I. Presentación del estudio.

A partir de 1985 la economía mexicana ha sufrido una profunda transformación, dado su status anterior de economía fuertemente regulada. El modelo de desarrollo basado en la sustitución de importaciones y el posterior periodo de "petrolización" de la economía y crecimiento del sector paraestatal nacional tuvieron ciertos efectos perversos en la industria manufacturera nacional: ineficiencia debido al alto proteccionismo y a la entrada del gobierno en actividades en las que no poseía el "know-how", en algunos sectores se desplazó la búsqueda de utilidades por objetivos sociales a grandes costos para los sectores implicados, falta de calidad y de competitividad ante la seguridad de tener un mercado cautivo, además de una falta de visión generalizada para interpretar las señales del mercado.

Ante el nuevo entorno de competencia y la inserción de nuestro país en la economía global es necesario que el sector manufacturero nacional muestre flexibilidad para adaptarse y competir con posibilidades de triunfo en el mercado nacional e internacional. Para lograr lo anterior se requiere, entre otras cosas, de eficiencia y de alcanzar niveles de productividad y calidad comparables con los estándares internacionales.

Un sector productivo caracterizado por una tecnología de producción rígida dificulta las posibilidades de sustitución entre insumos, por lo que ante cambios en los precios de los mismos o escasez es previsible que el nivel de producción disminuya y los costos se disparen ocasionando bajas en los niveles de utilidad o un aumento en el precio al consumidor. Debido a lo anterior es de importancia el identificar que sectores se encuentran en esta situación, ya que de ser esta la situación general de las manufacturas mexicanas sus posibilidades de éxito ante el entorno actual son escasas.

Muchos estudios se han llevado a cabo a través de formas funcionales que imponen fuertes restricciones a priori sobre la tecnología de la producción, lo cual no es viable bajo un concepto de maximización de utilidades. Las formas funcionales más utilizadas como la Cobb- Douglas y la CES restringen fuertemente las elasticidades de sustitución,

siendo éstas iguales a uno para todo par de insumos en el caso de la primera y constantes para todo par de insumos en el caso de la CES. Por lo anterior es difícil inferir a partir de estas formas funcionales las verdaderas relaciones técnicas entre insumos, así como los ajustes necesarios en la tecnología de producción para hacer frente a los cambios en los precios relativos de los insumos o en el nivel de producto. De acuerdo con lo descrito en el párrafo anterior es de interés el estimar las tecnologías de producción a través de una forma funcional flexible que no restrinja a priori las posibilidades de sustitución entre los insumos.

La estimación de los rendimientos a escala y la caracterización de la tecnología de acuerdo a su intensidad en el uso de los factores puede servir de guía para la política fiscal e industrial, debido a que mediante el conocimiento de lo anterior se podría estimular fiscalmente aquellos sectores que muestren rendimientos crecientes a escala o a los que puedan contribuir a una mayor generación de empleos. A pesar de lo anterior, la mayoría de los estudios asumen rendimientos constantes a escala por conveniencia, sin embargo en pocos se llevan a cabo pruebas para verificar la existencia de tal supuesto. Es de esperarse que las relaciones entre insumos calculadas bajo el supuesto de rendimientos constantes a escala presenten cierto sesgo en caso de que estos no se presenten en el proceso productivo bajo estudio.

Otro campo de la organización industrial muy estudiado es el de la estimación de las curvas de costo a largo plazo, siendo uno de los principales motivos de su estudio el inferir acerca del tamaño de escala de operación de las diversas industrias. Lo más relevante de lo anterior es el estimar el punto o rango de producto en el cual el costo medio de largo plazo alcanza su punto mínimo (escala de planta mínima eficiente), ya que la localización del mismo es un indicativo de la conveniencia de la existencia de grandes o pequeñas empresas en el sector bajo estudio y está fuertemente relacionado con la concentración de mercado.

Al obtener una aproximación de la escala de planta mínima eficiente (EME) se puede formar una idea de la eficiencia técnica de la industria bajo estudio, al comparar que tanto se alejan sus componentes de dicho punto, a la vez que se puede identificar los sectores en los que se presentan economías o deseconomías a escala. Como puede apreciarse por todo lo anterior el estudio de los costos a largo plazo tiene importantes implicaciones de política económica, particularmente sobre la política industrial, la cual en nuestro país ha sido severamente criticada e incluso se ha llegado a dudar de su existencia.

Dado que muchos de los valores de venta se rigen por los precios internacionales y que son pocos los productos manufacturados mexicanos que pueden incidir sobre el precio internacional del mismo, una de las alternativas para obtener utilidades y ser competitivos es el producir a costos unitarios bajos y comparables a los estándares internacionales. Por lo anterior es de importancia el identificar que sectores se encuentran en una escala de planta eficiente que les permita, de acuerdo a su tecnología, el producir en la zona donde sus costos medios se minimizan. Con lo anterior se identificaría a aquellas actividades productivas que están en posibilidad de competir eficientemente en los mercados internacionales y que podrían ser apoyadas, a la vez que se puede buscar realizar ajustes en aquellas que están cerca de éste nivel de eficiencia o que es necesario desarrollar para lograr que los encadenamientos productivos no se vean afectados seriamente, o más de lo que están.

Otro aspecto que motiva este estudio es el estimar la productividad en el sector manufacturero mexicano, esto con el fin de homologar o superar la productividad de los socios comerciales de México y de sus principales competidores en los mercados mundiales. Como se puede apreciar en el siguiente cuadro, en lo referente a la productividad de la mano de obra nuestro país ha ido opacando el desempeño de los países del norte del continente.

Cuadro 1. Índice de la productividad de la mano de obra por hora-hombre laborada en el sector manufacturero.
1990=100.

Año	México	Δ%	E.U.A.	Δ%	Canadá	Δ%
1987	84.8		94.2		95.0	
1988	88.0	3.77	96.8	2.76	97.0	2.11
1989	94.1	6.93	98.2	1.45	96.7	-0.31
1990	100.0	6.27	100.0	1.83	100.0	3.41
1991	105.7	5.70	101.8	1.80	104.6	4.60
1992	111.6	5.58	106.8	4.91	110.3	5.45
1993	121.0	8.42	110.8	3.75	115.1	4.35
1994	134.7	11.32	114.3	3.16	111.7	-2.95

Fuente: INEGI. Indicadores de Competitividad.

Si bien es cierto que en el factor laboral nuestro país ha ido mejorando su desempeño, es de interés el visualizar una medida de productividad más amplia que nos permita valorar el desempeño del sector manufacturero nacional.

Dicha medida más amplia es llamada productividad total de los factores y su estudio empezó a difundirse a partir de la década de los 60's y principio de los 70's debido al impulso que le dieron los trabajos pioneros de Jan Timbergen (1962), Griliches y Jorgenson (1967) y Kendrick (1973). Se desarrollaron diversas metodologías basadas en igual cantidad de diversos supuestos todo con el objetivo de estimar el comportamiento de dicha productividad, dada la importancia de producir eficientemente dándole el mejor uso posible a los recursos. Sin embargo hay dos metodologías que se han impuesto: la de la contabilidad de los índices de crecimiento y la basada en funciones de producción.

La metodología para la medición de la productividad multifactorial basada en funciones de producción o su dual de costos también está basada en el supuesto de RCE, por lo que de no darse éstos dicha medida de productividad podría resultar sub o sobre estimada. Lo anterior puede ser salvado al calcular dicha productividad mediante alguna medida que tome en cuenta la posibilidad de no RCE, como el índice de Tornqvist de la productividad total de los factores.

Este estudio tiene una hipótesis fundamental que se puede presentar de la siguiente manera. La economía mexicana ha sufrido una profunda transformación y la fuerte apertura de la misma, experimentada a partir de 1988, parece ser un evento que ha modificado la estructura productiva del sector manufacturero mexicano. Por lo anterior la industria manufacturera nacional se ha ajustado para sobrevivir en el nuevo entorno. ¿Cómo probar lo anterior?. En primera instancia hay que validar la existencia de un cambio estructural en la mayoría de los sectores de la industria manufacturera, siendo el "punto de quiebre" el año de 1988. Una vez logrado esto se buscará visualizar los ajustes que se han llevado a cabo a través de tres objetivos principales:

1) Estimar relaciones técnicas entre los insumos y algunas características adicionales de la tecnología de producción de el sector manufacturero nacional. Lo anterior con el fin de visualizar las posibilidades de ajuste de las diversas industrias manufactureras a cambios en los precios relativos de los insumos y por lo tanto la flexibilidad de su estructura de costos para absorber estos impactos sin que se afecte de gran manera su nivel de producción o sus utilidades.
2) La estimación del punto o región en la que la curva de costos medios alcanza su punto mínimo, para así tener una idea de la eficiencia en las diversas actividades productivas, sus posibilidades de competencia y de dónde hace falta mejorar en cuanto a la estructura de costos para que el eslabonamiento productivo de la industria nacional no se vea fuertemente afectado.
3) El estimar medidas de productividad para la industria manufacturera nacional, particularmente el desempeño de la misma a través de la productividad total de los factores y de la productividad de la mano de obra. Lo anterior se llevará a cabo con el propósito de ver en que sectores se hace un uso más eficiente de los insumos. Además se buscará identificar los patrones de uso de insumos en cada sector, buscando caracterizar a la tecnología de producción del sector a la vez que se obtiene una idea del efecto del cambio tecnológico sobre la misma.

Para considerar que la industria nacional se ha ajustado adecuadamente se esperaría encontrar que los patrones de sustitución entre insumos no son limitados y que las tecnologías productivas son flexibles y no del tipo que impone restricciones sobre la sustitución entre insumos. También se espera encontrar que en el periodo posterior a la apertura la eficiencia aumentó en las diversas industrias, es decir que se opera en una zona más cercana a la escala de planta mínima eficiente o que los costos medios se han ajustado para no diferir en gran medida del mínimo. Finalmente se espera que la productividad, total de los factores y de la mano de obra, se haya incrementado en el periodo post-apertura.

Estos objetivos se detallarán en los siguientes apartados de este escrito, el cual consta de cuatro capítulos y una sección de anexos. Este primer capítulo estuvo conformado por la presentación del estudio, en donde se plantean las motivaciones y objetivos del mismo.

El capítulo dos reúne los aspectos metodológicos en que se sustenta el presente documento. Se divide en tres partes, siendo la primera la revisión de algunos estudios relacionados, destacando aquellos que se han llevado a cabo en nuestro país. Los modelos y su implementación estadístico - econométrica son presentados después, buscando clarificar los procesos necesarios para la obtención de los resultados. Finalmente se plantea una descripción de la muestra y la generación de las variables que conforman las relaciones a estimar a partir de los datos brutos.

El capítulo tercero cumple con la función de presentar y analizar los resultados obtenidos, mientras que el último presenta las conclusiones y limitaciones del trabajo, así como futuras líneas de investigación relacionadas con los temas aquí tratados.

II. Aspectos metodológicos del estudio.

A) Revisión de la literatura.

Existen diversos antecedentes en la literatura económica acerca de estos temas, siendo la abrumadora mayoría estudios para países desarrollados. Así en el caso de las relaciones técnicas entre insumos y características de las funciones de producción podemos referir los estudios clásicos de Binswanger, Berndt y Wood, y Griffin y Gregory , entre muchos otros.

Binswanger (1974) utiliza una función de costos Translog para estimar las demandas derivadas de insumos y las elasticidades de sustitución entre factores productivos para el sector agrícola estadounidense. La estimación se lleva a cabo mediante un "pooling" con información de 39 estados y cuatro años espaciados e incluía cinco insumos: tierra, mano de obra, maquinaria, fertilizantes y otros, siendo el método de estimación mínimos cuadrados ordinarios. Sus principales hallazgos son que existe complementariedad entre los insumos trabajo y fertilizantes, maquinaria y fertilizantes y tierra y otros insumos. Los mejores sustitutos son la tierra y los fertilizantes, mientras que también resultaron sustitutivas las relaciones tierra - trabajo, tierra - maquinaria, y trabajo - maquinaria.

Berndt y Wood (1975) exploran las posibilidades de sustitución entre el factor energía y los insumos trabajo, capital y materiales intermedios en la industria manufacturera estadounidense. Utilizando series de tiempo (1947-1971) y una función de costos Translog mediante el método de mínimos cuadrados iterativos en tres etapas se obtienen los parámetros para estimar elasticidades parciales de sustitución. Dado el aumento en el precio de los energéticos, debido al shock petrolero de los 70's, el principal interés de los autores se centra en averiguar que tan limitadas son las posibilidades de sustitución entre éstos y los otros insumos. Se encontró que existen ciertas limitaciones en la sustitución entre los tres insumos y los energéticos, mientras que existía una relación de complementariedad entre los insumos capital y energéticos. Para los autores esta relación

no es deseable, ya que mayores precios de la energía reducirían su demanda y la demanda por equipo y plantas nuevas.

Griffin y Gregory (1976) llevan a cabo un estudio similar para nueve países más industrializados. Tomando en cuenta tres insumos ,trabajo, capital y energía, mediante un "pooling" se intenta encontrar las relaciones de largo plazo entre los insumos, siendo el método de estimación de la función de costos Translog el Zellner iterativo. Se encuentra que todos los posibles pares de insumos son sustitutos en el largo plazo, mientras que en el corto plazo se apoya el hallazgo de Berndt y Wood de que los insumos capital y energéticos son complementarios.

Afortunadamente también se han llevado a cabo estudios para el caso latinoamericano y mexicano, siendo uno de los pioneros el de Corbo y Meller (1979) para las manufacturas chilenas. Su estudio se llevó a cabo a través de un corte transversal al nivel de cuatro dígitos para varias industrias, siendo la hipótesis a probar que los datos se ajustaban a una forma funcional flexible. Los autores encuentran que la forma funcional flexible es rechazada para las mayoría de las industrias incluidas en el estudio, por lo que se deduce que la forma funcional adecuada es la Cobb - Douglas.

En México podemos resaltar tres estudios que se han llevado a cabo. Jarque en su estudio "Los factores de la producción en México" (1994) se aboca a estimar rendimientos a escala y de los insumos capital y trabajo, así como la importancia de la infraestructura pública (suministro de energía, transportes y comunicaciones) en el proceso productivo de 49 ramas de la economía nacional. La estimación se lleva a cabo asumiendo una función de producción Cobb - Douglas mediante la técnica de MCO, siendo el periodo muestra de 1970-1984. Jarque encuentra bajas elasticidades producto del factor capital en una gran parte de los sectores, ocurriendo lo contrario con la mano de obra, a la vez que se encontró que una mayor inversión en infraestructura pública tenía diferentes impactos dependiendo del sector. Sin embargo un hallazgo importante que da pie al presente estudio es que Jarque encuentra que todas las ramas, salvo

electricidad, muestran rendimientos decrecientes a escala. El investigador achaca lo anterior a que no se están tomando en cuenta otros insumos que son importantes en el proceso productivo o que la tecnología asociada a los sectores no es Cobb - Douglas. De acuerdo con esto último una parte del presente documento es una extensión natural de la investigación de Jarque.

La forma funcional Translog es probada por Ibarra (1990) en su estudio para la industria maquiladora nacional y busca encontrar las elasticidades de sustitución cruzadas entre capital y trabajo principalmente, ya que su interés es el ver el potencial del sector maquilador como fuente de empleo. Utiliza una combinación de datos en corte transversal (para cinco estados en donde se concentran la mayoría de los establecimientos maquiladores) y series de tiempo (1981-1986). Estos datos son utilizados en la estimación de un sistema de ecuaciones de proporciones del costo de los insumos mediante el método de Zellner con iteraciones, asumiendo rendimientos constantes a escala. Ibarra encuentra que la forma funcional se adapta a los datos y que existen fuertes diferencias en el valor de las elasticidades de sustitución estimadas dependiendo del estado al que se esté haciendo referencia. A pesar de las diferencias entre los valores estimados no encuentra discordia entre las relaciones entre insumos, de tal forma que encuentra que las posibilidades de sustitución entre el trabajo y el capital son muy amplias. Los factores capital y materiales son complementarios, aunque no en gran medida; mientras que los materiales y el trabajo son sustitutos.

Domenech (1990) lleva a cabo pruebas de separabilidad global y parcial funcional para once clases de la industria manufacturera. Su estudio intenta comprobar que los datos pueden ser caracterizados mediante una función de producción (costos) con forma funcional flexible. Lo anterior es confirmado por dicho autor. Los insumos empleados fueron, el factor capital y divide el factor trabajo en dos : el hábil, que son los empleados y el menos hábil que son los obreros. La justificación que da para dividir este factor es que cada grupo tiene características diferentes.

El método de estimación que utilizó fue el de máxima verosimilitud mediante variables instrumentales, el cual ofrece estimaciones asintóticamente equivalentes a las del método de tres etapas iterativo y fue aplicado con observaciones anuales para el periodo 1968-1987. El autor rechaza la separabilidad global para la mayoría de las clases de la muestra, por lo que la tecnología Cobb - Douglas no es la adecuada en este caso. Posteriormente encuentra que dado su especificación de valor agregado se puede soportar la existencia de separabilidad entre los tres factores productivos de su estudio para la mayoría de las clases, por lo que su especificación no corresponde a una función de producción del tipo Q= f(L,K). En cuanto a las elasticidades el autor encuentra que en general existen posibilidades de sustitución entre las dos clases del factor trabajo y el capital, aunque éstas son algo limitadas. Además en la mayoría de los sectores la elasticidad de sustitución entre empleados y capital es mayor a la reportada para el par obreros - capital, por lo que rechaza la hipótesis de Griliches que establece lo contrario.

La estimación de curvas de costo a largo plazo se ha llevado a cabo para diversos sectores y paises industrializados, buscando ver el alcance de las economías a escala y darse una idea de la escala de planta mínima eficiente. Uno de los más influyentes es el llevado a cabo por Christensen y Greene (1976) para el sector generador de energía eléctrica estadounidense. Con datos de corte transversal se llevan a cabo estimaciones de una función de costos Translog para los años 1955 y 1970, tomando en cuenta tres insumos: capital, trabajo y combustibles. Los autores encuentran que la estructura productiva del sector es no homotética y no homogénea, así que el imponer a priori estos supuestos llevaría a curvas de costo medio que no reflejan totalmente la realidad. Un hallazgo importante es que en 1955 se encuentra que casi todas las compañías tenían economías a escala por explotar, mientras que en 1970 la mayoría de la producción era llevada a cabo por empresas localizadas en la zona plana de la curva de costos medios, por lo que las economías a escala habían sido casi agotadas. Por lo anterior Christensen y

Greene concluyen que no es necesaria la existencia de unas pocas grandes compañías en el sector para lograr la eficiencia en la producción.

