



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MÉXICO**

FACULTAD DE ECONOMÍA

**CONVERGENCIA EN EFICIENCIA TÉCNICA
DEL SECTOR MANUFACTURERO DE
MÉXICO, 1990-2019**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADA EN ECONOMÍA**

PRESENTA

ALMA YANELI FLORES LOVERA

DIRECTOR DE TESIS

DR. OSVALDO U. BECERRIL TORRES

REVISORES

Dra. Margarita Holguín García

Mtra. En Adm. Zulma Delgadillo González

Toluca, Edo. de Méx., Agosto 2022



Índice General

Introducción General.....	5
Capítulo 1. Marco Teórico para el análisis de la eficiencia técnica.....	9
1.1 Introducción.....	10
1.2 Sobre el concepto de eficiencia.....	10
1.3 Tecnologías de producción.....	12
1.3.1 Función Translogarítmica.....	17
1.3.2 Función CES.....	17
1.3.3 Función de producción Cobb-Douglas.....	18
1.4 Estimación de la eficiencia técnica.....	19
1.4.1 Métodos Paramétricos.....	21
1.4.1.1 Corte Transversal.....	21
1.4.1.2 Series de Tiempo.....	22
1.4.1.3 Datos en Panel.....	25
1.4.1.4 Fronteras Estocásticas.....	27
1.4.2 Métodos no Paramétricos.....	28
1.4.2.1 Análisis DEA.....	28
1.5 Conclusiones.....	30
1.6 Referencias.....	31
Capítulo 2. Marco Contextual de la Industria Manufacturera en México.....	35
2.1 Introducción.....	36
2.2 Comportamiento del sector manufacturero en la economía mexicana.....	40
2.3 El sector manufacturero de México.....	46
2.3.1 Análisis de la producción del sector manufacturero.....	49
2.3.2 Análisis de la inversión del sector manufacturero.....	58
2.3.4 Análisis del empleo del sector manufacturero.....	65
2.4 Conclusiones.....	73
2.5 Referencias.....	74
Capítulo 3. Metodología para la estimación de la eficiencia técnica.....	80

3.1	Introducción	81
3.2	Fronteras Estocásticas de Producción	83
3.3	Modelo de Frontera de Ineficiencia para Datos en Panel	84
3.4	Conclusiones	86
3.5	Referencias	87
Capítulo 4.	Resultados	89
4.1	Introducción	90
4.2	Contrastes de especificación relacionados con la función de producción y ecuación de ineficiencia, para los modelos con variables de acervo y flujo, de la inversión...	90
4.3	Análisis de la eficiencia técnica considerando el acervo de capital en la función de producción.	92
4.4	Análisis de la eficiencia técnica considerando la Formación Bruta de Capital Fijo en la función de producción.	116
4.5	Convergencia en la eficiencia técnica de la industria manufacturera.	140
4.6	Conclusiones	142
4.7	Referencias	147
	Conclusiones generales	152
	Anexos	155

Introducción General

El estudio del crecimiento económico y sus determinantes se ha vuelto indispensable en los últimos años. Uno de los pioneros en realizar aportaciones acerca del tema es Solow (1950), quien permitió dar un tratamiento formal sobre las causas del crecimiento. Además, Sala-i-Martin y Atardi (1999), describen que, de igual manera, las aportaciones de Swan, Koopmans y Barro, entre otros, mostraron perspectivas innovadoras en cuanto a las teorías neoclásicas del crecimiento económico.

Es evidente que a lo largo del tiempo la economía de México ha atravesado diversas crisis que han repercutido en el comportamiento y desempeño de su actividad económica, reflejándose en los indicadores económicos del país, tal es el caso del Producto Interno Bruto (PIB). Cabe mencionar que, dentro de estas actividades económicas, el sector de la industria manufacturera es uno de los que tiene mayor participación en cuanto a contribuciones al PIB.

El impulso teórico de esta investigación tiene fundamento en la evolución de la economía mundial y nacional durante el periodo de 1990-2019: los fenómenos de la globalización y tratados comerciales acentúan la necesidad de adaptarse a la economía internacional y la gran importancia de la productividad y eficiencia de las empresas con la finalidad de competir en un contexto a nivel global.

