Us with Inappropriate Data = 0										
No. of evaluated DM Us = 20										
Average of scores = 0.794193615										
No. of efficient DM Us = 11										
No. of inefficient DM Us = 9										
No. of over iteration DM Us = 0										
[CCR-] LP started at 11-30-2011 18:33:47 and completed at 11-30-2011 18:33:48										
Elapsed time = 1 seconds										
Total number of simplex iterations = 166										

CIUDAD DE MÉXICO

Av. Nuevo León 210
Col. Hipódromo Condesa
CP 06100, México, D F
Tel +52 (55) 52 653600
Fax +52 (55) 52 653600

SANFANDILA

Carretera Querétaro-Galindo km 12+000
CP 76700, Sanfandila
Pedro Escobedo, Querétaro, México
Tel +52 (442) 216 9777
Fax +52 (442) 216 9671



**INSTITUTO
MEXICANO DEL
TRANSPORTE**



www.imt.mx
publicaciones@imt.mx