James Tybout y Daniel Westbrook (1993) estudian la eficiencia en las manufacturas mexicanas y su relación con la apertura comercial. A partir de datos a nivel de establecimiento para 20 sectores industriales y abarcando un periodo muestra de 1984 a 1990 los autores llevan a cabo su análisis a partir de una ecuación de costos medios. Tybout y Westbrook arguyen que los cambios en el costo medio pueden ser causados por cambios en la eficiencia de escala de las plantas, la reasignación de la producción entre plantas con diferentes costos medios y a efectos de eficiencia residuales, por lo que su ecuación de costos medios está conformada por términos que hacen relación a cada uno de éstos efectos. El último término hace referencia a distintos factores no fácilmente medibles como las externalidades, capacidad de utilización o la eficiencia X.

Para la aplicación de la referida ecuación, los autores estiman en primera instancia el tipo de rendimientos a escala de cada sector industrial y una medida de eficiencia residual lo cual hacen a través de la estimación econométrica de una función de producción Translog y su dual de costos. Una vez logrado lo anterior se estiman los componentes de el cambio en el costo medio, encontrándose que el efecto de escala tiene poca contribución al cambio en el costo medio. La contribución del efecto de reasignación de la producción es mayor que el de la escala, sin embargo la mayor contribución proviene de los efectos de eficiencia residual.

Finalmente los autores buscan comprobar el que los términos de la ecuación de costos medios estén correlacionados con algunas medidas de exposición a la competencia extranjera. Entre dichas medidas se pueden mencionar los niveles de protección antes y después de la apertura, tasas de penetración de importaciones y tasas de crecimiento de las exportaciones. Los autores destacan que el cambio total en el costo medio está positivamente asociado con el nivel inicial de cobertura de licencias y negativamente asociado con los niveles iniciales de penetración de importaciones y tasas de crecimiento

de las exportaciones. De lo anterior se deduce que los sectores que empezaron el periodo de reforma más abiertos a la competencia internacional tuvieron un mejor desempeño en términos de reducción en sus costos medios. Fuera de lo anterior Tybout y Westbrook encuentran que sus variables proxies de apertura no están significativamente correlacionadas con alguno de sus componentes del costo medio.

En cuanto al estudio de la productividad total de los factores se han llevado a cabo diversos estudios con las más variadas metodologías. En un principio predominaban aquellas basadas en enfoques no paramétricos, pero después se empezaron a desarrollar enfoques basados en el análisis de regresión. Una contribución importante para la aceptación y mayor uso de estas metodologías es el estudio de Jorgensen y Fraumeni (1981) para las industrias estadounidenses, el cual se basaba en la estimación de funciones de producción Translog y tiene la limitante de asumir rendimientos constantes a escala y neutralidad de Hicks.

Las metodologías basadas en funciones de costos ganaron terreno y poco a poco se fueron eliminando los supuestos más restrictivos, hasta llegar a metodologías que combinan métodos econométricos y no paramétricos. Una de estas metodologías es presentada por Chan y Mountain (1983), quienes combinan la estimación econométrica de algunos parámetros relevantes de la tecnología de producción con un índice de Tornqvist (no paramétrico) para llegar a una medida de la productividad total de los factores que permite vencer las limitantes de Jorgenson y Fraumeni.

En México, Hernández Laos (1985) es quien más ha estudiado la productividad total de los factores con varias contribuciones al respecto, utilizando especialmente métodos no basados en la estimación de funciones de producción o costos. Su obra titulada "La productividad y el desarrollo industrial en México" es tal vez el estudio de la productividad más completo que se ha llevado a cabo para la industria mexicana. El autor intenta explicar las diferencias en la productividad de los diversos sectores a través de las economías internas (innovación tecnológica, economías a escala, calidad de la

administración) y externas (externalidades, ubicación geográfica, formación de "clusters", etc.) que se presentan en cada uno de ellos.

De este vasto estudio se pudieran enumerar varios hallazgos relevantes, siendo el más importante el que los principales determinantes de la eficiencia y la productividad industrial son las diferencias en tecnología y escala que se presentan entre y dentro de los sectores. También encuentra que los veinte sectores industriales comprendidos en su estudio presentan economías crecientes a escala lo cual es bueno para la productividad, sin embargo los sectores productores de bienes de consumo no duradero no podrían capitalizar fuertemente lo anterior debido a que el entonces cerrado mercado no les permitiría explotar al máximo las economías a escala (el estudio utiliza información de los censos industriales de los 70's, por lo que comprende la etapa de economía cerrada sustitutiva de importaciones).

Ligado con lo anterior está el hecho de que México presentaba en esa época la estructura industrial típica de los países en desarrollo, es decir los sectores productores de bienes de consumo perecederos tienen una amplia representación en la estructura industrial, a costa de una menor producción de bienes intermedios y un considerable rezago en la producción de bienes de consumo durable y de capital. Será interesante el ver con la información a utilizar en este estudio si esta estructura y algunos de los hallazgos han sido modificados ante el entorno económico que prevaleció durante el periodo 1984-1994.

Regalado (1998) explora la PTF y la eficiencia en el sector manufacturero nacional a través de funciones de producción Cobb- Douglas que incorporan el efecto del cambio tecnológico a través de una variable de tendencia. En su estudio el cambio tecnológico (PTF) no es observable directamente, sino que es cuantificado como un residuo del producto y de los insumos (K y L en su estudio). El autor define su medida de eficiencia al estilo de Farrell (1957) y posteriormente aplica análisis de regresión buscando

explicarla en función de el nivel de educación, el desempeño exportador, las horas hombre laboradas y la razón de empleados a obreros en el sector.

El autor encuentra en el agregado de las manufacturas que las economía constantes a escala prevalecen, siendo la elasticidad producto del factor trabajo muy superior a la del capital, presentándose lo mismo a nivel de división. La tasa media de crecimiento de la PTF estimada es de 2.51% y al dividir la muestra se encuentra que ésta ha aumentado a partir de 1982. En cuanto a la eficiencia, se encuentra que la mayoría de las divisiones se comportó eficientemente a lo largo de todo el periodo muestra (1970-95), mientras que sólo las divisiones VII y VIII han sido eficientes a partir de la apertura. Las variables elegidas para explicar los niveles de eficiencia se mostraron en general poco explicativas, destacándose la educación como una fuente de mayor eficiencia en algunas divisiones.

Las características y resultados principales de los estudios para el caso de México se resumen en el cuadro 2 al final de esta sección.

Cuadro 2.
Estudios selectos para el caso de México.

Autor (año).	Industria.	Datos y muestra.	Insumos.	Especificación de la función de producción o costos y supuestos sobre la misma.	Tipo de ecuación y método de estimación.	Resultados principales.
Hernández Laos (1985)	Manufacturera (distintos niveles de agregación).	Corte transversal (1975)	L,K	No paramétrico.	N.A.	- Principales determinantes de la eficiencia y la productividad: diferencias en tecnología y escala. - Mayoría de los sectores presentan RCRE, limitados por el mercado interno.
Ibarra (1990)	Maquiladora.	"Pooling" cinco estados (1981-86)	L,K,M	Costos Translog, con especificación de VAB y RCE.	EANR ZI	σ_{LK}= 14 en promedio (**sustitutos**) $-0.40 \geq \sigma_{KM} \geq -1.30$ (**complementos**) $0.75 \leq \sigma_{LM} \leq 0.99$ (**sustitutos**)
Domenech (1990)	Manufacturera (11 clases).	Series de tiempo (1968-87)	O, E, K	Costos Translog, con especificación de VAB y RCE.	EANR MV	σ_{OK}= **sustitutos** (11 clases). [a] σ_{OE}= **sustitutos** (3 clases) y **complementos** (8 clases). σ_{EK}= **sustitutos** (9 clases) y **complementos** (2 clases).
Tybout y Westbrook (1993)	Manufacturera (20 sectores).	"Pooling" por establecimiento y (1984-90)	L, K, II, OG	Costos y producción Translog, con especificación de VBP.	ES MCO	RCE ⇒ ocho sectores. [b] RCRE ⇒ tres sectores. [c] RDE ⇒ nueve sectores. [d] - Los cambios en el costo medio son explicados mayormente por los componentes de la eficiencia residual, seguidos por la reasignación de la producción entre plantas y en menor grado las economías a escala. - Sectores que iniciaron el periodo de reforma más abiertos a la competencia externa tuvieron un mejor desempeño en cuanto a la reducción de sus costos medios.

Cuadro 2 continúa en la siguiente página.

Cuadro 2 (continuación).
Estudios selectos para el caso de México.

Autor (año).	Industria.	Datos y muestra.	Insumos.	Especificación de la función de producción o costos y supuestos sobre la misma.	Tipo de ecuación y método de estimación.	Resultados principales.
Regalado (1998)	Manufacturera (9 divisiones).	Series de tiempo (1970-95)	L,K, Ed	Producción Cobb- Douglas con especificación de VAB.	ES MCO	- Rendimientos a escala: [e] RCE ⇒ 3 divisiones (III, VI, VIII). RCRE ⇒ 5 divisiones (I, II, IV, V, IX). RDE ⇒ 1 división (VII). - Eficiencia: 1970-95: Todas las divisiones, salvo la IV y la VI, resultaron eficientes. 1987-95: Tras la apertura sólo las divisiones VII y VIII se mostraron como eficientes.

Notas:

Insumos:
L = trabajo.
K = capital.
M = materias primas.
O = obreros.
E = empleados.
II = insumos intermedios.
OG = otros gastos.
Ed = educación.

Especificación:
VAB= valor agregado bruto.
VBP= valor bruto de la producción.

Tipo de ecuación y método de estimación:
EANR= ecuaciones aparentemente no relacionadas.
ES= ecuación sencilla (uniecuacional).
ZI= Zellner iterativo.
MV= máxima verosimilitud.
MCO= mínimos cuadrados ordinarios.

Rendimientos a escala:
RCE= rendimientos constantes a escala.
RCRE= rendimientos crecientes a escala.
RDE= rendimientos decrecientes a escala.

Otros:
N.A.= No aplica.
[a]: envasado de frutas y legumbres, molienda de trigo, grasas y aceites comestibles, cerveza, papel y cartón, abonos y fertilizantes, fibras artificiales, jabones y cosméticos, cemento, autos, autopartes.
[b]: alimentos, prendas de vestir, madera, cemento, minerales no metálicos, hierro y acero, metales no ferrosos, equipo de transporte.
[c]: bebidas, hule y plástico, maquinaria eléctrica.
[d]: tabaco, textiles, calzado, papel, química básica, vidrio, productos metálicos, maquinaria no eléctrica ,otras industrias manufactureras.
[e]: I. Alimentos, bebidas y tabaco; II. Textiles, prendas de vestir y tabaco; III. Madera y sus productos; IV. Papel, imprenta y editoriales; V. Sustancias químicas y refinación de petróleo; VI. Minerales no metálicos; VII. Industrias metálicas básicas; VIII. Maquinaria y equipo; IX. Otras industrias manufactureras.

B. Los modelos y su instrumentación econométrica.

B.1. Función de costos y elasticidades de sustitución.

Para lograr los objetivos de este estudio se buscará echar mano de la modelación econométrica de la teoría del productor a través de una forma funcional flexible, que no imponga supuestos muy restrictivos sobre la tecnología productiva de los sectores. Para esto se eligió la forma funcional Translog, la cual puede ser representada como una aproximación de las series de Taylor en logaritmos para una función arbitraria de costos o producción.

Las funciones no homotéticas son muy generales, además sus relaciones de minimización del costo de las demandas de insumos son permitidas a depender del nivel de producción, a diferencia de las funciones homotéticas (en donde las demandas de insumos son independientes del nivel de producción). De esta manera la función de costos a estimar se define en forma general de la siguiente manera:

$$\ln C = \alpha_0 + \sum_{i=1} \alpha_i \ln P_i + \alpha_Y \ln Y + 1/2 \sum_{i=1} \sum_{j=1} \gamma_{ij} \ln P_i \ln P_j + \sum_{i=1} \gamma_{iY} \ln P_i \ln Y + 1/2 \gamma_{YY} \ln Y^2 \quad (1)$$

C representa el costo total, Y el valor de la producción y P el precio de los insumos, los cuales son representados por los subíndices "i" y "j". Buscando cumplir con el Teorema de Young se impone la igualdad $\gamma_{ij} = \gamma_{ji}$, la cual se conoce como la restricción de simetría. Para el buen comportamiento de la función de costos de acuerdo con la teoría económica, ésta debe ser homogénea de grado uno en precios, dado Y. Esto implica las siguientes restricciones :

$$\sum_{i=1}^{n} \alpha_i = 1, \quad \sum_{i=1}^{n} \gamma_{ij} = \sum_{j=1}^{n} \gamma_{ji} = \sum_{i=1}^{n} \gamma_{iY} = 0$$

Para que esta función de costo sea homotetica es necesario y suficiente que $\gamma_{iY} = 0$ para i=1,.....n. La homogeneidad de grado constante en el producto ocurre si, además de las restricciones de homoteticidad, $\gamma_{YY} = 0$; en este caso el grado de homogeneidad es $1/\alpha_Y$. Rendimientos constantes a escala de la función de producción asociada ocurren cuando, además de las restricciones de homogeneidad y homoteticidad, $\alpha_Y=1$.

Finalmente, la función Translog se reduce a la Cobb-Douglas cuando, además de todas las restricciones mencionadas arriba, cada $\gamma_{ij} = 0$, $i, j = 1, \ldots n$.

Aplicando el lema de Shephard se obtienen las ecuaciones de las proporciones del costo ($S_i = P_iX_i/C$) de cada insumo en el costo total, las cuales se expresan como sigue :

$$S_i = \delta C/\delta P_i = P_iX_i/C = \alpha_i + \sum_{j=1} \gamma_{ij} \ln P_j + \gamma_{iY} \ln Y , \qquad (2)$$

cumpliendo con $\sum S_i = 1$.

Se eligió utilizar una función de costos debido a que ésta tiene varias ventajas sobre su dual de producción. Según Hans Binswanger (1974) algunas de dichas ventajas son: "1) No es necesario el imponer la homogeneidad de grado uno sobre el proceso productivo, ya que las funciones de costos son homogéneas de grado uno en precios sin importar las propiedades de homogeneidad de la tecnología de producción. 2) En general las funciones de costos tienen precios fungiendo como variables independientes en lugar de cantidades de los factores, las cuales al nivel de agregación de establecimiento o industria no son variables exógenas apropiadas. 3) Si se utiliza una función de producción para derivar estimaciones de las elasticidades de sustitución o de la demanda de factores, la matriz de estimadores de los coeficientes de la función de producción tiene que ser invertida. Esto exagerará los errores de la estimación. Si se utiliza una función de costos la inversión de la matriz mencionada no es necesaria. 4) En la estimación de funciones de producción frecuentemente la alta multicolinealidad entre los factores productivos causa problemas. Debido a que la multicolinealidad entre los precios de los insumos es baja se esperaría que dicho problema no se mostrará en la estimación de una función de costos."[1]

En el presente estudio se pretende utilizar cuatro insumos productivos : trabajo (L), capital (K), energéticos (E) y materias primas (M). Tradicionalmente los estudios de sustitución entre insumos utilizan una especificación en la que el valor agregado está en función de los insumos capital y trabajo, sin embargo al incorporar más insumos a la

[1] Binswanger, Hans. A cost function approach to the measurement of elasticities of factor demand and elasticities of substitution. p.377.

función de producción se ha encontrado que dicha especificación debe ser rechazada en favor de una basada en el valor bruto de producción. Esta última especificación será utilizada en este estudio.

Se partirá de una función de costos y las ecuaciones de proporción del costo de los insumos con las restricciones necesarias para su buen comportamiento (simetría y homogeneidad), la cual luce de la siguiente manera al imponer todas las restricciones necesarias :

$$\ln C = \alpha_0 + \alpha_L \ln P_L + \alpha_K \ln P_K + \alpha_M \ln P_M + (1-\alpha_L-\alpha_K-\alpha_M)\ln P_E + \alpha_Y \ln Y + 1/2*\gamma_{LL}(\ln P_L)^2 + \gamma_{LK}\ln P_L \ln P_K + \gamma_{LM}\ln P_L \ln P_M - (\gamma_{LL}+\gamma_{LK}+\gamma_{LM})\ln P_L \ln P_E + 1/2*\gamma_{KK}(\ln P_K)^2 + \gamma_{KM}\ln P_K \ln P_M - (\gamma_{LK}+\gamma_{KK}+\gamma_{KM})\ln P_K \ln P_E + 1/2*\gamma_{MM}(\ln P_M)^2 - (\gamma_{LM}+\gamma_{KM}+\gamma_{MM})\ln P_M \ln P_E + 1/2*(\gamma_{LL} + \gamma_{KK} + \gamma_{MM} + 2\gamma_{LK} + 2\gamma_{LM} + 2\gamma_{KM})(\ln P_E)^2 + 1/2\gamma_{YY}(\ln Y)^2 + \gamma_{LY}\ln P_L \ln Y + \gamma_{KY}\ln P_K \ln Y + \gamma_{MY}\ln P_M \ln Y - (\gamma_{LY}+\gamma_{KY}+\gamma_{MY})*\ln PE \ln Y \qquad (3.1)$$

$$\left.\begin{aligned} S_L &= \alpha_L + \gamma_{LL}\ln P_L + \gamma_{LK}\ln P_K + \gamma_{LM}\ln P_M - (\gamma_{LL}+\gamma_{LK}+\gamma_{LM})\ln P_E + \gamma_{LY}\ln Y \\ S_K &= \alpha_K + \gamma_{LK}\ln P_L + \gamma_{KK}\ln P_K + \gamma_{KM}\ln P_M - (\gamma_{LK}+\gamma_{KK}+\gamma_{KM})\ln P_E + \gamma_{KY}\ln Y \\ S_M &= \alpha_M + \gamma_{LM}\ln P_L + \gamma_{KM}\ln P_K + \gamma_{MM}\ln P_M - (\gamma_{LM}+\gamma_{KM}+\gamma_{MM})\ln P_E + \gamma_{MY}\ln Y \end{aligned}\right\} \quad (3.2)$$

Sobre el sistema anterior se pone a prueba la existencia de una función de costos homogénea y homotética, así como la posibilidad de que la tecnología asociada sea Cobb - Douglas.

Dado que $\sum S_i = 1$, n-1 de las ecuaciones en el sistema son linealmente independientes, por lo que la estimación individual de las ecuaciones por MCO sin la aplicación de las restricciones de simetría cumpliría con las restricciones de aditividad. Sin embargo las matrices de productos cruzados de la covarianza del error y de los residuales serán singulares, lo que hace imposible la estimación mediante máxima verosimilitud. Para lidiar con este problema se acostumbra eliminar una de las ecuaciones y después llevar a cabo el proceso de estimación mediante máxima verosimilitud, obteniendo los parámetros restantes a partir de las restricciones.