El interés por lograr cuantificar y evaluar la efectividad de la actividad de las empresas ha originado una variedad de estudios; sin embargo, una interpretación empírica de la productividad y eficiencia es fundamental para abordar de manera correcta este análisis. Por lo anterior, los economistas mexicanos afrontan el reto de conocer si la economía del país ha utilizado sus factores de producción de forma eficiente, y de manera especial, las empresas pertenecientes al sector manufacturero, ya que varios autores coinciden que el sector manufacturero es la base fundamental del desarrollo económico y eje del comercio mundial.

No obstante, a pesar de la gran importancia del tema, en México no se cuenta con suficientes estudios relacionados a la eficiencia técnica en el sector manufacturero. Sin embargo, en algunos de los trabajos dedicados a la manufactura se puede mencionar a

diversos autores como Bannister y Stolp (1995), quienes investigaron los vínculos entre localización industrial, concentración y eficiencia en la manufactura mexicana por Estado; luego, Batra y Tan (2003) estudian la relación entre habilidades, tecnología, productividad y las diferencias en pequeñas empresas manufactureras para estimar los niveles de eficiencia a partir de una función de producción.

De igual manera, Kumbhakar y Wang (2005) y Álvarez (2007) incorporan los efectos regionales invariantes al tiempo en el modelo de fronteras de producción estocástica: un enfoque que considera que no todas las industrias son técnicamente eficientes y por el cual, los autores notaron que las diferencias de niveles entre las funciones de producción regionales pueden interpretarse como indicadores de diferencias de desarrollo tecnológico.

Posteriormente, Díaz y Sánchez (2008), analizan los desempeños de las pequeñas y medianas empresas manufactureras centrándose en el grado de ineficiencia técnica y sus determinantes; asimismo, Herrera (2012) aporta elementos a la construcción de criterios de elección de progreso técnico del sector manufacturero con alcance simultáneo de eficiencia económica y social calculados a través de la técnica DEA (*Data Envelopment Analysis*) con rendimientos variables. Después, Becerril, Díaz y del Moral (2013) presentan un análisis de frontera tecnológica para las regiones de México.

Así, se observa la escasa evidencia empírica y la información limitada que muestra cómo se relacionan los factores productivos en los subsectores del sector manufacturero en el país, por lo que, esta falta de investigaciones hace necesario conocer los niveles de eficiencia técnica y el análisis de ésta a nivel subsector para saber si hay un proceso de convergencia.

Por ello, surge la siguiente pregunta de investigación: ¿Existe convergencia en los niveles de eficiencia técnica de los subsectores del sector manufacturero de México durante el periodo de 1990-2019?

Una vez definida la pregunta de investigación de este estudio, se plantea la hipótesis de trabajo de que: la eficiencia en el sector manufacturero de México manifiesta un comportamiento de convergencia en eficiencia durante el periodo de análisis, es decir,

una reducción de las disparidades en el uso de los factores de la producción, en este sector y sus subsectores.

Así pues, esta tesis muestra el panorama económico nacional e internacional relacionado con la producción, inversión y empleo del sector manufacturero mexicano durante el periodo de estudio; asimismo, presenta la variedad de investigaciones dedicadas a la eficiencia técnica y, el método adoptado que permita obtener los niveles de eficiencia técnica de los 21 subsectores manufactureros que, posteriormente, harán posible la realización del análisis de convergencia.

Bajo esta vertiente, la metodología consiste en el uso del modelo de frontera de producción estocástica, la cual permite explicar los efectos de la eficiencia técnica que varían a través del tiempo.

Ahora, considerando lo anterior, se ha propuesto como objetivo general de la investigación estimar la eficiencia técnica de los subsectores del sector manufacturero de México durante el periodo de 1990-2019, y, analizar si existe un proceso de convergencia que reduzca las disparidades intersectoriales; por su parte, tiene como objetivos específicos identificar el marco teórico para la estimación y análisis de la eficiencia técnica y convergencia de los subsectores manufactureros mexicanos; presentar el contexto del sector manufacturero de México a través de la investigación teórica y empírica; presentar de forma econométrica la metodología para la obtención de la eficiencia técnica y, por último, mostrar los resultados y conclusiones obtenidos.