De entre los distintos métodos de máxima verosimilitud se utilizará el de ecuaciones aparentemente no relacionadas (Zellner) con iteraciones para obtener los estimadores necesarios para el logro de los objetivos de este estudio. Se elige este método debido a

que se obtienen estimadores más eficientes, ya que las covarianzas con valor diferente de cero son tomadas en cuenta al transformar las ecuaciones para obtener una covarianza con valor cero y minimizando la sumatoria de los elementos de la diagonal principal de la matriz transformada de varianzas.- covarianzas de los residuales. Al hacer el método de estimación iterativo se logra que los estimadores sean invariantes a la ecuación que se elija dejar fuera del sistema.

La existencia de una función de costos homogénea y homotética, así como la posibilidad de que la tecnología productiva sea Cobb - Douglas será probada mediante una prueba de razón de verosimilitud, siendo la hipótesis nula el que la función de costos sí cumple con las mencionadas características. El estadístico de prueba está definido de la siguiente manera :

$-n(\ln/W_{SR}/-\ln/W_R/)$, el cual se distribuye como una variable aleatoria χ^2 con grados de libertad iguales al número de restricciones impuestas. En la fórmula n representa el número de observaciones y $/W_i/$ es el determinante de la matriz de covarianzas de los residuales para el caso irrestricto (SR) y restringido (R).

Las economías a escala se definen generalmente en términos del incremento relativo en el producto resultante de un incremento proporcional en todos los insumos. Según Hanoch (1975) es más apropiado el representar las economías a escala mediante la relación entre el costo total y el producto a lo largo de la ruta de expansión (en donde los precios de los insumos son constantes y los costos son minimizados a cada nivel de producción). Una forma natural de expresar las economías a escala es a través del aumento proporcional del costo resultado de un pequeño cambio proporcional en el nivel de producción, o la elasticidad del costo total con respecto al producto. Siguiendo lo anterior definiremos el índice de economías a escala (θ) como la unidad menos la elasticidad antes referida : $\theta = 1 - \varepsilon_{CY}$, en donde $\varepsilon_{CY} = \delta \ln C/\delta \ln Y$ (elasticidad del costo).

La fórmula anterior resulta en números positivos para el caso de economías crecientes a escala, mientras que las deseconomías a escala se presentan como números negativos. Como puede apreciarse la existencia de economías constantes a escala resultaría en $\theta = 0$.

Las elasticidades de sustitución basadas en la función Translog se calculan de la siguiente manera :

$$\sigma_{ij} = \frac{\gamma_{ij} + S_i S_j}{S_i S_j} \qquad i, j = 1, \ldots, n, \quad para\ i \neq j$$
$$\sigma_{ii} = \frac{\gamma_{ii} + S_i^2 - S_i}{S_i^2} \qquad i = 1, \ldots, n \qquad (2.1)$$

Y las elasticidades precio se calculan con las siguientes fórmulas :

$$\varepsilon_{ij} = \frac{\gamma_{ij} + S_i S_j}{S_i} \qquad i, j = 1, \ldots, n, \quad para\ i \neq j$$
$$\varepsilon_{ii} = \frac{\gamma_{ii} + S_i^2 - S_i}{S_i} \qquad i = 1, \ldots, n \qquad (2.2)$$

Para los cálculos de las elasticidades parciales de Hicks-Allen es necesario sustituir las γ's y las S's por sus respectivas estimaciones.

Las estimaciones necesarias para obtener los parámetros relevantes para los objetivos de este estudio se basan en un "pooling" de datos de series de tiempo y corte transversal. Como se referirá en el apartado correspondiente a la muestra se cuenta con información anual a nivel de clase productiva para diversos sectores de la industria manufacturera para el periodo comprendido entre 1984 y 1994, por lo que el número de observaciones varía entre los sectores de acuerdo con el número de clases existentes en cada uno de ellos.

En cuanto a la estimación econométrica, los datos de corte transversal frecuentemente presentan heteroscedasticidad, mientras que los de serie de tiempo están caracterizados por la presencia de autocorrelación. Lo anterior puede ser eliminado al aplicar el método de ecuaciones aparentemente no relacionadas (Zellner), lo cual desemboca en un modelo que es asintóticamente no autocorrelacionado y homoscedástico en sus términos de error. En lo referente a la posibilidad de multicolinealidad entre los precios de los insumos, la manera en que éstas variables fueron generadas hace difícil el que este problema se

presente. Como se verá más adelante los precios de los insumos son "precios reales", ya que fueron obtenidos a través de índices divisia y costos de los insumos a precios constantes de 1993. Lo anterior contrasta con variables similares en forma de índices de precios, las cuales tomando en cuenta el entorno inflacionario de nuestro país posiblemente hubiesen resultado en problemas de multicolinealidad.

Como puede apreciarse en (3.1 y 2.1) las elasticidades de sustitución pueden obtenerse mediante la estimación de las ecuaciones semilogarítmicas de las proporciones del costo de cada insumo, sin embargo las economías a escala y un estimado de los costos totales no. Lo anterior se debe a que algunos parámetros necesarios para calcular lo último no se presentan en las ecuaciones de proporciones del costo (α_0, α_Y, γ_{YY}), siendo esto más relevante cuando no se asumen rendimientos constantes a escala. Ante esto surge la duda de como llevar a cabo el proceso de estimación, es decir se debe estimar el sistema completo de la ecuación del costo total y tres de las ecuaciones semilogaritmícas o se debe de estimar la ecuación del costo separada del sistema de ecuaciones de proporciones del costo de los insumos.

En la literatura consultada existe evidencia en favor y en contra de cada una de las alternativas. Christensen y Greene (1976) argumentan lo siguiente: "Concluimos que el procedimiento óptimo es el estimar en forma conjunta la función de costos y las ecuaciones de proporciones del costo de los insumos como un sistema de regresiones multivariadas. El incluir las ecuaciones de las proporciones del costo en el procedimiento de estimación tiene el efecto de añadir varios grados de libertad adicionales sin agregar algún coeficiente no restringido. Esto resultará en una estimación más eficiente de los parámetros de la que se hubiera obtenido al aplicar minimos cuadrados ordinarios a la función de costos en particular".[2]

La contraparte a lo anterior es presentada por Corbo y Meller (1979) en su estudio de las manufactures chilenas, de donde se extrae lo siguiente: " El procedimiento usual de

[2] Christensen. L. y Greene. W. Economies of scale in U.S. electric power generation, p. 662.

estimación ha sido el trabajar con condiciones de lado para la maximización de beneficios en mercados competitivos, tanto de factores como de productos. Bajo estos supuestos, las condiciones de lado para la maximización de beneficios implican un sistema de ecuaciones semilogarítmicas con una ecuación por cada insumo. Siempre y cuando estos supuestos sean válidos no existe problema con esta forma de estimación. Sin embargo, si los supuestos no son válidos, se vuelve imposible el saber si los parámetros que se están estimando corresponden a una función Translog o a un conjunto de relaciones espurias resultado de una mala especificación introducida por el uso de supuestos incorrectos y no probados."[3]

Lo anterior es también argumentado por Tybout y Westbrook (1993), a la vez que otros estudios reportan algunos problemas semejantes debido a la imposición de las restricciones de simetría entre los parámetros de la función de costos totales y las ecuaciones de proporciones del costo, las cuales al ser probadas estadísticamente frecuentemente son rechazadas.

Ante la experiencia de otros estudios similares se llegó a la conclusión de estimar separadamente el conjunto de ecuaciones semilogarítmicas y la función de costos. Con lo anterior minimizamos la posibilidad de encontrar relaciones espurias y se asigna a cada estimación la tarea de reflejar ciertas características de la tecnología de producción. Así de la estimación del conjunto de ecuaciones de proporciones del costo de los insumos se obtendrán estimaciones de las elasticidades de sustitución entre insumos y de la estimación de la función de costos se obtendrán las economías a escala y los costos totales estimados con los que se obtendrán las estimaciones del costo medio para lograr los objetivos del inciso B.3 de este capítulo.

[3] Corbo. V. y Meller. P. The Translog production function. Some evidence fron establishment data. p. 194.

B.2. Productividad multifactorial.

El modelo se puede extender para estimar los efectos del cambio tecnológico sobre las demandas por insumos productivos, así como para estimar una medida de la productividad multifactorial. Se asume que el progreso tecnológico es exógeno (disembodied) y que se manifiesta en forma discreta con el paso del tiempo. En nuestro modelo esto se capta a través de una variable (T) que funciona como contador de tiempo, con un valor de uno en la primera observación y aumentando en forma discreta en cada observación. Esto implica el agregar una variable lineal del tiempo, una cuadrática e interacciones del tiempo con los precios y el valor de la producción en la ecuación de costo.

Además se imponen las restricciones de rendimientos constantes a escala sobre la ecuación de costo, esto es $\alpha_Y=1$, $\gamma_{iy}=0$ y $\gamma_{yy}=0$. También la variable dependiente pasa de ser costos variables totales a costos medios variables. La espécificación de la ecuación quedaría de la siguiente forma :

$$\ln CME = \ln \alpha_0 + \sum_{i=1} \alpha_i \ln P_i + \tfrac{1}{2} \sum_{i=1} \sum_{j=1} \gamma_{ij} \ln P_i P_j + 1 * \ln Y + \tfrac{1}{2} \gamma_{YY} (\ln Y)^2 + \sum_{i=1} \gamma_{iY} \ln P_i \ln Y$$

$$+ \alpha_T \ln T + \tfrac{1}{2} \gamma_{tt} (\ln T)^2 + \sum_{i=1} \gamma_{it} \ln P_i * \ln T + \gamma_{yt} \ln Y * \ln T. \qquad (4)$$

Se diferencia la ecuación anterior y se aplica el lema de Shephard para obtener el sistema de ecuaciones de proporciones del costo, las cuales se especificarían como sigue:

$$S_i = \alpha_i + \sum \gamma_{ij} \ln P_i + \gamma_{iY} \ln Y + \gamma_{it} T. \qquad (5)$$

Se procedería a estimar el sistema completo, para así obtener los parámetros relevantes, sin embargo con la sola estimación de la ecuación (4) se obtiene toda la información necesaria. Por lo anterior sólo se estimará ésta última.

Algunos de los coeficientes de la ecuación cuatro pueden ser interpretados de la siguiente manera: α_T es la tasa de progreso técnico en un punto en el que la expansión de las series de Taylor se aproxima a la frontera de costos y bajo condiciones económicas

normales debe ser no negativa. γ_{TT} es la tasa de crecimiento del progreso tecnológico y puede ser positiva, negativa o cero dependiendo de la existencia de aceleración, desaceleración o constancia en el ritmo de crecimiento de dicha tasa. A pesar de que el progreso técnico implica ahorro en todos los insumos, dicho progreso puede ahorrar más de unos insumos que de otros. Así que se dice que el progreso técnico es ahorrador relativo, neutral o intensivo en el insumo "i", dependiendo de si el parámetro γ_{it} estimado en el sistema es negativo, cero o positivo.

La negativa de la derivada $\delta lnCME/\delta T$ es interpretada como el cambio en costos debido al progreso técnico, dados los precios, el producto y el tiempo y representa una medida de crecimiento de la productividad multifactorial. La fórmula adecuada para estimar el crecimiento de dicha productividad es:

$$\Delta PTF = -(\delta CME/\delta T) = -(\alpha_t + \Sigma\gamma_{iT} lnP_i + \gamma_{TT}T + \gamma_{YTpo} lnY). \quad (6)$$

Sustituyendo los parámetros estimados y los valores de las variables en la fórmula anterior se obtiene una serie estimada del crecimiento de la productividad multifactorial.

La medida de productividad total de los factores descrita arriba está basada en el supuesto de rendimientos constantes a escala, los cuales de no darse sesgarían las estimaciones de dicha productividad. Chan y Mountain (1983) demuestran lo anterior a partir de la estimación de una función de producción Translog. Después de algunas manipulaciones matemáticas llegan a una ecuación semejante a la derivada $\delta lnCME/\delta T$ la cual se expresa como sigue

$$\delta lnQ/\delta T = \beta_T + \tau_{TT}*T + \Sigma\tau_{iT}*lnX_i \quad (7)$$

y es conocida como la definición de productividad de Diewert. Dicho índice no requiere del supuesto de la neutralidad de Hicks, la cual es necesaria para que las medidas de productividad sean representativas del progreso técnico. Una aproximación en forma discreta de $\delta lnQ/\delta T$ en un año dado puede expresarse de la siguiente forma :

$$\Delta PTF_t = (lnQ_t - lnQ_{t-1}) - \theta \sum_{i=1} 1/2(S_{it} + S_{it-1})*(lnX_{it} - lnX_{it-1}). \quad (8)$$

La ecuación anterior será referida como la versión modificada del crecimiento en productividad de Tornqvist. En caso de existir rendimientos constantes a escala ($\theta = 1$) la expresión anterior definiría la medida convencional de crecimiento de la productividad de Tornqvist, la cual es:

$$\Delta PTF_t = (\ln Q_t - \ln Q_{t-1}) - \sum_{i=1} 1/2(S_{it} + S_{it-1}) * (\ln X_{it} - \ln X_{it-1}). \quad \textbf{(9)}$$

Supongamos que existen rendimientos crecientes a escala ($\theta > 1$) y que empleamos la última ecuación, resultando en una sobre estimación de los efectos del cambio tecnológico ; una subestimación ocurriría en el caso contrario ($\theta < 1$). Entonces el índice convencional de Tornqvist es solo una medida apropiada de cambio tecnológico si la función de producción asociada muestra rendimientos constantes a escala.

Las fórmulas (8) y (9) están expresadas en términos de una función de producción. Para el caso que aquí se maneja, función de costos, Denny y Fuss (1981) las definen de la siguiente manera:

$$\Delta PTF_t = -[(\ln CME_t - \ln CME_{t-1}) - \theta \sum_{i=1} 1/2(S_{it} + S_{it-1}) * (\ln P_{it} - \ln P_{it-1})]. \quad \textbf{(8.A)}$$

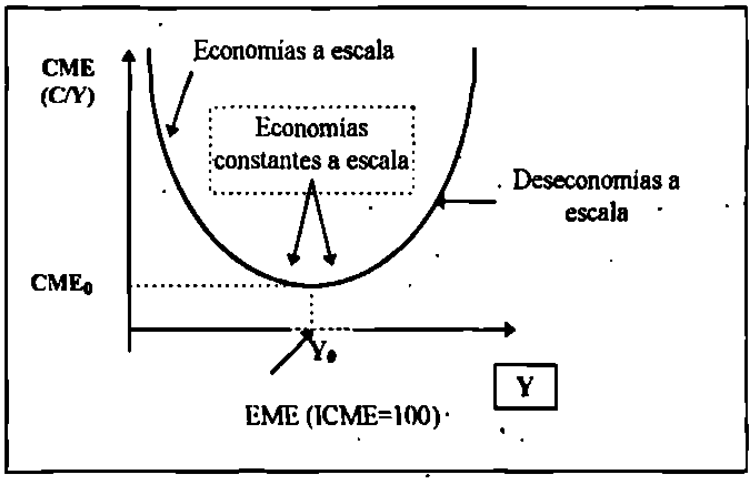
$$\Delta PTF_t = -[(\ln CME_t - \ln CME_{t-1}) - \sum_{i=1} 1/2(S_{it} + S_{it-1}) * (\ln P_{it} - \ln P_{it-1})]. \quad \textbf{(9.A)}$$

Una vez realizado el ajuste es de interés el ver el comportamiento de la productividad de la mano de obra. Podemos seguir lo anterior a través del incremento en el producto medio de la mano de obra (ΔPML). A partir de las variables producto (Y) y personal ocupado (L) expresadas en logaritmos naturales podemos expresar ΔPML como la diferencia entre ΔY y ΔL ($\Delta PML = \Delta Y - \Delta L$). En donde $\Delta Y = \ln Y_t - \ln Y_{t-1}$ y $\Delta L = \ln L_t - \ln L_{t-1}$. Este indicador nos da una idea de la evolución de la productividad del factor laboral en cada uno de los sectores.

B.3. Estimación de la escala de planta mínima eficiente (EME).

A partir de la ecuación del costo total (3.1) y después de estimarla podemos obtener una serie del costo total estimado, el cual al ser dividido por el nivel de producción nos da una estimación del costo medio (CME). Una gráfica del nivel de producción y el costo medio estimado, como la que se muestra a la derecha, nos ilustra la existencia de economías, deseconomías o rendimientos constantes a escala en un determinado sector, así como el rango de producción o punto en el que se alcanza un costo unitario mínimo. Como se puede apreciar en la figura 1 a niveles de producción bajos los costos unitarios son altos, empezando a caer a medida que el producto aumenta y caracterizando al proceso productivo con economías crecientes a escala. En el nivel de producción Y_0 el costo medio alcanza su nivel mínimo, localizándose este punto en la zona de economías constantes a escala. Las deseconomías a escala se caracterizan por un aumento del costo unitario a la vez que aumenta la producción.

Figura 1.



A manera de crear una medida que nos de una idea de que tan cerca de este punto operan las manufacturas mexicanas definimos un índice del costo medio (ICME) como

$ICME=(CME_i/CME_0)*100$, en donde CME_i representa el costo medio de la i-ésima observación y CME_0 el costo medio mínimo. De lo anterior se deduce que el punto de la EME tendrá un ICME de 100,. mientras que el índice del resto de las observaciones nos dará una idea de que tanto se alejan éstas de dicho punto en términos porcentuales. Así mismo a partir de la anterior podemos definir rangos de nivel de producto que incluyan al punto de la EME y las observaciones o clases productivas que se alejan en uno por ciento, por decir cierto rango. Lo anterior nos permitiría el identificar que clases poseen la técnica de mejor práctica en relación al resto del sector y por lo tanto tienen una estructura de costos medios que las hace más eficientes y competitivas.

B.4. Pruebas de cambio estructural.

Uno de los postulados básicos de este estudio es el que en 1988 parece existir un punto de quiebre que denota la posibilidad de un cambio estructural en los sectores productivos nacionales. Dicho cambio estructural puede deberse a la apertura de la economía mexicana que se acentúo en el referido año. Si asumiéramos que dicho punto de quiebre no existe y realizáramos las estimaciones necesarias para lograr los objetivos de este estudio probablemente terminaríamos con resultados sesgados.

Para evitar lo anterior es necesario el llevar a cabo alguna prueba de igualdad de coeficientes antes y después de 1988. La más popular de estas pruebas es la de Chow, la cual será aplicada para ver la posibilidad de cambio estructural sobre el costo total (1) y el costo medio (3). Para implementar la prueba aplicamos mínimos cuadrados ordinarios sobre las ecuaciones 1 y 3, sólo que éstas serán modificadas incorporando variables dummy de cambio de intercepto y de interacción entre éstas y las demás variables del modelo. Entonces las ecuaciones modificadas sin restricciones lucen en forma general como se muestra a continuación:

$$\ln C = \alpha_1 + \beta_1 X_{i2} + \ldots + \beta_K X_{iK} + \lambda_1 Z_i + \lambda_2 Z_i X_{i2} + \ldots + \lambda_K Z_i X_{iK} + \varepsilon_i$$
$$\ln CME = \chi_1 + \gamma_1 X_{i2} + \ldots + \gamma_K X_{iK} + \lambda_1 Z_i + \lambda_2 Z_i X_{i2} + \ldots + \lambda_K Z_i X_{iK} + \varepsilon_i$$

en donde Zi=1 si i>n y Z=0 de no cumplirse lo anterior. Asumimos que las observaciones 1 hasta n (i=1...n) representan los años anteriores a 1988 y que de n+1 hasta n+m está representado el resto de la muestra (1988 a 1994). De la ecuación anterior se puede deducir que la hipótesis nula (H_0) es $H_0=\lambda_1=\lambda_2=\ldots\lambda_K=0$, es decir que no existe cambio estructural y por lo tanto los coeficientes antes y después de la apertura son idénticos. De aceptarse la hipótesis nula podríamos estimar las elasticidades, economías a escala y productividad a partir de las ecuaciones restringidas (1) y (3) con la totalidad de las observaciones, sin embargo si rechazamos H_0 es necesario el estimar los sistemas de ecuaciones en forma separada con observaciones antes y después de 1988. El estadístico de prueba puede ser una F calculada o un estadístico de razón de verosimilitud (RV) que se distribuye como una χ^2 con grados de libertad igual al número de coeficientes restringidos a ser iguales entre si.

C) Descripción de la muestra y generación de variables.

Para llevar a cabo los objetivos de este estudio se cuenta con datos a nivel de clase de actividad económica provenientes de la Encuesta Industrial Anual (EIA) levantada por el INEGI. El periodo muestra comprendido en dicha encuesta es de 1984 a 1994 y se encuentran representadas 129 clases de actividad económica. La EIA contiene datos acerca de acervos de capital, personal ocupado y remuneraciones, gastos en materiales y suministros, producción y ventas entre otros.

La información contenida en la EIA está expresada en unidades monetarias corrientes, por lo que además de dicha información se requirió de algunos índices de precios generados por el Banco de México, para así expresar la información relevante en unidades monetarias de un determinado año base, en nuestro caso 1993.

La EIA cubre las nueve divisiones de la industria manufacturera, subdivididas en veinte sectores industriales. Sin embargo debido a las características de la metodología a utilizar en este estudio se reordenaron los sectores de una manera más conveniente,

aunque se perdiera la oportunidad de cubrir algunas divisiones productivas. La metodología previamente explicada requiere de una buena cantidad de observaciones para ser implementada, por lo que al tener datos a nivel de clase para once años no fue posible el completar las observaciones para las divisiones industria de la madera y productos de la madera (III) y para la división IX, otras industrias manufactureras. De acuerdo con lo anterior este estudio cubre trece sectores industriales, los cuales se muestran a continuación con el número de clases productivas en la muestra y la cantidad de observaciones a usar en el estudio

Cuadro 3. Sectores, número de clases y número de observaciones en la muestra.

Sector	Número de clases	Muestra total	Muestra 1984-87	Muestra 1988-94
Alimentos.	16	176	64	112
Bebidas y tabaco.	8	88	32	56
Textiles.	11	121	44	77
Prendas de vestir y calzado.	8	88	32	56
Papel, imprenta y editoriales.	5	55	20	35
Sustancias químicas.	17	187	68	119
Productos de hule y plástico.	6	66	24	42
Minerales no metálicos.	10	110	40	70
Industrias metálicas básicas.	6	66	24	42
Productos metálicos.	9	99	36	63
Maquinaria y equipo no eléctrico.	9	99	36	63
Maquinaria y equipo eléctrico y electrónico.	9	99	36	63
Equipo de transporte y sus partes.	11	121	44	77

Fuente: EIA. INEGI.

Una descripción más completa de las actividades comprendidas en cada uno de los sectores de la EIA puede apreciarse en la sección de anexos al final de este estudio, particularmente en el anexo 2.

Este estudio se basará en la estimación de una función de costos Translog con cuatro insumos: trabajo, capital, materias primas y energéticos Por lo anterior la información relevante para este estudio está conformada por el valor de la producción bruta, las

remuneraciones, los acervos de capital, el gasto en materias primas y en energéticos. Además se requiere de información de los precios relacionados a estos insumos, los cuales serán detallados más adelante.

El costo del factor laboral se obtuvo a partir del valor de la remuneraciones reportadas en la EIA deflactadas por el índice nacional de precios al consumidor. La cantidad del factor trabajo está representada por un índice Divisia de obreros y empleados, siendo el ponderador la proporción del pago a cada categoría sobre las remuneraciones totales. Posteriormente se construyó la variable precio del trabajo (P_L) mediante la división de las remuneraciones totales entre el índice Divisia del factor trabajo.

El costo del capital pretendía ser estimado según la metodología de Jorgenson y Griliches, sin embargo la dificultad para obtener algunos datos al nivel de desagregación requerido hizo imposible la aplicación de dicha metodología. Ante esto se recurrió a una simplificación que consiste en definir el costo del capital como una fracción del valor de los activos fijos, tal como lo hace Binswanger y Tybout y Westbrook. Siguiendo a éstos últimos se definió el costo del capital como el 10% del stock de capital fijo más los costos de renta y arrendamiento del mismo, a la vez que el stock de capital es igual al valor a costo de reposición a final de año de la maquinaria y equipo, las construcciones e instalaciones fijas, los terrenos, el equipo de transporte y otros activos.

Para deflactar el costo del capital se utilizó el índice de precios de los activos fijos que aparece en la encuesta de los acervos de capital del BANXICO. La medida de la cantidad del factor capital está compuesta por un índice Divisia de cuatro categorías de activos fijos: 1) maquinaria y equipo, 2) construcción, instalaciones fijas y terrenos, 3) equipo de transporte y 4) otros activos fijos. La última categoría está comprendida por los activos fijos no incluidos en las otras tres y cuya vida útil sea mayor a un año, como el equipo y mobiliario de oficina. La variable P_K (precio del capital) se construyó mediante la división del costo del capital entre el índice Divisia de capital.

El costo de las materias primas se obtuvo directamente de la EIA y después fue deflactado por el índice de precios de las materias primas que publica el BANXICO, para así expresar dicho costo en pesos de 1993. La cantidad de materias primas fue obtenida mediante un índice Divisia, el que a diferencia de los otros insumos está formado sólo por la categoría materias primas y auxiliares consumidas. De cualquier manera la tasa de crecimiento del índice se calcula de la misma manera que los anteriores: $\Delta I_i = \Sigma W_i \Delta X_i$, en donde ΔI es la tasa de crecimiento del índice Divisia del i-ésimo insumo, Wi es un ponderador y ΔX_i es la tasa de crecimiento de la categoría. El precio de las materias primas (P_M) se obtuvo de forma similar al de los insumos anteriores.

El costo de los energéticos está conformado por el gasto en combustibles y lubricantes y el valor de la energía eléctrica comprada por los establecimientos productivos. Dichas cantidades fueron deflactadas por el índice de precios de los combustibles y derivados del petróleo y el índice de precios al consumidor de la electricidad. La cantidad de energéticos está representada por un índice Divisia de las dos categorías de energéticos mencionados y su precio, P_E, se obtuvo de manera análoga al de los otros insumos.

El costo total (CTO) está conformado por la sumatoria de los costos de los cuatro insumos, siendo esta variable la más importante para lograr los objetivos de este estudio. De la variable costo total y del costo de cada insumo se obtuvieron las proporciones del costo de los insumos (S_i) para cada sector industrial. El costo medio (CME) de cada sector se obtuvo de la división del costo total entre la producción bruta total, generándose así el conjunto de variables dependientes que forman la columna vertebral de este estudio.

En el siguiente cuadro se muestran algunas medidas descriptivas de las variables producción bruta total (Y), costo total (CTO), costo medio (CME) y las proporciones del costo de los insumos trabajo, capital, materias primas y energéticos (S_L, S_K , S_M, S_E) para los distintos sectores que aparecen en este estudio. En la sección de anexos se presenta un compendio gráfico de algunas de estas y otras variables a lo largo del periodo muestra,

para así tener una mejor idea de la situación de cada uno de lo sectores entre 1984 y 1994.

Cuadro 4. Algunas medidas descriptivas.

Nota: las variables Y y CTO están expresadas en miles de pesos a precios de 1993. mientras que el resto de las variables son proporciones.

Alimentos.

	Y	CTO	CME	S_L	S_K	S_M	S_E
Promedio	1693590	1157370	0.6337	0.1543	0.0802	0.7310	0.0345
Máximo	4706588	4025938	0.9010	0.4176	0.1825	0.9186	0.1011
Mínimo	289886	140232	0.1411	0.0345	0.0002	0.4554	0.0096
Desv. Est.	1145677	982373	0.1876	0.0949	0.0402	0.1213	0.0184

Bebidas.

	Y	CTO	CME	S_L	S_K	S_M	S_E
Promedio	3062552	1285525	0.4251	0.2213	0.1854	0.5645	0.0288
Máximo	10029212	5815560	0.9674	0.4516	0.4280	0.8386	0.0632
Mínimo	175091	74544	0.1064	0.0542	0.0423	0.2796	0.0060
Desv. Est.	3124189	1623850	0.2242	0.0997	0.0797	0.1234	0.0166

Textiles.

	Y	CTO	CME	S_L	S_K	S_M	S_E
Promedio	514378	404051	0.8154	0.2664	0.1300	0.5559	0.0478
Máximo	1650956	1231454	1.6695	0.4095	0.4844	0.7555	0.0979
Mínimo	43655	72883	0.5383	0.1428	0.0177	0.2605	0.0113
Desv. Est.	421377	321573	0.1579	0.0614	0.0565	0.0851	0.0192

Prendas de vestir y calzado.

	Y	CTO	CME	S_L	S_K	S_M	S_E
Promedio	471250	334378	0.6983	0.3134	0.0723	0.5973	0.0169
Máximo	1140998	813546	0.8899	0.7154	0.1956	0.8923	0.0385
Mínimo	188846	118549	0.5616	0.0924	0.0058	0.2466	0.0044
Desv. Est.	268350	204209	0.0780	0.1311	0.0392	0.1298	0.0073

Papel, imprenta y editoriales.

	Y	CTO	CME	S_L	S_K	S_M	S_E
Promedio	1912959	1594213	0.8103	0.1595	0.1221	0.6656	0.0528
Máximo	5349836	4781021	0.9252	0.3361	0.2103	0.8330	0.1560
Mínimo	261319	228918	0.7174	0.0869	0.0409	0.5341	0.0056
Desv. Est.	1676244	1516877	0.0643	0.0630	0.0454	0.0897	0.0488

Sustancias químicas y refinación de petróleo.

	Y	CTO	CME	S_L	S_K	S_M	S_E
Promedio	2229604	1484594	0.6685	0.2045	0.1272	0.6147	0.0536
Máximo	8443719	5406974	1.3918	0.6312	0.4110	0.8837	0.2665
Mínimo	23825	19440	0.2669	0.0526	0.0090	0.1600	0.0059
Desv. Est.	1986267	1399020	0.2062	0.1225	0.0829	0.1663	0.0513

Cuadro 4 (continuación).

Productos de hule y plástico.

	Y	CTO	CME	S_L	S_K	S_M	S_E
Promedio	1098700	798101	0.7112	0.2832	0.1025	0.5692	0.0450
Máximo	3400715	2555222	0.8276	0.5036	0.1510	0.7106	0.0930
Mínimo	268894	178649	0.5540	0.1562	0.0373	0.3503	0.0148
Desv. Est.	795911	622572	0.0669	0.0850	0.0240	0.0913	0.0142

Minerales no metálicos.

	Y	CTO	CME	S_L	S_K	S_M	S_E
Promedio	1325450	806337	0.6293	0.2890	0.2057	0.3655	0.1398
Máximo	7395640	3986013	0.8173	0.5634	0.4136	0.6712	0.3633
Mínimo	133071	79812	0.4306	0.1381	0.0197	0.1168	0.0255
Desv. Est.	1746425	986604	0.0860	0.0939	0.0852	0.1713	0.0916

Industrias metálicas básicas.

	Y	CTO	CME	S_L	S_K	S_M	S_E
Promedio	4061913	3340197	0.8155	0.1097	0.1164	0.7117	0.0622
Máximo	9034665	7412039	0.9254	0.2409	0.1909	0.9016	0.1858
Mínimo	927056	786441	0.6355	0.0174	0.0141	0.5587	0.0098
Desv. Est.	2488066	2080412	0.0626	0.0498	0.0443	0.0938	0.0445

Productos metálicos.

	Y	CTO	CME	S_L	S_K	S_M	S_E
Promedio	757072	564215	0.7301	0.2402	0.1000	0.6153	0.0444
Máximo	2644481	1889929	0.9465	0.4869	0.2026	0.8785	0.1534
Mínimo	203005	118300	0.4735	0.0623	0.0132	0.3468	0.0090
Desv. Est.	478472	368031	0.0925	0.0906	0.0386	0.1242	0.0320

Maquinaria y equipo no eléctrico.

	Y	CTO	CME	S_L	S_K	S_M	S_E
Promedio	715037	518868	0.7063	0.2865	0.0989	0.5913	0.0234
Máximo	3550402	2828510	0.9291	0.5685	0.2604	0.9512	0.0544
Mínimo	186710	130557	0.4622	0.0429	0.0045	0.3704	0.0015
Desv. Est.	502324	404236	0.0986	0.1183	0.0600	0.1592	0.0126

Maquinaria y equipo eléctrico y electrónico.

	Y	CTO	CME	S_L	S_K	S_M	S_E
Promedio	1076352	728892	0.6781	0.2644	0.0718	0.6328	0.0309
Máximo	2205752	1551700	0.9002	0.5684	0.1647	0.9093	0.0795
Mínimo	248795	135761	0.3803	0.0695	0.0102	0.3294	0.0017
Desv. Est.	485995	322709	0.1182	0.1217	0.0370	0.1462	0.0195

Cuadro 4 continúa en la siguiente página.

Cuadro 4 (continuación).

Equipo de transporte y sus partes.

	Y	CTO	CME	S_L	S_K	S_M	S_E
Promedio	3327240	2630670	0.8297	0.2625	0.0965	0.6145	0.0265
Máximo	44494081	35962502	1.9112	0.6051	0.2760	0.8971	0.0485
Mínimo	32516	62145	0.6596	0.0672	0.0066	0.2219	0.0062
Desv. Est.	8024694	6484881	0.1808	0.1153	0.0552	0.1469	0.0105

Cálculos propios a partir de la información de la EIA, INEGI.

Si algo puede comentarse acerca del cuadro anterior es que ejemplifica perfectamente la industria manufacturera nacional. En ella coexisten establecimientos muy heterogéneos: grandes plantas productivas altamente tecnificadas y establecimientos de tipo artesanal, plantas de producción a gran escala y otras de bajo volumen de producción. Lo anterior se refleja en las disparidades que se presentan en las variables del cuadro, principalmente en el renglón de la desviación estándar.

III. Resultados.

Según lo expuesto en el capítulo anterior, el primer paso para verificar los postulados básicos de este estudio es el validar la existencia de un cambio estructural a partir de la apertura en el sector manufacturero mexicano. En el inciso B.4. del capítulo dos se explicó el proceso de estimación de la prueba de Chow, la cual se llevó a cabo con el paquete econométrico E-Views, utilizando la prueba de la razón de verosimilitud la cual se obtiene a partir de los máximos de las funciones de verosimilitud de las ecuaciones restringidas (MR) y sin restricciones (MSR), es decir RV = ln(MR) -ln(MSR).

El cuadro 5 de la siguiente página muestra los resultados de la prueba de Chow . El cuadro muestra los trece sectores, un estadístico χ^2 con grados de libertad iguales al número de coeficientes restringidos a ser iguales al 5% de significancia y la razón de verosimilitud calculada. Como sabemos se acepta la hipótesis nula (H_0) de no cambio estructural si la razón de verosimilitud calculada es menor al estadístico χ^2, aceptando la existencia de un cambio estructural de ocurrir lo contrario.

Al evaluar la posibilidad de cambio estructural sobre la ecuación de costos totales se encuentra que para ocho sectores se debe de rechazar H_0, ocurriendo lo mismo sobre la ecuación de costos medios. Cabe señalar que los ocho sectores en que se rechaza la hipótesis nula en la ecuación de costos totales no son necesariamente los mismos en los que se rechaza H_0 para la ecuación de costos medios. Por lo anterior sólo en dos sectores no existe evidencia de cambio estructural en alguna de las ecuaciones básicas para la estimación de las características del proceso productivo que se busca explorar en este estudio, siendo dichas industrias las del papel, imprenta y editoriales y las metálicas básicas.

El por qué de lo anterior no es muy claro en el primero de los sectores, mientras que en el segundo de existir un cambio estructural es muy probable que éste se manifieste no en 1988, sino en algún otro año debido a los ajustes previos a la privatización de la parte más importante de este sector (el complejo siderúrgico paraestatal SIDERMEX, dividido en varias empresas) entre 1991 y 1992.

.Cuadro 5. Pruebas de Chow.

Sector	Costo total		Costo medio	
	$\chi^2_{20,5\%}$	RV	$\chi^2_{26,5\%}$	RV
Alimentos.	31.410	35.074*	38.885	34.308
Bebidas y tabaco.	31.410	50.112*	38.885	33.152
Textiles.	31.410	27.979	38.885	54.922*
Prendas de vestir y calzado.	31.410	27.346	38.885	56.482*
Papel, imprentas y editoriales.	31.410	9.749	38.885	32.471
Sustancias químicas y refinación de petróleo.	31.410	33.790*	38.885	65.234*
Hule y plástico.	31.410	34.259*	38.885	45.864*
Minerales no metálicos.	31.410	40.108*	38.885	61.027*
Industrias metálicas básicas.	31.410	26.918	38.885	36.549
Productos metálicos.	31.410	77.687*	38.885	56.347*
Maquinaria y equipo no eléctrico.	31.410	30.224	38.885	45.671*
Maquinaria y equipo eléctrico y electrónico.	31.410	34.610*	38.885	46.958*
Equipo de transporte y sus partes.	31.410	51.318*	38.885	37.197

* Denota significancia estadística al 5%.

De los resultados de este apartado se puede concluir que existe evidencia de un cambio estructural en el sector productivo nacional en 1988, el cual se espera se manifieste en un ajuste en los diversos sectores para enfrentar el nuevo entorno tras la apertura. Esto último buscará verificarse en los siguientes capítulos.