De tal manera, el interés de este trabajo esta sostenido en la ejecución de un análisis más profundo del sector manufacturero, con el propósito de dar respuesta a la pregunta de investigación y probar la hipótesis de trabajo planteada. Entonces, la importancia de contar con una medida de eficiencia técnica tiene fundamento en la aceptación de la existencia de brechas entre suponer la eficiencia técnica potencial y la eficiencia técnica de la realidad empírica.

Por su parte, la información y datos utilizados en esta investigación fueron obtenidos de los informes anuales del Banco de México (Banxico) y mediante las bases de datos existentes en México provenientes del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).

Con base en los objetivos de investigación del estudio y en la recolección de literatura económica, esta tesis se divide en cuatro capítulos. En el primero, se muestra la parte teórica relacionada con la eficiencia técnica, los componentes que la integran, su clasificación y las principales teorías que han permitido abordar un contexto más amplio en cuanto a su análisis, teniendo como referencia a Farrell (1957), quien postula que la eficiencia de una unidad de decisión (DMU, por sus siglas en inglés) se constituye de la “eficiencia técnica” que refleja la habilidad para obtener el máximo output para un conjunto dado de inputs y, de la “eficiencia en precios”, que hace referencia a la habilidad para usar los inputs en las proporciones óptimas, dados sus respectivos precios; además, se presenta el concepto teórico sobre la convergencia.

En el segundo capítulo se presenta un marco contextual de la industria manufacturera en un contexto nacional y externo, así como algunas situaciones que ha enfrentado el país, derivadas del entorno internacional en el periodo de 1990-2019, con base en los informes anuales publicados por Banxico y con datos pertenecientes de INEGI, destacando las tres variables para el estudio que son la producción, la inversión (a través de una variable de flujo y una variable de acervo) y el empleo. Cabe señalar que estas variables caracterizan el comportamiento del sector y, por lo tanto, de los subsectores.

El capítulo tercero hace alusión a la metodología utilizada para el análisis, haciendo referencia a los componentes técnicos, estadísticos y algunos de los parámetros de gran interés dentro del estudio; asimismo, se plantea la serie de pasos a seguir para la construcción del modelo. En un primer momento, debe considerarse información que pueda ser utilizada para explicar las diferencias en los efectos de la eficiencia y observaciones que ilustren la metodología involucrada. Este paso permitirá formular la función de producción de frontera estocástica a estimar; luego, las observaciones disponibles permitirán suponer la función de los efectos de la ineficiencia técnica.

Por último, el cuarto capítulo consta de los resultados obtenidos en la investigación con el uso de dos variables proxy de la inversión como la teoría recomienda, por lo que también se incluye un análisis descriptivo de los resultados obtenidos y finalmente, se presentan las conclusiones.

Capítulo 1. Marco Teórico para el análisis de la eficiencia técnica

1.1 Introducción

Contar con el conocimiento necesario acerca de lo que es la eficiencia técnica y a lo que hace referencia, se ha vuelto de vital importancia para los economistas hoy en día, ya que sus indicadores son una parte indispensable para el estudio de la optimización de los recursos de las empresas. Para Adam Smith (1776) la principal fuente de la riqueza de las naciones se encuentra en la división del trabajo, particularmente en las actividades manufactureras. Poco después de la primera mitad del siglo XX, Kaldor (1966) sostiene que son las manufacturas las que representan el motor de crecimiento económico, por lo cual postula tres planteamientos, que tiempo después serían conocidos como las leyes de Kaldor. Bajo este contexto, en un primer instante se revisa la literatura relacionada con la eficiencia y se define lo que para esta investigación se debe entender como eficiencia técnica.

Después, se continúa con el estudio de la eficiencia, considerando las aportaciones de Farrell (1957) a este campo de estudio, a través de la relación de la eficiencia con las diferentes actividades económicas. Posteriormente, se desarrollará el proceso de la estimación de la eficiencia técnica con base a Farrell (1957) teniendo en cuenta diferentes tecnologías de producción, por lo que se presentarán las opciones para la estimación de una función de producción de frontera estocástica.