Estas primeras estimaciones se realizaron mediante el método de mínimos cuadrados ordinarios sobre dos ecuaciones básicas, no en sistema. Sin embargo se pueden lograr ganancias en eficiencia de los estimadores si se estiman las ecuaciones de proporciones del costo y se aplica algún método de estimación de máxima verosimilitud. Como se explicó en el capítulo de descripción del modelo, para obtener todos los parámetros relevantes es necesario el estimar la ecuación principal de costos totales más las ecuaciones de proporción del costo. Sin embargo, como ya se discutió en el capítulo anterior, la estimación del sistema completo puede causar algunos problemas por lo que

se optó por la estimación separada de la función de costos totales y del sistema de ecuaciones semilogarítmicas cada una buscando captar diferentes objetivos.

Buscando evadir problemas de singularidad de matriz se estiman mediante un procedimiento de máxima verosimilitud tres de las ecuaciones del sistema de proporciones del costo, logrando invarianza en los resultados al estimar mediante un proceso iterativo. En este estudio el sistema de ecuaciones y la ecuación de costo total serán estimados mediante la técnica de ecuaciones aparentemente no relacionadas con iteraciones o método de Zellner con iteraciones.

De estas estimaciones obtendremos los parámetros relevantes para lograr los objetivos de este estudio. De acuerdo con los resultados obtenidos en la prueba de Chow dichas estimaciones tuvieron que llevarse a cabo mediante dos muestras (1984-1987 y 1988-1994) en algunos sectores y con la muestra completa (1984-1994) para el resto. Los resultados de las regresiones se presentan en el anexo tres del final de este estudio. Además de las estimaciones finales presentadas en la sección de anexos se corrieron varias "regresiones intermedias" con el objetivo de llevar a cabo pruebas de hipótesis acerca de ciertas características de la función de producción asociada. Dichas hipótesis abarcan la posibilidad de homoteticidad y homogeneidad de grado constante en la función de producción, además de la hipótesis de separación global. Ésta última hipótesis es de relevancia debido a que equivale a probar que la función de producción asociada no es del tipo de funciones que imponen restricciones sobre los patrones de sustitución entre insumos, particularmente del tipo Cobb - Douglas. Los resultados de las pruebas de razón de verosimilitud acerca de las mencionadas hipótesis se presentan en el siguiente cuadro.

Cuadro 6 . Pruebas sobre algunas características de la función de producción.

Alimentos.

Periodo	HOMOT.	HOMOG.	CD
A88	52.27	78.76	31.52
D88	22.91	59.25	28.21

Bebidas y tabaco.

Periodo	HOMOT.	HOMOG.	CD
A88	14.34	37.76	20.70
D88	18.46	34.09	48.36

Textiles.

Periodo	HOMOT.	HOMOG.	CD
1984-94	15.74	21.58	167.38

Prendas de vestir y calzado.

Periodo	HOMOT.	HOMOG.	CD
1984-94	11.08	17.68	134.94

Papel, imprenta y editoriales.

Periodo	HOMOT.	HOMOG.	CD
1984-94	33.62	34.49	90.12

Sustancias químicas y refinación de petróleo.

Periodo	HOMOT.	HOMOG.	CD
A88	9.87	13.15	67.18
D88	8.70*	9.08*	22.26

Hule y plástico.

Periodo	HOMOT.	HOMOG.	CD
A88	13.52	24.21	52.52
D88	31.66	33.19	88.16

Minerales no metálicos.

Periodo	HOMOT.	HOMOG.	CD
A88	10.10	21.62	5.26*
D88	55.10	57.80	14.71*

Industrias metálicas básicas.

Periodo	HOMOT.	HOMOG.	CD
1984-94	14.15	29.26	91.73

Productos metálicos.

Periodo	HOMOT.	HOMOG.	CD
A88	10.13	16.77	52.93
D88	74.81	74.81	30.00

Maquinaria y equipo no eléctrico.

Periodo	HOMOT.	HOMOG.	CD
1984-94	17.56	18.79	130.76

Cuadro 6 continúa en la siguiente página.

Cuadro 6 (continuación).
Maquinaria y equipo eléctrico y electrónico.

Periodo	HOMOT.	HOMOG.	CD
A88	50.66	90.13	31.97
D88	25.96	28.13	18.02*

Equipo de transporte y sus partes.

Periodo	HOMOT.	HOMOG.	CD
A88	25.59	37.57	50.50
D88	71.35	101.51	52.40

* Denota significancia estadística al 5%.

El cuadro anterior nos muestra el estadístico de razón de verosimilitud para cada una de las hipótesis a probar, el cual debe ser comparado contra un estadístico χ^2 con grados de libertad iguales al número de restricciones. Las hipótesis nulas son que la función de producción es homotética (HOMOT), que la función de producción exhibe homogeneidad (HOMOG) y que la función de producción es del tipo Cobb - Douglas (CD). Los valores del estadístico χ^2 al nivel de significancia del cinco por ciento son 9.49 para HOMOT, 11.070 para HOMOG y 18.307 para CD. Como puede apreciarse la mayoría de las veces se rechaza la hipótesis nula, salvo en las celdas que se encuentran marcadas con un asterisco.

En cuanto a las pruebas de homoteticidad y homogeneidad de grado constante sobre la función de producción se puede apreciar que éstas resultaron en un rechazo de la hipótesis nula para todos los sectores, salvo para sustancias químicas en el subperiodo posterior a la apertura. El grado de homogeneidad de la función de producción del sector sustancias químicas en dicho subperiodo es casi uno (0.9966), lo cual está muy relacionado con los rendimientos constantes a escala que se presentan en el sector.

La prueba de separabilidad global resultó satisfactoria para los propósitos de este estudio, ya que la especificación Cobb - Douglas se rechazó para casi todos los sectores. La excepción a lo anterior lo fueron los sectores minerales no metálicos y la segunda submuestra en el sector maquinaria y equipo eléctrico y electrónico. Por lo anterior se

espera que las elasticidades de sustitución entre los insumos en estos sectores sean unitarias y constantes entre todos los pares de insumos.

A) Elasticidades de sustitución y economías a escala.

Una vez cumplido con la estimación de las ecuaciones necesarias mediante el método de Zellner con iteraciones se procede a aplicar las fórmulas (2.1 y 2.2) para la estimación de la elasticidades de sustitución (σ) y las elasticidades precio (ε), pero antes se requiere verificar ciertas propiedades importantes de la función de costos estimada. Se dice que una función de costos es bien comportada si es cóncava en los precios de los insumos y si sus funciones de demanda por insumos son estrictamente positivas.

La función Translog no satisface estas restricciones globalmente, por lo que se debe verificar la positividad y la concavidad de la función estimada en la región de precios relevante en el estudio. Se cumple con la condición de positividad si las proporciones estimadas del costo de los insumos son positivas, mientras que la concavidad se ve satisfecha si la matriz de (nxn) formada por las elasticidades estimadas es negativa semidefinida.

En este estudio se cumple con la restricción de concavidad en los trece sectores en ambos periodos, sin embargo algunos sectores muestran violaciones a la condición de positividad. Los sectores papel y productos metálicos presentan una proporción del costo del insumo energéticos negativa, ocurriendo lo mismo en las industrias metálicas básicas con el insumo trabajo. La interpretación económica que se da a lo anterior es que el insumo en cuestión se está utilizando en la tercera etapa de la producción, es decir en donde su producto marginal es negativo. A pesar de lo anterior podemos afirmar que las funciones estimadas son, en general, bien comportadas en el rango relevante de los datos de este estudio.

Dado que la estimación está basada en un "pooling" se dice que los patrones de las relaciones entre insumos son de largo plazo, al contrario de los obtenidos a través de la

estimación basada en datos de series de tiempo. De acuerdo con lo anterior y los hallazgos de otros estudios similares se pueden establecer algunas hipótesis respecto a las relaciones esperadas entre los cuatro insumos:

1) Los factores trabajo y capital son sustitutos, esto es al aumentar el precio relativo de la mano de obra se tenderá a usar equipo ahorrador de factor trabajo, desplazando el capital a la mano de obra. Haciendo a un lado los precios relativos, dicho desplazamiento podría esperarse también debido a los avances tecnológicos en la maquinaria y equipo que pueden lograr que el proceso productivo sea en gran parte automatizado.
2) Los materiales y el capital guardan una relación sustitutiva, es de esperarse que se utilice maquinaria y equipo ahorrador de materias primas cada vez que el precio relativo de éstos sea mayor al del capital.
3) Existe una relación de complementariedad entre los factores materias primas y energéticos. Así como se espera que exista una relación de sustitución entre el trabajo y las materias primas y el trabajo y los energéticos.
4) El capital y la energía son sustitutos debido a que se puede designar nuevo equipo más eficiente en el uso de energéticos, pero a un mayor costo de capital. De darse esta relación, ceteris paribus, un mayor precio de los energéticos incrementará la demanda por maquinaria y equipo nuevo. En forma más general, si se encontrase que las posibilidades de sustitución entre los energéticos y los demás insumos son muy limitadas se esperaría que se dificultaran los ajustes de las industrias a unos energéticos más caros, que los costos medios aumentaran en forma considerable, que la producción se reasignara hacia bienes menos intensivos en el consumo de energía y que se necesitaran cambios importantes en la actual tecnología productiva.

Es de interés, dadas las características socioeconómicas de nuestro país, la relación que guarda el insumo trabajo con los tres restantes. En México este insumo es relativamente más barato que el resto, además de abundante, por lo que sería importante

el encontrar relaciones entre insumos que pudieran en un momento dado colocar a la industria manufacturera como una gran fuente generadora de empleos. Para cumplir con lo anterior y debido a que los precios del capital, las materias primas y los energéticos tienden a subir considerablemente, en relación al de la mano de obra, sería importante el encontrar una relación de sustitución entre el trabajo y el resto de los insumos.

En el cuadro de la siguiente página se presentan las elasticidades de sustitución estimadas para los trece sectores bajo análisis para los periodos antes y después de la apertura (A88 y D88). Las elasticidades de sustitución directas (σ_{ii}) deben ser negativas, denotando complementariedad y cumpliendo a la vez con la convexidad de las isocuantas. Se puede apreciar en el cuadro que tal condición se viola en algunos sectores para el insumo energéticos. Como ya se sabe un signo positivo en las elasticidades de sustitución denota insumos sustitutos, mientras que una relación de complementariedad se muestra con un signo negativo.

Otros estudios similares, como el de Griffin y Gregory (1976) han encontrado que los insumos trabajo y capital son sustitutos, relación que es encontrada en la mayoría de los sectores industriales que conforman este estudio. Además se encuentra que las posibilidades de sustitución son amplias, particularmente en el subperiodo después de 1988.

En el sector prendas de vestir y calzado se encuentra que los insumos en cuestión son complementos en el proceso productivo, ocurriendo lo mismo para el periodo anterior a la apertura en los sectores alimenticio y de las sustancias químicas. De lo anterior se deduce que la tecnología productiva del sector prendas de vestir no es desplazadora de mano de obra en favor de capital, por lo que se podría esperar que de crecer el mercado y la producción del sector se daría una importante absorción de mano de obra, lo cual es bueno para el país dada la tasa de crecimiento de la población en edad de laborar. Así mismo una mayor inversión en capital para tecnificar al sector y hacerlo más competitivo abriría posibilidades para una mayor generación de empleo.

Cuadro 7. Elasticidades de sustitución (σ) y precio directas (ε).

Alimentos			Bebidas			Textiles		
	A88	D88		A88	D88		A88	D88
σ_{LL}	-3.852 *(-4.75)*	-4.160 *(-8.41)*	σ_{LL}	-5.821 *(-3.09)*	-1.394 *(-2.70)*	σ_{LL}	-1.752 *(-7.25)*	-1.658 *(-7.69)*
σ_{KK}	-10.103 *(-26.50)*	-10.594 *(-16.19)*	σ_{KK}	-2.547 *(-4.12)*	-5.256 *(-20.62)*	σ_{KK}	-7.951 *(-16.45)*	-9.211 *(-15.35)*
σ_{MM}	-0.187 *(-3.79)*	-0.230 *(-5.71)*	σ_{MM}	-0.490 *(-3.33)*	-0.302 *(-2.70)*	σ_{MM}	-0.768 *(-12.16)*	-0.794 *(-12.21)*
σ_{EE}	-2.630	-14.827	σ_{EE}	-21.046	14.915	σ_{EE}	-10.641	-10.405
σ_{LK}	-0.209 *(-0.57)*	1.698 *(4.19)*	σ_{LK}	1.754 *(2.20)*	1.664 *(10.97)*	σ_{LK}	1.078 *(5.75)*	1.082 *(5.77)*
σ_{LM}	0.525 *(3.18)*	0.703 *(5.47)*	σ_{LM}	1.135 *(2.64)*	0.168 *(0.74)*	σ_{LM}	0.674 *(6.00)*	0.688 *(6.38)*
σ_{LE}	3.136	0.394	σ_{LE}	-1.204	-1.926	σ_{LE}	-1.827	-1.264
σ_{KM}	1.107 *(12.54)*	0.599 *(4.74)*	σ_{KM}	0.358 *(1.47)*	0.837 *(7.95)*	σ_{KM}	1.412 *(12.11)*	1.466 *(11.12)*
σ_{KE}	1.473	1.540	σ_{KE}	0.697	1.128	σ_{KE}	1.357	1.338
σ_{ME}	-0.571	0.461	σ_{ME}	0.854	-0.316	σ_{ME}	1.308	1.266
ε_{LL}	-0.493 *(-4.75)*	-0.532 *(-6 86)*	ε_{LL}	-1.017 *(-3.09)*	-0.244 *(-2.04)*	ε_{LL}	-0.451 *(-7.25)*	-0.452 *(-7.69)*
ε_{KK}	-0.858 *(-26.50)*	-0.900 *(-19.13)*	ε_{KK}	-0.534 *(-4.12)*	-1.102 *(-25.41)*	ε_{KK}	-1.124 *(-16.45)*	-1.169 *(-15.35)*
ε_{MM}	-0.140 *(-3.79)*	-0.172 *(-5.81)*	ε_{MM}	-0.291 *(-3.33)*	-0.180 *(-2.82)*	ε_{MM}	-0.429 *(-12.16)*	-0.437 *(-12.21)*
ε_{EE}	-0.098	-0.553	ε_{EE}	-0.443	0.314	ε_{EE}	-0.452	-0.521

Cuadro 7 continúa en la siguiente página.

Cuadro 7 (continuación).

Prendas de vestir.			Papel.			Sustancias químicas.		
	A88	D88		A88	D88		A88	D88
σ_{LL}	-0.733 *(-1.90)*	-0.718 *(-2.25)*	σ_{LL}	-2.854 *(-3.17)*	-2.870 *(-3.07)*	σ_{LL}	-2.482 *(-2.38)*	-1.484 *(-1.73)*
σ_{KK}	-11.525 *(-22.79)*	-14.698 *(-16.33)*	σ_{KK}	-19.909 *(-8.12)*	-20.700 *(-8.01)*	σ_{KK}	-6.855 *(-11.24)*	-9.776 *(-18.70)*
σ_{MM}	-0.295 *(-2.88)*	-0.330 *(-3.08)*	σ_{MM}	-0.319 *(-2.12)*	-0.341 *(-2.18)*	σ_{MM}	-1.417 *(-11.78)*	-0.690 *(-4.68)*
σ_{EE}	167.194	54.435	σ_{EE}	2.224	0.808	σ_{EE}	-14.448	-14.023
σ_{LK}	-0.660 *(-2.14)*	-1.114 *(-3.62)*	σ_{LK}	1.632 *(1.77)*	1.662 *(1.81)*	σ_{LK}	-2.517 *(-6.00)*	0.050 *(0.13)*
σ_{LM}	0.415 *(2.15)*	0.461 *(2.58)*	σ_{LM}	0.521 *(1.73)*	0.501 *(1.60)*	σ_{LM}	1.965 *(6.77)*	0.640 *(1.97)*
σ_{LE}	-1.821	-0.693	σ_{LE}	-0.585	-0.390	σ_{LE}	-8.379	-1.428
σ_{KM}	1.422 *(9.06)*	1.625 *(7.59)*	σ_{KM}	2.040 *(4.25)*	2.089 *(4.16)*	σ_{KM}	2.409 *(10.58)*	1.751 *(9.12)*
σ_{KE}	-1.467	-1.382	σ_{KE}	0.246	0.335	σ_{KE}	-0.589	0.995
σ_{ME}	-1.626	-0.832	σ_{ME}	-0.271	-0.114	σ_{ME}	3.615	1.524
ε_{LL}	-0.208 *(-1.75)*	-0.229 *(-2.11)*	ε_{LL}	-0.414 *(-3.17)*	-0.408 *(-3.07)*	ε_{LL}	-0.430 *(-2.38)*	-0.257 *(-1.38)*
ε_{KK}	-0.714 *(-15.71)*	-0.636 *(-10.49)*	ε_{KK}	-1.618 *(-8.12)*	-1.638 *(-8.01)*	ε_{KK}	-1.040 *(-11.24)*	-1.484 *(-24.40)*
ε_{MM}	-0.190 *(-3.16)*	-0.205 *(-3.35)*	ε_{MM}	-0.211 *(-2.12)*	-0.222 *(-2.18)*	ε_{MM}	-0.886 *(-11.78)*	-0.432 *(-4.77)*
ε_{EE}	1.656	0.799	ε_{EE}	0.244	0.103	ε_{EE}	-0.717	-0.696

Cuadro 7 continúa en la siguiente página.

Cuadro 7. (Continuación).