Por otra parte, debido a que es posible realizar la estimación de la frontera eficiente, se desarrollará la revisión de los estudios más relevantes sobre los métodos paramétricos y no paramétricos, siendo los primeros los empleados para el estudio.

1.2 Sobre el concepto de eficiencia

De acuerdo con la Teoría Económica, la eficiencia consiste en *hacer bien las cosas*, es decir, en asegurar una correcta distribución de los medios empleados en relación con los fines obtenidos. Asimismo, la eficiencia productiva de una determinada empresa se define como la relación existente entre los resultados que obtiene y los recursos involucrados en su producción. El análisis de la eficiencia se ha centrado en estudiar la capacidad de una empresa para mejorar su productividad por medio de la mejora en el uso de los recursos, como sostienen Coelli, Rao, O'Donnell y Battese (2005).

Según Taguchi (1990), la eficiencia supone centrar la atención en la tecnología existente, los recursos y los precios de estos. La clave consiste en aprovechar al máximo los recursos y hacerlo adaptándose a los precios. Quien lo consiga será eficiente; quien no, incurre en ineficiencias que le suponen un deterioro para competir, y, en cualquier caso, infringirá un coste social innecesario por tal desaprovechamiento.

La eficiencia depende de la calidad de los factores, del trabajo que depende de la educación, la experiencia y de los atributos innatos de las personas. Por otra parte, también depende del uso del conocimiento humano en el proceso productivo. Su medición se cimienta en la comparación del desempeño real de una empresa respecto a un óptimo. Pero, dado que no se tiene un conocimiento perfecto y completo del desarrollo, la tecnología ni restricciones para la obtención del beneficio, entonces lo que se puede realizar es comparar lo que hace la empresa respecto a lo que hacen otras empresas parecidas.

Como mencionan Fried, Lovell y Schmidt (2008), una fuente importante de productividad es la eficiencia técnica, ya que se refiere a la capacidad de una unidad económica de evitar el desperdicio a través de producir la cantidad que la tecnología y uso de insumos permiten.

Farrell (1957) es el precursor de estudios con base en la idea mencionada anteriormente; determina mediante cálculos algebraicos una frontera eficiente definida por la actuación de las mejores empresas observadas, que sirven como referencia para la medición de la eficiencia de cada firma al compararse con dicha frontera.

Una vez delimitado el concepto de eficiencia, cabe distinguir el concepto de eficiencia productiva, el cual, según González (2011) queda dividido en: eficiencia técnica, la cual refleja la habilidad de la empresa de obtener la cantidad máxima de outputs, dados los inputs y que refiere al rendimiento que puede; la eficiencia asignativa, hace referencia a la utilización de los inputs en las proporciones óptimas, dados sus precios respectivos; y, la eficiencia de escala, cuando la empresa produce en la escala de tamaño óptimo en la que es posible obtener el output con el que se maximiza el beneficio.

El concepto de la eficiencia técnica se refiere al rendimiento que puede alcanzar una determinada unidad económica de decisión (DMU por sus siglas en inglés) respecto a

su conjunto de posibilidades de producción de acuerdo con la tecnología en existencia, lo cual permite determinar si el nivel productivo se consigue con el menor consumo de recursos o mediante la minimización del costo de producción según Farrell (1957). Este fue el primero en proporcionar una medida empírica de la eficiencia productiva o global, la cual, para cada DMU, está integrada por la eficiencia técnica o productiva, que es el máximo nivel de producción como resultado de la combinación de factores y, la eficiencia en precios o asignativa, definida como la minimización de los costos de producción bajo la combinación proporcional óptima de los factores, dados sus respectivos precios.

Así que, conforme al concepto de eficiencia técnica introducido por Farrell (1957), los resultados pueden interpretarse desde dos perspectivas: si se analiza el impacto de los inputs en la producción final u output, o bien, si se analiza el output dados unos inputs. Así mismo, para la estimación de la eficiencia técnica se requiere conocer la tecnología de producción a emplear. Por ello, a continuación, se hace referencia a ellas.