Hule y plástico.			Minerales no metálicos.			Industrias metálicas básicas.		
	A88	D88		A88	D88		A88	D88
σ_{LL}	-1.073 *(-2.21)*	-2.416 *(-4.82)*	σ_{LL}	-1.613 *(-2.41)*	-2.510 *(-4.50)*	σ_{LL}	-16.432 *(-3.67)*	-11.810 *(-6.61)*
σ_{KK}	-4.314 *(-5.05)*	-10.876 *(-11.45)*	σ_{KK}	-3.124 *(-3.66)*	-4.059 *(-8.29)*	σ_{KK}	-7.834 *(-13.37)*	-8.810 *(-12.10)*
σ_{MM}	-0.384 *(-6.58)*	-0.737 *(-8.59)*	σ_{MM}	-3.087 *(-6.84)*	-2.923 *(-3.73)*	σ_{MM}	-0.266 *(-23.71)*	-0.299 *(-25.30)*
σ_{EE}	-1.101	0.298	σ_{EE}	-0.635	0.389	σ_{EE}	-9.035	-8.415
σ_{LK}	0.574 *(1.12)*	2.288 *(4.01)*	σ_{LK}	0.083 *(0.12)*	1.091 *(3.69)*	σ_{LK}	0.457 *(0.37)*	0.617 *(0.51)*
σ_{LM}	0.299 *(1.92)*	0.876 *(4.69)*	σ_{LM}	2.108 *(5.92)*	2.275 *(3.99)*	σ_{LM}	0.860 *(6.11)*	0.909 *(9.97)*
σ_{LE}	-0.027	0.277	σ_{LE}	-3.801	-2.114	σ_{LE}	-1.036	-0.148
σ_{KM}	0.980 *(8.60)*	0.771 *(3.34)*	σ_{KM}	1.822 *(3.69)*	1.064 *(2.61)*	σ_{KM}	1.075 *(17.14)*	1.086 *(15.13)*
σ_{KE}	-3.762	-0.186	σ_{KE}	-0.587	0.565	σ_{KE}	-0.038	-0.033
σ_{ME}	0.840	-0.144	σ_{ME}	2.742	1.286	σ_{ME}	0.835	0.849
ε_{LL}	-0.243 *(-2.21)*	-0.548 *(-3.64)*	ε_{LL}	-0.386 *(-2.41)*	-0.601 *(-3.59)*	ε_{LL}	-0.654 *(-3.67)*	-0.743 *(-6.61)*
ε_{KK}	-0.496 *(-5.05)*	-1.250 *(-13.00)*	ε_{KK}	-0.690 *(-3.66)*	-0.896 *(-9.34)*	ε_{KK}	-0.858 *(-13.37)*	-0.865 *(-12.10)*
ε_{MM}	-0.230 *(-6.58)*	-0.442 *(-9.39)*	ε_{MM}	-1.264 *(-6.84)*	-1.197 *(-4.18)*	ε_{MM}	-0.208 *(-23.71)*	-0.228 *(-25.30)*
ε_{EE}	-0.085	0.018	ε_{EE}	-0.083	0.051	ε_{EE}	-0.609	-0.635

Cuadro 7 continúa en la siguiente página.

Cuadro 7. (Continuación).

Productos metálicos.			Maq. y eq. no eléctrico.			Maq. y eq. eléctrico		
	A88	D88		A88	D88		A88	D88
σ_{LL}	-2.022 *(-4.86)*	-2.731 *(-6.39)*	σ_{LL}	-1.920 *(-6.31)*	-1.749 *(-6.71)*	σ_{LL}	-4.611 *(-7.97)*	-3.652 *(-5.29)*
σ_{KK}	-2.531 *(-1.37)*	-8.438 *(-10.47)*	σ_{KK}	-8.952 *(-28.98)*	-14.160 *(-22.86)*	σ_{KK}	-6.197 *(-4.00)*	-13.993 *(-11.54)*
σ_{MM}	-0.565 *(-5.27)*	-0.877 *(-6.89)*	σ_{MM}	-0.592 *(-6.54)*	-0.558 *(-6.46)*	σ_{MM}	-0.223 *(-2.09)*	-0.562 *(-3.49)*
σ_{EE}	-23 318	-21.228	σ_{EE}	-32.427	-32.494	σ_{EE}	-25.241	-13.456
σ_{LK}	0.225 *(0.36)*	1.041 *(3.83)*	σ_{LK}	1.494 *(8.45)*	1.647 *(9.32)*	σ_{LK}	6.557 *(9.34)*	3.061 *(4.87)*
σ_{LM}	0.480 *(2.43)*	1.268 *(5.89)*	σ_{LM}	0.593 *(3.80)*	0.632 *(4.48)*	σ_{LM}	1.124 *(4.94)*	1.249 *(3.85)*
σ_{LE}	2.557	-4.148	σ_{LE}	0.365	0.411	σ_{LE}	-1.288	-0.145
σ_{KM}	1.328 *(5 15)*	0.746 *(3.73)*	σ_{KM}	1.196 *(9.37)*	1.271 *(7.20)*	σ_{KM}	-2.316 *(-7.96)*	0.031 *(0.10)*
σ_{KE}	-14.526	1.360	σ_{KE}	-0.128	-0.602	σ_{KE}	8.566	4.052
σ_{ME}	2.899	3.181	σ_{ME}	1.197	1.193	σ_{ME}	0.890	0.318
ε_{LL}	-0.445 *(-4.86)*	-0.602 *(-5.78)*	ε_{LL}	-0.534 *(-6.31)*	-0.525 *(-6 71)*	ε_{LL}	-1.155 *(-7.97)*	-0.915 *(-4.89)*
ε_{KK}	-0.236 *(-1.37)*	-0.787 *(-10.56)*	ε_{KK}	-1.100 *(-28.98)*	-1.229 *(-22.86)*	ε_{KK}	-0.452 *(-4.00)*	-1.020 *(-11.96)*
ε_{MM}	-0.362 *(-5 27)*	-0.562 *(-7.19)*	ε_{MM}	-0.341 *(-6.54)*	-0.329 *(-6.46)*	ε_{MM}	-0.143 *(-2.09)*	-0.361 *(-3.58)*
ε_{EE}	-1.066	-0.971	ε_{EE}	-0.774	-0.774	ε_{EE}	-0.873	-0.465

Cuadro 7 continúa en la siguiente página.

Fuss (1977) encuentra que los insumos trabajo y materiales son sustitutos en el sector manufacturero canadiense, tal relación es apoyada fuertemente por la evidencia del sector manufacturero mexicano. La misma relación es encontrada para los insumos trabajo y energéticos por los autores antes mencionados. Sin embargo dicha relación no es apoyada en este estudio, ya que sólo los sectores alimentos, maquinaria y equipo no eléctrico y equipo de transporte y sus partes cumplen con ella durante la totalidad del periodo muestra, mientras que el sector productos de hule y plástico lo hace en el lapso posterior a la apertura y la industria de los productos metálicos en el periodo anterior a la misma. El resto de los sectores muestra que los insumos trabajo y energéticos son complementarios.

Los insumos capital y materiales resultaron sustitutos para todas las observaciones de la industria manufacturera mexicana, salvo para el sector maquinaria y equipo eléctrico y electrónico en la submuestra anterior a 1988. La relación aquí encontrada es apoyada por los estudios de los autores antes referidos para las industrias manufactureras de los países que conformaron su muestra. A pesar de la similitud de sus estudios; Griffin y Gregory y Fuss llegan a conclusiones distintas en cuanto a la relación entre los insumos capital y energéticos. Los primeros encuentran con una muestra de nueve países que en el largo plazo dichos insumos son sustitutos, mientras que el último encuentra que en la manufactura canadiense la relación entre los insumos es de complementariedad.

En cuanto a la relación entre los materiales y los energéticos Fuss encuentra que éstos son insumos complementarios, lo cual difiere con los hallazgos de este estudio. Dicha relación de complementariedad se da sólo en los sectores prendas de vestir y papel en la totalidad del periodo muestra y para los sectores bebidas y productos de hule y plástico en la segunda etapa de la muestra (1988-1994) y en la primera en el sector alimenticio. El resto de los sectores muestra que estos insumos son sustitutos.

En el presente estudio los resultados respecto a la relación entre K y E son mixtos y se pueden ordenar en tres grupos: 1) sectores en los que los insumos capital y energía son

sustitutos; 2) sectores en los que los insumos son complementarios y 3) sectores en los que se pasó de una relación de complementariedad a una de sustitubilidad. Los sectores que conforman cada uno de estos bloques se pueden apreciar en el cuadro 8, que se presenta a continuación.

Cuadro 8. Relación entre los insumos capital y energéticos.

K y E sustitutos	1) Alimentos. 2) Bebidas y tabaco. 3) Textiles. 4) Papel, imprenta y editoriales. 5) Maquinaria y equipo eléctrico y electrónico.
K y E complementos	1) Prendas de vestir y calzado. 2) Productos de hule y plástico. 3) Industrias metálicas básicas. 4) maquinaria y equipo no eléctrico. 5) Equipo de transporte y sus partes.
K y E complementos, luego sustitutos	1) Sustancias quimicas y refinación de petróleo. 2) Minerales no metálicos. 3) Productos metálicos.

Como puede apreciarse los dos primeros grupos están conformados por cinco sectores industriales, mientras que el resto (sustancias químicas, minerales no metálicos y productos metálicos) presentaron que los insumos en cuestión son complementos en la primera etapa del estudio (1984-87) y sustitutos después. Lo anterior pudiera deberse a un cambio en la tecnología productiva de estos sectores hacia maquinaria y equipo mas eficiente en el uso de los energéticos. Dadas las condiciones del sector fabril mexicano, el que la mayoría de los sectores presente en el periodo post-apertura una relación de sustitubilidad es muy importante. Esto abre la posibilidad que ante mayores precios de los

energéticos se incentive la adquisición de nueva tecnología (capital) más eficiente en el uso de éstos, contribuyendo a la modernización del sector manufacturero que ha visto decrecer dramáticamente sus acervos de capital durante el periodo muestra.

Si consideramos que en la forma funcional Cobb - Douglas las elasticidades de sustitución entre todo par de insumos están restringidas a ser unitarias y definimos este valor como la frontera entre una fácil sustitución entre insumos ($\sigma>1$) y una situación en que dicha sustitución es difícil podemos hacer notar dos puntos acerca de la información contenida en el cuadro siete.

Primero, son pocas las elasticidades estimadas con un valor igual o cercano a uno, lo que es una evidencia de que la tecnología productiva que caracteriza a las manufacturas mexicanas no es Cobb-Douglas. En segundo lugar es de interés el ver en que sectores la sustitución entre insumos es difícil ($\sigma<1$), ya que esto es un indicativo de vulnerabilidad del sector ante aumentos en los precios de sus insumos. El sector que presentó las elasticidades de sustitución más bajas fue el de productos de hule y plástico, mostrando una difícil sustitución entre todo par de insumos durante el periodo muestra. El otro extremo lo representa el sector textil, que sólo presentó una difícil sustitución entre los insumos trabajo y materiales.

Una vez encontradas las relaciones entre los insumos para los diferentes sectores se puede con ellas prever que pasaría al darse un aumento en alguno de los precios de los insumos. Tomemos como ejemplo el sector productos de hule y plástico en el periodo posterior a la apertura (D88), el cual presenta que son sustitutos los pares de insumos (L,K), (L,M), (L,E) y (K,M), mientras que las parejas (K,E) y (M,E) son complementos. Supóngase que aumenta el precio del trabajo lo que ocasionará , ceteris paribus, que aumente la cantidad demandada del resto de los insumos, al ser éstos sustitutos del factor cuyo precio aumentó, por lo que en el largo plazo el impacto en costos producto de tal aumento podrá ser amortiguado al existir posibilidades de sustitución por los insumos que no han aumentado de precio.

Ahora supongamos que el insumo cuyo precio aumenta es la energía, haciendo que aumente la cantidad demandada de trabajo, pero a la vez que se demanda menos de los insumos capital y materiales (que son complementos de los energéticos). De nueva cuenta se puede digerir el impacto, ahora mediante la sustitución de los energéticos por trabajo o mediante la baja en la demanda por los otros dos insumos. Así se puede realizar el mismo ejercicio con los otros dos insumos y para el resto de los sectores, sin embargo esto no se llevará a cabo en este estudio, debido a que sería muy extensivo, dejando al lector el derivar los impactos en los sectores que le parezcan de interés.

El cuadro siete presenta también las elasticidades precio directas (ε_{ii}) de los cuatro insumos. Como era de esperarse el insumo con la elasticidad precio directa menor, más inelástico, es materias primas. Dicha relación era esperada debido a que siendo las materias primas el componente principal del proceso productivo no pueden sustituirse o prescindir de ellas fácilmente a pesar de cambios fuertes en sus precios, lo mas que se puede para lidiar con esta situación es el utilizar un proceso productivo ahorrador o mas eficiente en el uso de materias primas.

La otra cara de la moneda está dada por el capital, el cual resultó el insumo con mayor elasticidad precio directa. Lo anterior podría ser catalogado como preocupante, ya que ante cambios en el precio del capital la cantidad demandada del mismo fluctúa fuertemente. Como se sabe son pocas las empresas que cuentan con tecnología nacional y la mayoría importa la maquinaria y equipo necesaria en sus procesos productivos, por lo que su precio está en alguna divisa (generalmente dólares estadounidenses). Ante los continuos ciclos de apreciación - depreciación de nuestra moneda lo anterior representa un peligro para la modernización de la planta productiva nacional.

Otra característica de interés de las funciones de producción y costos son las economías a escala. Como ya se mencionó anteriormente en la función Translog éstas no están definidas a priori y se pueden deducir a partir de los parámetros estimados de la función de costos Translog y de la información utilizada en el proceso de estimación. En

el marco de la función Translog, según Christensen y Greene (1976), se define el índice de las economías a escala (θ) como la unidad menos la elasticidad del costo (ε_{CY}): $\theta = 1-\varepsilon_{CY}$, en donde $\varepsilon_{CY}= \delta lnC/\delta lnY$. En forma más explícita la fórmula para la estimación de las economías a escala es $\theta = 1-(\alpha_Y+\gamma_{YY}lnY+\Sigma\gamma_{iY}lnP_i)$. La fórmula anterior resulta en números positivos para el caso de economías crecientes a escala, mientras que las deseconomías a escala se presentan como números negativos. Como puede apreciarse la existencia de economías constantes a escala resultaría en θ =0. Sustituyendo los parámetros estimados y los valores promedio de las variables producto y precios de los insumos durante el periodo muestra se llega a las estimaciones de las economías a escala, las cuales se presentan en el cuadro 9.

En el panel se muestran los valores estimados del índice de economías a escala para el periodo muestra completo y para los periodos antes y después de la apertura. Como puede apreciarse en la columna marcada "P" (1984-1994) las economías a escala, ya sea crecientes o decrecientes predominan en el sector manufacturero nacional, mientras que los sectores prendas de vestir, papel imprenta y editoriales, sustancias químicas, minerales no metálicos y maquinaria y equipo no electrónico presentan un índice de economías a escala que no difiere significativamente de cero, por lo que presentan economías constantes a escala.

El proceso de producción se caracteriza por economías crecientes a escala en los sectores textiles, productos de hule y plástico, productos metálicos, maquinaria y equipo eléctrico y electrónico y equipo de transporte, aunque para el periodo posterior a la apertura los dos últimos parecen haberlas agotado. Los sectores alimentos, bebidas y tabaco e industrias metálicas básicas presentan marcadas deseconomías a escala.

Cuadro 9. Estimación de las economías a escala (θ).

Sector	P	A88	D88
Alimentos.	-0.511 (-13.10)	-0.329 (-7.83)	-0.945 (-16.02)
Bebidas.	-0.429 (-7.53)	-1.001 (-11.78)	-0.182 (-2.80)
Textiles.	0.172 (2.87)	0.175 (2.33)	0.173 (2.04)
Prendas de vestir y calzado.	0.129 (1.36)	0.145 (1.04)	0.126 (1.04)
Papel, imprenta y editoriales.	0.094 (1.88)	0.108 (1.64)	0.090 (1.45)
Sustancias químicas y refinación de petróleo.	-0.002 (-0.04)	-0.007 (-0.09)	-0.007 (-0.10)
Productos de hule y plástico.	0.170 (2.54)	0.149 (2.48)	0.167 (2.09)
Minerales no metálicos.	0.090 (1.43)	0.053 (0.50)	-0.019 (-0.23)
Industrias metálicas básicas.	-0.212 (-2.86)	-0.225 (-2.96)	-0.212 (-2.06)
Productos metálicos.	0.574 (10.63)	0.178 (1.80)	0.205 (3.25)
Maquinaria y equipo no eléctrico.	0.025 (0.36)	-0.014 (-0.16)	0.050 (0.64)
Maquinaria y equipo eléctrico y electrónico.	0.323 (3.40)	0.186 (2.24)	0.193 (1.58)
Equipo de transporte.	0.175 (6.73)	-0.020 (-0.44)	0.056 (1.87)

Signo positivo denota economías crecientes a escala, negativo deseconomías a escala y 0 economías constantes a escala. Entre paréntesis se presenta el estadístico t.

Una limitante importante para los sectores que presentan economías crecientes a escala es el tamaño del mercado en que se desempeñan. Si dependen fuertemente del mercado interno para colocar su producción es muy probable que dichas economías a escala no sean aprovechadas al máximo, por lo que es importante el buscar los mercados mundiales para obtener mayores beneficios de su estructura de costos. De no existir facilidades (incentivos, infraestructura, etc.) o los niveles de calidad y competitividad requeridos para que los productos elaborados por estos sectores alcancen dichos

mercados el resultado puede ser una alta concentración del mercado, tal como lo señala Hernández Laos.

Sin importar el tipo de economías a escala presentes en los sectores que comprenden este estudio el sector industrial mexicano padece una alta concentración económica, como puede verificarse en el siguiente cuadro.

Cuadro 10. Concentración en la industria manufacturera nacional.

Sector	Muestra EIA (n)	Censo '93 (N)	n/N (%)	CR_{EIA} (%)
Alimentos	424	89,396	0.47	5.32
Bebidas y tabaco	164	2,470	6.64	83.84
Textiles	253	12,600	2.01	23.52
Prendas de vestir y calzado	250	31,526	0.79	13.75
Papel	207	15,059	1.38	31.20
Sustancias quimicas	447	3,032	14.74	53.41
Hule y plástico	249	4,041	6.16	34.53
Minerales no metálicos	200	24,361	0.82	43.88
Industrias metálicas básicas	126	321	39.25	74.36
Productos metálicos	192	35,562	0.54	29.16
Maq. no electrica	216	6,744	3.20	57.32
Maq. eléctrica y electronica	169	2,278	7.42	17.47
Equipo de transporte	164	1,572	10.43	56.57
Total	3,061	229,042	1.34	22.27

Cálculos realizados con información del INEGI: Censo Industrial de 1993, el Sistema de Cuentas Nacionales y la Encuesta Industrial Anual.

Es de notarse que a pesar de que los establecimientos incluidos en este estudio representan sólo el 1.34% de los establecimientos censados a nivel nacional, éstos aportan casi un cuarto de la producción manufacturera (22.27%). A nivel de los sectores

se pueden apreciar resultados contrastantes entre industrias con estructuras de costos similares. Por ejemplo la producción de las empresas del sector alimenticio muestreadas en la EIA representa el 5.32%, mientras que en el sector bebidas y tabaco los establecimientos de la EIA concentran el 83.84%, presentando ambos sectores economías decrecientes a escala. Tales niveles de concentración son aportados por un pequeño porcentaje de establecimientos en relación al total nacional sectorial y en mercados diferentes, ya que el mercado de alimentos podría ser catalogado como competitivo, mientras que el de las bebidas y tabaco está dominado por grandes productores.

B) Escala de planta mínima eficiente.

La mayoría de los estudios acerca de curvas de costo a largo plazo han encontrado que los costos medios caen hasta un nivel de producto determinado y después se mantienen relativamente constantes. No se ha encontrado una fuerte evidencia de que los costos medios a largo plazo empiecen a subir nuevamente a partir de este último punto, sin embargo no podemos descartar la posibilidad de que pueda darse lo anterior. Esto último fue uno de los motivos por lo que se eligió la función de costos Translog para lograr los objetivos de este estudio, ya que además de no imponer restricciones a priori sobre las posibilidades de sustitución entre insumos, permite que las economías a escala varíen con el nivel de producción. Esta característica es escencial para permitir que la curva de costo unitario logre la clásica forma de "U".

Una vez estimada la ecuación 3.1 se procedió a obtener un serie del costo total estimado, el cual al dividirse por el producto bruto nos da el costo medio o unitario estimado. Los resultados de estas estimaciones se pueden encontrar en el anexo cuatro al final de este documento. Al graficar los costos medios observados y el producto bruto total podemos apreciar la forma de la curva de costos medios a largo plazo y sus características, así como el punto o rango de producción en el que se presenta la escala de planta mínima eficiente. Sin embargo al hacer lo anterior con el total de las observaciones el resultado son unas gráficas que muestran patrones algo confusos que no

permiten el percibir lo que nos interesa. Ante esto se prefirió seguir la técnica utilizada en otros estudios para lograr mejores resultados, la cual consiste en tomar los coeficientes estimados de la ecuación de costos totales y fijar los valores de todas las variables, salvo el nivel de producción, en sus valores promedio durante el periodo muestra. Con esto se logra una suavización que nos permite apreciar mejor las características de interés de la curva de costos medios.

El cuadro11 permite apreciar algunos resultados, mientras que las gráficas de las curvas de costo medio se presentan en anexo referido en el párrafo anterior. Dicho panel muestra el logaritmo natural del nivel de producto promedio en el periodo de referencia (LY), además de una estimación del índice de economías a escala (θ) y los índices del costo medio (ICME) y del producto (IY). El primero de los índices indica que tanto se aleja la clase en cuestión de aquella en que se presenta la escala de planta mínima eficiente (EME). Ésta última presenta un índice de 100, por lo que es fácil determinar en términos porcentuales el alejamiento de una clase del nivel de eficiencia. El índice de producto es el que nos permite visualizar la existencia de un rango de nivel de producción en el que se opera eficientemente o cerca del punto de la EME. La columna de las economías a escala nos da una idea de la forma que presenta la curva de costos medios, la cual se puede verificar en el anexo correspondiente.

En el sector alimenticio se puede apreciar que la clase 2060 (preparación y envasado de pescados y mariscos) es la más eficiente en ambos subperiodos. Esta clase representa un porcentaje bajo del nivel de producción medio del sector durante el periodo muestra, con un 2.55% y 1.59% de la producción total antes y después de la apertura. En el otro extremo la clase aceites, margarinas y otras grasas vegetales comestibles, que presenta el nivel de producción más alto (17.60% y 15.58% del total sectorial en cada subperiodo), presenta un costo medio mayor en un siete por ciento antes de 1988 en relación a la clase con el menor CME y casi 45% en el periodo posterior a la apertura.

Cuadro 11. Escala de planta mínima eficiente.

Alimentos.

	A 88				D 88			
CLASE	LY	θ	ICME	IY	LY	θ	ICME	IY
2012	14.2193	-0.37	101.89	107.03	14.7332	-1.15	129.69	112.96
2014	13.0312	0.21	100.07	98.09	13.6472	-0.48	108.40	104.63
2021	15.1133	-0.81	106.36	113.76	14.8205	-1.21	131.65	113.63
2022	13.9263	-0.22	100.98	104.83	14.0011	-0.70	114.54	107.35
2027	13.0276	0.21	100.09	98.06	13.7391	-0.54	109.98	105.34
2049	14.4899	-0.50	102.98	109.07	14.7910	-1.19	130.98	113.40
2051	14.7336	-0.62	104.17	110.91	15.0151	-1.33	136.39	115.12
2053	14.1886	-0.35	101.80	106.80	14.5034	-1.01	124.68	111.20
2060	**13.2848**	**0.08**	**100.00**	**100.00**	**13.0429**	**-0.10**	**100.00**	**100.00**
2072	14.2870	-0.40	102.13	107.54	14.3785	-0.93	121.91	110.24
2081	12.8117	0.32	100.35	96.44	13.2578	-0.24	102.58	101.65
2083	12.9263	0.26	100.16	97.30	13.5045	-0.39	106.29	103.54
2089	13.6158	-0.07	100.32	102.49	14.3026	-0.89	120.54	109.66
2091	15.2161	-0.86	107.03	114.54	15.3236	-1.52	143.95	117.49
2092	13.5169	-0.02	100.19	101.75	13.8000	-0.57	110.89	105.80
2098	14.1252	-0.32	101.57	106.33	14.5892	-1.07	126.41	111.86
Prom.	13.9071	-0.21	101.88	104.68	14.2156	-0.83	119.93	108.99

Bebidas

	A 88				D 88			
CLASE	LY	θ	ICME	IY	LY	θ	ICME	IY
2111	12.8587	0.68	100.05	99.82	13.0058	0.68	103.83	90.19
2112	13.4032	0.20	100.04	104.05	13.9406	0.28	100.47	96.67
2113	12.5917	0.91	101.28	97.75	12.3337	0.98	108.59	85.53
2114	14.4780	-0.72	106.73	112.39	**14.4204**	**0.07**	**100.00**	**100.00**
2121	**12.8818**	**0.65**	**100.00**	**100.00**	12.9160	0.72	104.39	89.57
2122	15.5150	-1.63	121.03	120.44	15.7987	-0.52	102.36	109.56
2130	15.7303	-1.82	124.79	122.11	16.0109	-0.61	103.16	111.03
2202	15.4492	-1.57	119.91	119.93	15.6101	-0.43	101.74	108.25
Prom.	14.1135	-0.41	109.23	109.56	14.2545	0.14	103.07	98.95

Cuadro 11 continúa en la siguiente página.

Cuadro 11 (continuación).

Textiles.

	A 88				D 88			
CLASE	LY	θ	ICME	IY	LY	θ	ICME	IY
2312	12.9317	0.13	101.46	91.17	13.0347	0.12	101.24	92.32
2314	12.7082	0.15	101.87	89.60	12.7069	0.15	101.83	90.00
2315	13.0048	0.13	101.34	91.69	12.6936	0.16	101.94	89.91
2316	14.0694	0.02	100.08	99.19	13.6429	0.07	100.54	96.63
2317	**14.1837**	**0.01**	**100.00**	**100.00**	**14.1184**	**0.02**	**100.00**	**100.00**
2318	13.0595	0.12	101.25	92.07	13.4192	0.09	100.78	95.05
2321	13.0680	0.12	101.24	92.13	13.0766	0.12	101.19	92.62
2322	12.0420	0.22	103.40	84.90	12.3041	0.19	102.92	87.15
2332	12.4279	0.18	102.46	87.62	11.6278	0.26	104.69	82.36
2391	12.1172	0.21	103.21	85.43	12.0941	0.21	103.27	85.66
2392	12.8272	0.14	101.64	90.44	12.5764	0.17	102.10	89.08
Prom.	12.9491	0.13	101.63	91.30	12.8450	0.14	101.86	90.98

Prendas de vestir y calzado.

	A 88				D 88			
CLASE	LY	θ	ICME	IY	LY	θ	ICME	IY
2411	12.6866	0.12	100.81	93.12	12.6366	0.13	100.56	95.07
2412	**13.6241**	**-0.13**	**100.00**	**100.00**	**13.2914**	**-0.04**	**100.00**	**100.00**
2413	12.3571	0.21	101.53	90.70	12.7675	0.09	100.64	96.06
2414	12.6617	0.12	100.83	92.94	12.5404	0.16	100.76	94.35
2415	12.3671	0.21	101.50	90.77	12.3067	0.22	101.33	92.59
2433	13.1742	-0.01	100.15	96.70	13.0910	0.01	100.29	98.49
2511	12.8663	0.07	100.54	94.44	13.0120	0.03	100.28	97.90
2519	13.6625	-0.14	100.02	100.28	13.3224	-0.05	100.01	100.23
Prom.	12.9250	0.05	100.67	94.87	12.8710	0.07	100.48	96.84

Papel, imprenta y editoriales.

	A 88				D 88			
CLASE	LY	θ	ICME	IY	LY	θ	ICME	IY
2811	15.4570	-0.23	100.82	108.49	15.3860	-0.22	100.72	107.16
2812	13.3108	0.12	100.51	93.43	14.0520	-0.01	100.45	97.87
2821	12.6695	0.23	101.55	88.93	12.8858	0.19	101.26	89.75
2822	14.4777	-0.07	100.04	101.62	13.9773	0.01	100.58	97.35
2921	**14.2473**	**-0.03**	**100.00**	**100.00**	**14.3580**	**-0.05**	**100.00**	**100.00**
Prom.	14.0325	0.01	100.58	98.49	14.1318	-0.01	100.60	98.42

Cuadro 11 continúa en la siguiente página.

Cuadro 11 (continuación).

Sustancias químicas y derivados del petróleo.

	A 88				D 88			
CLASE	LY	θ	ICME	IY	LY	θ	ICME	IY
3011	13.8398	0.02	100.25	92.31	14.0579	-0.01	101.23	131.42
3012	13.1282	0.05	100.63	87.56	13.1448	-0.02	101.05	122.89
3013	15.4582	-0.04	100.01	103.10	15.5449	0.01	101.34	145.32
3021	15.3593	-0.03	100.00	102.45	14.8115	-0.01	101.30	138.47
3022	13.8213	0.02	100.26	92.19	13.7154	-0.01	101.17	128.22
3031	14.7448	-0.01	100.02	98.35	14.7330	0.00	101.30	137.73
3032	14.8974	-0.01	100.01	99.36	15.1529	0.00	101.33	141.66
3040	14.3173	0.01	100.10	95.49	14.5274	0.00	101.28	135.81
3050	15.5821	-0.04	100.02	103.93	15.8355	0.01	101.34	148.04
3061	**14.9927**	**-0.02**	**100.00**	**100.00**	15.3414	0.00	101.34	143.42
3062	14.6730	-0.01	100.03	97.87	14.9729	0.00	101.32	139.98
3091	12.9403	0.06	100.77	86.31	12.8338	-0.02	100.97	119.98
3093	10.2997	0.17	104.63	68.70	**10.6967**	**-0.04**	**100.00**	**100.00**
3094	11.8956	0.10	101.80	79.34	11.8853	-0.03	100.64	111.11
3099	14.0622	0.01	100.17	93.79	14.1593	-0.01	101.24	132.37
3113	14.1106	0.01	100.16	94.12	14.1884	-0.01	101.24	132.64
3121	13.8326	0.02	100.26	92.26	13.5846	-0.01	101.15	127.00
Prom.	13.9974	0.02	100.54	93.36	14.0698	-0.01	101.13	131.82

Productos de hule y plástico.

	A 88				D 88			
CLASE	LY	θ	ICME	IY	LY	θ	ICME	IY
3211	**14.8624**	**-0.08**	**100.00**	**100.00**	**14.7676**	**0.26**	**100.00**	**100.00**
3219	13.2636	0.30	103.08	89.24	13.4363	0.11	102.55	90.98
3221	13.3213	0.29	102.87	89.63	13.3194	0.10	102.73	90.19
3222	13.8282	0.17	101.43	93.04	14.0864	0.18	101.41	95.39
3223	13.1387	0.33	103.55	88.40	12.6294	0.02	103.65	85.52
3229	13.7663	0.18	101.58	92.62	13.8917	0.16	101.77	94.07
Prom.	13.6967	0.20	102.08	92.16	13.6885	0.14	102.02	92.69

Cuadro 11 continúa en la siguiente página.

Cuadro 11 (continuación).

Minerales no metálicos.

	A 88				D 88			
CLASE	LY	θ	ICME	IY	LY	θ	ICME	IY
3319	13.5960	0.00	101.98	113.49	13.7620	-0.04	102.09	115.29
3321	13.3813	-0.02	101.82	111.70	13.5344	-0.06	101.95	113.39
3322	12.4731	-0.14	100.86	104.12	12.6629	-0.13	101.16	106.08
3323	14.2984	0.09	101.86	119.35	14.6175	0.02	102.21	122.46
3329	12.9875	-0.07	101.49	108.41	13.2447	-0.09	101.77	110.96
3331	**11.9799**	**-0.20**	**100.00**	**100.00**	**11.9367**	**-0.19**	**100.00**	**100.00**
3332	13.3308	-0.03	101.87	111.28	13.0062	-0.11	101.54	108.96
3341	15.5187	0.24	100.83	129.54	15.6930	0.10	101.83	131.47
3351	13.3490	-0.03	101.86	111.43	13.1710	-0.09	101.71	110.34
3354	13.9033	0.04	102.01	116.06	14.0673	-0.02	102.18	117.85
Prom.	13.4818	-0.01	101.46	112.54	13.5696	-0.06	101.64	113.68

Industrias metálicas básicas.

	A 88				D 88			
CLASE	LY	θ	ICME	IY	LY	θ	ICME	IY
3411	15.4989	-0.13	102.52	107.82	15.7027	-0.11	103.54	110.78
3412	15.8140	-0.10	103.01	110.01	15.8656	-0.09	103.77	111.93
3413	14.4327	-0.23	100.17	100.40	14.8917	-0.18	101.78	105.06
3421	15.2465	-0.15	102.06	106.06	14.8459	-0.19	101.83	104.73
3422	**14.3747**	**-0.23**	**100.00**	**100.00**	**14.1750**	**-0.25**	**100.00**	**100.00**
3429	15.3732	-0.14	102.30	106.95	14.5082	-0.22	100.94	102.35
Prom.	15.1233	-0.16	101.67	105.21	14.9982	-0.17	101.98	105.81

Productos metálicos.

	A 88				D 88			
CLASE	LY	θ	ICME	IY	LY	θ	ICME	IY
3512	12.6924	0.22	102.70	91.18	12.7120	0.20	104.78	89.76
3520	13.5067	0.12	100.60	97.03	13.6539	0.14	101.49	96.41
3531	13.0792	0.17	101.54	93.96	13.2767	0.17	102.72	93.75
3532	12.8839	0.20	102.04	92.56	13.0980	0.18	103.35	92.49
3591	13.8420	0.07	100.11	99.44	13.7743	0.14	101.11	97.26
3592	13.7499	0.09	100.24	98.78	13.5035	0.15	101.96	95.35
3593	**13.9202**	**0.06**	**100.00**	**100.00**	13.7952	0.14	101.06	97.41
3595	13.8227	0.08	100.19	99.30	**14.1620**	**0.12**	**100.00**	**100.00**
3596	12.7059	0.22	102.64	91.28	12.3730	0.22	106.15	87.37
Prom.	13.3559	0.14	101.12	95.95	13.3721	0.16	102.51	94.42

Cuadro 11 continúa en la siguiente página.

Cuadro 11 (continuación).

Maquinaria y equipo no eléctrico.

	A 88				D 88			
CLASE	LY	θ	ICME	IY	LY	θ	ICME	IY
3610	13.4577	-0.19	102.33	108.42	13.6207	-0.17	101.83	107.38
3632	13.3024	-0.21	102.06	107.17	13.4348	-0.19	101.55	105.91
3639	13.4176	-0.20	102.27	108.10	13.1582	-0.23	100.93	103.73
3640	12.6977	-0.28	100.78	102.30	12.9629	-0.25	100.63	102.19
3641	13.5804	-0.18	102.45	109.41	13.9422	-0.14	101.99	109.91
3692	12.6192	-0.29	100.56	101.67	13.1019	-0.23	100.25	103.29
3694	**12.4125**	**-0.31**	**100.00**	**100.00**	**12.6847**	**-0.28**	**100.00**	**100.00**
3695	13.6225	-0.17	102.59	109.75	13.3302	-0.21	101.26	105.09
3697	13.6500	-0.17	102.63	109.97	13.7670	-0.16	102.01	108.53
Prom.	13.1956	-0.22	101.74	106.31	13.3336	-0.21	101.16	105.12

Maquinaria y equipo eléctrico y electrónico.

	A 88				D 88			
CLASE	LY	θ	ICME	IY	LY	θ	ICME	IY
3710	13.9991	0.30	102.39	96.35	13.9458	0.18	101.47	96.76
3721	13.8135	0.17	103.01	95.07	13.6528	0.15	102.37	94.72
3722	12.6916	-0.63	103.65	87.35	13.3273	0.11	103.36	92.46
3723	13.5520	-0.01	103.57	93.27	14.2794	0.22	100.42	99.07
3729	13.7806	0.14	103.11	94.84	14.0603	0.20	101.11	97.55
3730	13.9216	0.25	102.70	95.81	14.0615	0.20	101.11	97.56
3791	13.8065	0.16	103.06	95.02	13.9416	0.18	101.48	96.73
3792	12.9746	-0.43	104.01	89.30	12.6709	0.04	105.30	87.91
3793	**14.5298**	**0.68**	**100.00**	**100.00**	**14.4134**	**0.24**	**100.00**	**100.00**
Prom.	13.6744	0.07	102.83	94.11	13.8170	0.17	101.85	95.86

Equipo de transporte y sus partes.

	A 88				D 88			
CLASE	LY	θ	ICME	IY	LY	θ	ICME	IY
3811	16.3187	-0.21	100.17	104.37	**17.2524**	**-0.05**	**100.00**	**100.00**
3812	12.4358	0.27	104.72	79.54	13.0999	0.18	109.88	75.93
3813	**15.6351**	**-0.13**	**100.00**	**100.00**	15.6720	0.03	102.53	90.84
3814	13.6150	0.12	101.69	87.08	14.0222	0.13	106.66	81.28
3815	13.0911	0.19	102.80	83.73	13.4086	0.16	108.67	77.72
3816	12.8674	0.22	103.38	82.30	13.0918	0.18	109.81	75.88
3817	13.1204	0.18	102.73	83.92	13.4996	0.16	108.34	78.25
3819	13.6444	0.12	101.64	87.27	14.0837	0.12	106.46	81.63
3820	12.9340	0.21	103.28	82.72	11.9969	0.24	114.88	69.54
3831	12.0673	0.32	106.06	77.18	11.3666	0.28	117.95	65.88
3891	12.4029	0.28	104.82	79.33	12.3047	0.22	113.10	71.32
Prom.	13.4666	0.14	106.06	104.37	13.6180	0.15	108.94	78.93

En el primer subperiodo siete de las dieciséis clases del sector alimenticio (43.75%) presentan un CME que difiere en uno por ciento o menos de aquella en que se da la escala de planta mínima eficiente, el 81.25% se aleja menos de tres por ciento de dicho punto y el 87.50% (14 clases) se encuentran a cinco por ciento o menos de diferencia del CME mínimo. Como se puede apreciar en la columna θ en el periodo anterior a la apertura prevalecían en el sector las deseconomías a escala.