1.3 Tecnologías de producción

Debido a que el análisis del crecimiento económico es de los temas de mayor trascendencia por sus implicaciones sobre la capacidad productiva, la cual se descompone en un aumento de la disposición de factores de producción: capital, tierra y trabajo; y una mayor eficiencia en el uso de estos factores (Villamil, 2003).

Por lo tanto, Álvarez-Pinilla (2001), concluye que los indicadores de eficiencia se encuentran ligados directamente a la elección de la función modelo. Esta puede ser una *función de costos* o una *función de beneficio*, dependiendo de la elección del investigador y de los datos disponibles. Siguiendo este contexto, si se incorporan nuevos métodos o medios de producción, se incrementará la productividad del trabajo, el capital, la tierra y el cambio tecnológico.

Por ello, debido a lo complicado del tema, una diversidad de autores ha presentado diferentes perspectivas acerca de la eficiencia de los factores productivos que permiten medir el desempeño de los sectores con el objetivo de identificar el comportamiento de la eficiencia técnica.

Algunos de los trabajos más destacados son los de Batra y Tan (2003), quienes afirman que el empleo de datos a nivel firma para estimar los niveles de eficiencia a partir de una función de producción, permite identificar a los factores que distinguen a las más eficientes. Por su parte, Díaz y Sánchez (2008), estudian los desempeños de las pequeñas y medianas empresas manufactureras, centrándose en el grado de ineficiencia técnica, empleando un conjunto de datos de panel para estimar la función de producción de frontera estocástica y los determinantes de la ineficiencia.

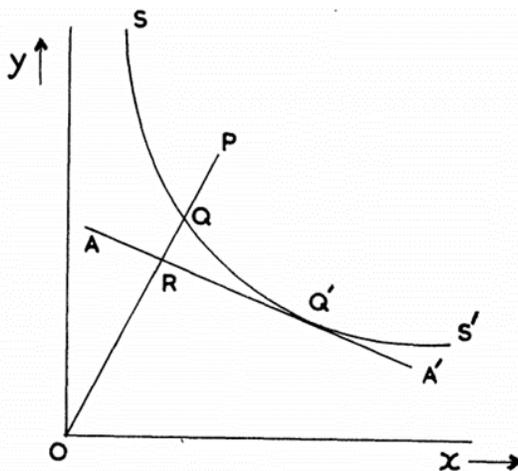
Así, un enfoque alternativo para la realización de un análisis de eficiencia técnica es el de fronteras de producción estocástica, ya que, estima funciones de producción considerando que no todas las industrias son técnicamente eficientes. Para su estimación, es conveniente comparar el desempeño actual con el desempeño óptimo o eficiente, que es representado por un conjunto de puntos que están ubicados en la frontera de producción.

Asimismo, en la literatura también existen estudios acerca de la separación de las características tecnológicas específicas de las regiones de la eficiencia técnica. De acuerdo con Álvarez (2007) y Kumbhakar y Wang (2005), al incorporar efectos regionales invariantes al tiempo en el modelo tradicional de fronteras estocásticas, notaron que las diferencias de niveles entre las funciones de producción regionales pueden ser interpretadas como indicadores de diferencias de niveles de desarrollo tecnológico. Otro de los estudios adoptados sobre la especificación de las fronteras estocásticas fue el de Battese y Coelli (1992), quienes consideran la heterogeneidad regional para el cálculo de las diferencias en nivel entre las funciones regionales de producción.

Entonces, partiendo de un conjunto de observaciones se estima la ineficiencia técnica de una empresa, realizando una aproximación de los recursos en la proporción adecuada considerando sus precios. Al hablar sobre eficiencia asignativa, se debe tener en cuenta que un factor relevante para el productor es su aversión al riesgo y así, aunque éste no se encuentre situado en el punto donde se igualan el cociente de productividades marginales con el de los precios, puede estar ubicado en un punto óptimo desde el punto de vista de su aversión al riesgo. Debido a esto, el análisis de eficiencia en el que esta tesis centrará su estudio será la eficiencia técnica.