De 1988 a 1994 las cosas resultaron muy distintas en el sector alimenticio. A pesar de que los costos medios de todas las clases disminuyeron y la producción de la mayoría aumento, la eficiencia medida a través del ICME disminuyó drásticamente. El CME mínimo se presentó de nuevo en la clase 2060, que fue la clase con menor nivel de producción con un producto bruto total de $461,790 miles de nuevos pesos (21.49% menor que el periodo 1984-87). A partir de ese punto los costos medios estimados aumentaron a la par de la escala de planta, siendo el ICME de la clase con mayor producción un 43.95% mayor que el de clase 2060. Con lo anterior sólo un porcentaje mínimo de la producción sectorial se llevó a cabo en niveles eficientes. Si en el periodo anterior el sector mostraba que todavía quedaban economías a escala por explotar por algunas clases, la medida estimada de economías a escala muestra que estas ya habían sido agotadas y que todo el sector presentaba deseconomías a escala en el segundo periodo.

El sector productor de bebidas y tabaco muestra una situación contrastante en relación al sector alimenticio, ya que sus costos medios suavizados aumentaron en el segundo periodo a la vez que la producción sectorial crecía; pero las clases se compactaron alrededor de la clase con costos medios mínimos. Entre 1984 y 1987 la clase con la escala de planta mínima eficiente fue la 2121 (elaboración de malta) con un nivel de producción que representaba el 1.87 del total sectorial, mientras que dos clases más producían a un costo medio mayor en alrededor de uno por ciento y una a cerca del tres por ciento más. Entre estas cuatro clases se llevaba a cabo sólo el 8.24% de la producción sectorial,

mientras que las cuatro clases que generaban la mayoría de la producción bruta no laboran a un costo medio cercano al eficiente y se encontraban en una zona caracterizada por deseconomías a escala. Para el segundo periodo la clase elaboración de bebidas destiladas de uva (2114) presentaba el costo medio mínimo del sector, siendo que en el periodo anterior se situaba casi siete puntos porcentuales por encima de la clase que poseía el puesto de honor. Seis clases más se situaron a un costo medio mayor en un cinco por ciento o menos del de la clase 2114, incluyendo a las tres que mas aportan al nivel de producción sectorial (refrescos, cerveza y cigarros), abarcando así el 99.14% de la producción del sector bebidas y tabaco. Sólo la clase con el menor nivel de producción (2113) no se situó en una zona aceptable con respecto a su ICME, siendo que en el periodo anterior había estado produciendo cerca de la zona eficiente. Para la mitad de las clases del sector que tienen un nivel de producción inferior al de la clase 2114 aún quedan economías a escala por explotar.

Un caso diferente al de los dos sectores anteriores lo representa el sector textil. La primera diferencia radica en que este sector decayó en su nivel de producción en la segunda parte del periodo muestra y sus costos medios aumentaron en forma insignificante. Las diferencias entre los dos subperiodos son pocas: en ambas etapas la clase más eficiente fue hilado tejido y acabado de fibras artificiales, la cual representa una cuarta parte de la producción total del sector siendo la más importante. De lo anterior se infiere que el resto de las clases tienen un nivel de producción menor y un costo medio mayor, por lo que la industria textil se caracteriza por la existencia de economías crecientes a escala aún con posibilidades de ser explotadas. Además todas las clases producen a un costo medio que no se aleja en más del cinco por ciento con respecto al mínimo, si acaso la ligera diferencia radica en el número de clases que producen con un CME cercano al nivel de eficiencia: dos durante el periodo 1984-1987 y tres para el resto del periodo muestra.

Al ser el sector textil un paso anterior en la cadena productiva de las industrias de las prendas de vestir y del calzado su comportamiento es parecido al del sector que le precede. La clase más eficiente es la 2412 (confección de ropa exterior para caballero), la cual es la segunda en cuanto a la aportación al producto total del sector, superada sólo por la fabricación de calzado de piel. En esta industria también prevalecen las economías crecientes a escala y la diferencia entre las dos etapas de la muestra radica también en el número de clases que producen cerca del costo medio mínimo: seis en la etapa previa a la apertura y siete en el periodo posterior. Lo interesante aquí radica en que el 100% de la producción del sector se llevó a cabo dentro de la región en que el costo medio de cada clase no difiere en más de tres por ciento del CME mínimo, a pesar de que el nivel de producción de la clase más importante es casi cuatro veces mayor que el de la clase que menos aporta a la producción total del sector. Esto es un indicio de que el rango de producción del sector se localiza en la "zona plana" de la curva de costos medios estimada, lo cual se puede comprobar en la columna θ al notar que el promedio de las clases no difiere en gran medida de cero (economías constantes a escala).

Otra cadena productiva interesante se presenta en el sector papel, productos de papel, imprenta y editoriales, ya que la clase que más aporta al producto total del sector es a la vez la productora del principal insumo de las demás. Dicha clase es la 2811, fabricación de pastas de celulosa y papel, la cual representa aproximadamente la mitad del valor de la producción del sector. La escala de planta mínima eficiente se presenta en la clase impresión y encuadernación (2911) en ambos subperiodos, la cual aporta el 16.10% y el 18.37% de la producción sectorial. Del resto de las clases tres producen con un costo medio que difiere cuando mucho en uno por ciento del CME mínimo y la restante se localiza dentro de la zona del tres por ciento, por lo que el 100% de la producción se lleva a cabo en un rango que no difiere en gran medida del punto eficiente en ambas etapas del periodo muestra. Las clases de menor producción pueden explotar todavía ciertas economías a escala, aunque las dos más cercanas al punto eficiente presentan un

estimador de escala muy cercano al nivel de economías constantes a escala. Estas prevalecen en promedio en este sector, por lo que se podría pensar que en el rango relevante de producción la curva de costos medios es relativamente plana.

El sector sustancias químicas y refinación de petróleo muestra resultados contrastantes en las dos etapas comprendidas en el periodo muestra. El nivel de producción aumentó en el segundo periodo en relación a su nivel del primero, a la vez que los costos medios se redujeron en promedio un 4%. La columna de las economías a escala muestra valores cercanos al nivel de economías constantes a escala, sin embargo las economías crecientes a escala prevalecen en el primer periodo y las deseconomías a escala en el segundo. Por lo anterior las clases más eficientes en la primera etapa se localizan en niveles de producción altos, ocurriendo lo contrario entre los años 1988-94. Así la clase más eficiente en la primera parte de la muestra es la de la producción de jabones, detergentes y otros productos para lavado y aseo (3061) la cual aportaba el 9.22% de la producción sectorial. La gran mayoría de las clases (99.50% de la producción del sector) produce en la zona en la que los costos medios no difieren en más de uno por ciento del costo mínimo y el resto se localiza en las zonas del tres y el cinco por ciento. Se aprecia que los costos medios no difieren grandemente a pesar de la divergencia tan grande que existe entre la clase con menor producción ($29,724 miles de pesos) y la de mayor aportación al producto ($5'851,130 miles de pesos). Esto es una evidencia importante en favor de la existencia de economías constantes a escala en el sector sustancias químicas.

Para el periodo 1988-94 se puede ver que la clase con el menor costo medio es la 3093 (fabricación de aguarrás, brea y colofonia), que resulta ser la de menor aportación al producto del sector. La totalidad de la producción en este periodo se lleva a cabo a un costo medio que no difiere en más del tres por ciento del de la clase 3093. La evidencia en favor de las economías constantes a escala se presenta en forma contundente también.

El sector productos de hule y plástico presenta economías crecientes a escala aún por explotar para la mayoría de las clases durante todo el periodo 1984-94. Al diferencia del

sector químico, con el que comparte la división V de la industria manufacturera, sus costos medios promedio aumentaron alrededor de un 2% con respecto a su nivel en la primera etapa de la muestra y su producción media aumento, aunque magramente. Debido al tipo de rendimientos a escala presentes en el sector la clase con el costo medio mínimo se presenta en el extremo de máxima producción, siendo ésta la clase fabricación de llantas y cámaras (3211) con una aportación del 44% y del 40% del total sectorial en el primer y segundo periodo respectivamente. Cabe resaltar que dicho nivel de producción es alcanzado sólo con nueve empresas, lo que nos da una idea de la escala de planta que predomina en esta actividad.

En la primera etapa de la muestra el 83.34% de la producción sectorial se llevaba a cabo al costo medio mínimo o a uno que no difería en más del tres por ciento del mismo, mientras que la totalidad del producto se lograba en el rango inferior al cinco por ciento por encima del CME mínimo. En el periodo posterior a la apertura se logró mejorar lo anterior, ya que el 95.36% del valor total de la producción se realizó en la clase con la escala de planta mínima eficiente o en alguna con un costo medio que no se alejaba en más de tres por ciento de la clase 3211. Al igual que en el periodo precedente el total de la actividad productiva del sector fue llevada a cabo dentro del rango del cinco por ciento.

El sector productos de minerales no metálicos comprende a dos industrias de interés como lo son la del vidrio y la del cemento, siendo esta última la que tiene mayor aportación al producto sectorial (46.72% y 47.51% en cada etapa del periodo muestra). En ambas etapas la clase más eficiente fue la 3331 (fabricación de ladrillos, tabiques , tejas y otros productos de arcilla no refractarios), que es la de menor producción. De acuerdo con lo anterior se esperaría que la curva de costos medios presentara deseconomías a escala y su figura fuera ascendente, sin embargo presenta una forma de "U invertida" de tal forma que a partir del punto del CME mínimo éste empieza a aumentar hasta llegar a un máximo y caer nuevamente a mayores niveles de producción.

A pesar de lo anterior la clase con el mayor costo medio sólo se aleja en cerca de dos por ciento del costo medio mínimo y el 100% del producto se lleva a cabo a un costo medio inferior a dicho porcentaje. El 50.29% de la producción se realizaba en el punto de eficiencia o cerca del mismo (1%). Cabe resaltar que la industria cementera a pesar de tener un nivel de producción mucho mayor al de la clase más eficiente (más de 30 veces) no se aleja significativamente del CME mínimo. Por lo anterior se deduce que en el rango de producción de los productos minerales no metálicos la curva de costos medios es plana, es decir predominan los rendimientos constantes a escala, lo cual se puede verificar en la columna θ.

Durante el periodo muestra la industria siderúrgica nacional vivió una situación muy especial: en el principio sus empresas más grandes formaban el complejo paraestatal SIDERMEX, a partir de 1986 se empezó a llevar a cabo un ajuste con el objetivo de preparar la desincorporación del complejo siderúrgico y para 1992 la totalidad del sector estaba en manos privadas. Por lo anterior los cambios en la estructura productiva del sector se pueden achacar más al proceso por el que pasó, que a la apertura de la economía en 1988, por lo que la forma en que fue dividida el periodo muestra no permite ver la magnitud de los cambios provocados por la privatización (aunque algunas gráficas del anexo 1 sí).

Esta industria representó más de la mitad del valor de la producción del sector industrias metálicas básicas durante el periodo muestra. A pesar de lo anterior las clases que conforman la industria del hierro y del acero no fueron las que presentaron un menor costo medio, tal distinción recayó sobre la clase con el menor volumen de producción: la 3422 (fundición, laminación, extrusión y estiraje de aluminio y soldaduras aluminotérmicas). Debido a esto el sector se caracterizó por la presencia de deseconomías a escala a lo largo del rango de producción sectorial. El costo medio tuvo un ligero decremento en la segunda etapa con respecto a su nivel del primer subperiodo y la totalidad de la producción del sector se llevó a cabo a un costo unitario que no difería

en gran medida del mínimo durante los once años que comprende la muestra. Sin embargo la distribución del costo medio de cada clase en los tres niveles que se han tratado muestra que una mayor parte de la producción sectorial se llevaba a cabo a niveles más cercanos a la eficiencia en la primera etapa.

La división VIII de la industria manufacturera (productos metálicos, maquinaria y equipo) está representada por cuatro sectores en este estudio, los cuales presentaron resultados contrastantes. El sector con la producción más básica de la división es el de los productos metálicos, que representa el primer eslabón en la producción de los demás sectores de la división. La clase más eficiente resultó ser la de mayor producción en cada etapa de la muestra la 3593 (fabricación de alambres, telas metálicas y otros productos de alambre) durante el periodo 1984-1987 y la clase galvanizado, cromado, niquelado y operaciones similares en piezas metálicas (3595) en la etapa posterior. Dado esto en el sector predominaban las economías a escala por explotar durante el primer periodo, las cuales no fueron agotadas durante la segunda etapa, sino que se acentuaron. Además no se dio una mejoría hacia costos medios menores en la etapa posterior a la apertura, ya que en el primer periodo la totalidad de la producción se llevaba a cabo cerca de la zona de eficiencia, mientras que de 1988 a 1994 una de las clases se salió de los rangos aquí manejados.

El sector maquinaria y equipo no eléctrico mostró marcadas deseconomías a escala a lo largo del rango relevante de producción durante la totalidad del periodo comprendido en este estudio. Por lo anterior la clase con el menor costo medio se localiza en el extremo de menor volumen de producción, siendo ésta la clase fabricación ensamble y reparación de bombas, rociadores y extinguidores (3694). En ambas etapas el 100% de la producción se llevó a cabo a un costo unitario mínimo o a uno no mayor en tres por ciento de éste, lográndose mayor eficiencia durante el periodo posterior a la apertura.

Las economías a escala predominan también en el sector maquinaria y equipo eléctrico y electrónico en el que se puede encontrar las industrias productoras de

electrodomésticos y televisores y equipos de sonido entre otras. La clase más eficiente fue la 3793 (fabricación de conductores y otros materiales y accesorios eléctricos), la cual aporta la mayor parte del producto sectorial. En el primer periodo las clases de menor volumen de producción muestran deseconomías a escala hasta que llega un punto en el que éstas se revierten, predominando las economías a escala en la segunda etapa. Al igual que en el sector productos metálicos se producía más eficientemente durante el periodo 1984-87 que en el periodo posterior a la apertura.

Una situación similar se da en el último de los sectores, equipo de transporte y sus partes, en el cual el costo medio se reduce a medida que aumenta el nivel de producción. De las once clases que integran el sector, ocho conforman la industria automotriz y de autopartes y las tres restantes son la producción de ferrocarriles, embarcaciones y motocicletas y bicicletas. Estas últimas son las de menor producción, mientras que la mayoría de la producción se concentra en las clases fabricación y ensamble de automóviles, autobuses y camiones (3811) y en la 3813, fabricación de motores y sus partes para vehículos automóviles. Estas clases fueron las más eficientes, la última en la primera etapa de la muestra y la primera durante el periodo posterior a la apertura comercial.

En la primera etapa de la muestra la mayoría de las clases producían a niveles cercanos a la eficiencia, mientras que en el periodo post-apertura la mayoría de las clases se alejó del nivel eficiente. Dentro de la misma industria automotriz esta tendencia fue evidente, produciendo eficientemente sólo las clases 3811 y 3813, por lo que existen algunas partes del proceso productivo de automóviles que constituyen puntos de debilidad. Esto es peligroso debido a que esta industria es una de las mayores exportadoras del país y para mantener los costos competitivos tal vez sea necesario el sustituir la producción de las clases ineficientes por componentes importados, partiendo así la cadena productiva de una industria en la que se ha buscado que sea cada vez mayor la proporción de componentes nacionales en el producto final.

C) Productividad total de los factores y del trabajo.

La productividad se concibe como una relación entre recursos utilizados y productos obtenidos. A pesar de la unanimidad con la forma en que podría definirse dicho término, la forma de medirla se ha prestado frecuentemente a discusión. Al respecto Hernández Laos comenta: "Hay tantos índices de productividad como recursos utilizados en la producción. Estos sin embargo son de carácter parcial, y su evolución no muestra la eficiencia conjunta de la utilización de todos los recursos, toda vez que el ahorro logrado en alguno de éstos puede deberse no sólo a que han aumentado su propia eficiencia, sino a que han sido sustituidos por otros factores. De ahí el interés por obtener una medida simultánea de la eficiencia en la utilización conjunta de los recursos, es decir, una medida de la productividad total de los factores (PTF)".[1]

La PTF, la productividad de todos los insumos comprados, es la medida más amplia de productividad, y la única medida cuyo incremento es benéfico sin ambigüedad, en el sentido en que corresponde a un decremento en el costo unitario total de la producción. A pesar de lo anterior la productividad del factor laboral tiene también un rol preponderante en las diversas medidas de productividad, debido a su importancia en la política económica y a su relación con el bienestar.

La PTF es claramente el enfoque más adecuado de medición de la productividad cuando el objetivo es el entender los efectos del cambio tecnológico. Mientras que el cambio tecnológico es un concepto basado en las mediciones físicas de la ciencia y la ingeniería, la PTF mide el impacto económico del cambio tecnológico. Frecuentemente es importante el entender no sólo los efectos sobre el costo del cambio tecnológico, sino la distribución de dicho efecto entre los insumos o productos. Por ejemplo, dos tecnologías alternativas pueden resultar en una reducción similar en costos, pero una de ellas puede

[1] Hernández Laos, E. Evolución de la productividad total de los factores en la economía mexicana, p.5.

ser más deseable debido a que en el largo plazo ahorra más de un insumo cuyo precio crece más que el del resto de los insumos o es escaso o difícil de conseguir.

Como se mencionó anteriormente existen diversas metodologías para medir la PTF, eligiéndose para este estudio la metodología descrita en el capítulo II apartado B.2, basada en los estudios de Fraumeni - Jorgenson y Chan - Mountain.

A partir de la estimación de la ecuación (4) y de acuerdo con los resultados de la prueba de Chow, un primer punto de interés es el verificar si el progreso tecnológico es Hicks neutral. Lo anterior quiere decir que las proporciones del costo de los insumos no se alteran con el cambio tecnológico y que todos los requerimientos unitarios de los insumos se mueven en la misma dirección. De no cumplirse la neutralidad de Hicks se daría paso al cambio tecnológico sesgado y a la posibilidad de identificar patrones de uso relativo de insumos en la tecnología productiva de los diversos sectores. La hipótesis nula implica que $\gamma_{LT}=\gamma_{KT}=\gamma_{MT}=\gamma_{ET}=0$ en la ecuación (4), y por simetría en la cinco, lo cual es consistente con el cambio tecnológico neutral. Los resultados de esta prueba para los trece sectores se presentan en el siguiente panel, en donde se reporta el estadístico de la prueba de la razón de verosimilitud.

Como puede apreciarse la hipótesis nula se rechaza para casi todos los sectores, salvo para los sectores sustancias químicas y papel y para alguna de las etapas en otros sectores. En estos sectores el cambio tecnológico no altera las proporciones de uso de los insumos en el proceso productivo, sin embargo en el resto si se presenta el cambio tecnológico sesgado. Esto permite caracterizar la tecnología de producción de acuerdo con al patrón de uso de los insumos que presenta y que se muestra a través de los coeficientes γ_{iT}, en donde i= L,K,M,E.

Anteriormente se mencionó que el progreso técnico representa ahorro en todos los insumos, sin embargo dicho progreso puede manifestarse a través de un mayor ahorro en algunos insumos con respecto a los demás. De acuerdo con lo anterior se dice que el