Con la finalidad de ilustrar los conceptos anteriormente mencionados, se considera el gráfico 1 en el cual Farrell (1957) realizó el supuesto de una empresa que emplea dos factores de producción: X_1 y X_2 , para producir un solo producto: producto Y, en condiciones de rendimientos constantes a escala y con conocimiento de la función de producción eficiente, es decir, el producto que una empresa perfectamente eficiente podría obtener de cualquier combinación dada de insumos.

Gráfico 1. Función de producción con dos insumos y un único producto.



Fuente: M. J. Farrell (1957). La medición de la eficiencia productiva

Continuando con los estudios de Farrell (1957), en el Gráfico 1 se muestran las opciones productivas al emplear dos insumos para producir una unidad de producto con la tecnología existente. El punto P representa las entradas de los dos factores, mientras que el punto Q, representa una empresa eficiente que usa los dos factores en la misma proporción que P. Asimismo, se puede apreciar que produce lo mismo que P utilizando solo una fracción de tiempo OQ/OP de cada factor. Por lo tanto, resulta idóneo definir OQ/OP como la eficiencia técnica de la empresa P. La curva SS' es la isocuanta unitaria que representa las diversas combinaciones de los dos factores que una firma perfectamente eficiente podría utilizar para producir una unidad de producción. Por ejemplo, Farrell (1957) menciona que, si una empresa utiliza cantidades de insumos definidas por el punto P, se puede afirmar que es técnicamente ineficiente dado que los insumos pueden disminuir proporcionalmente sin una reducción en el producto hasta llegar al punto Q, lo que significa que, la distancia QP es el valor de la ineficiencia técnica.

Cuando la eficiencia es estadísticamente igual a uno, la empresa será técnicamente eficiente (representada en el punto Q) y se ubicará sobre la isocuanta de eficiencia (SS'). Por el contrario, siempre que la curva SS' muestre una pendiente negativa, un incremento en el insumo por unidad de producto de un factor, implicará una menor eficiencia técnica, de acuerdo con Farrell (1957).

No obstante, Farrell (1957) considera que es necesaria una medida en la que una empresa utiliza los diversos factores de producción en las mejores proporciones, en vista de sus precios. Por lo tanto, si la recta de isocosto AA' tiene una pendiente equivalente a la razón de los precios de los dos factores, será Q' el método óptimo de producción, ya que, aunque ambos puntos representan la eficiencia técnica, los costos de producción en Q' (punto que es técnica y asignativamente eficiente) serán una fracción de OR/OQ (eficiencia asignativa de la empresa que opera en punto P) de aquellos en Q (punto técnicamente eficiente pero asignativamente eficiente), por ello, la distancia RQ representa la reducción en los costos si la producción ocurriese en el punto Q'. Esta proporción está definida como el precio de eficiencia de Q, como propone Farrell (1957).

Farrell (1957) sostiene que, si la empresa observada fuera perfectamente eficiente, tanto técnicamente como con respecto a los precios, sus costos serían una fracción OR/OP de lo que son en realidad. Es conveniente llamar a esta proporción la eficiencia general de la empresa, y se puede observar que es igual al producto de la eficiencia técnica y eficiencia en precios.

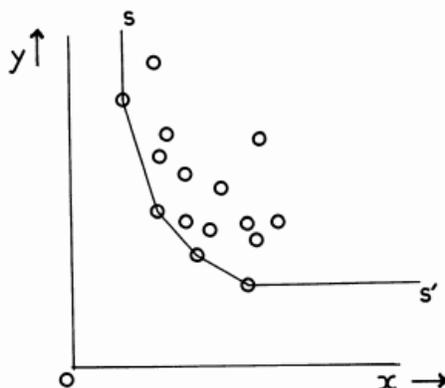
En el caso de desconocer la función de producción, derivado de situaciones de fabricación, resulta complicado obtenerla debido a cuestiones de organización o de gestión de factores, por ejemplo, psicológicos o de preparación (tanto para empresarios como para trabajadores), por lo que Farrell (1957) presentó una medida de eficiencia de las industrias a partir de una función que contiene la eficiencia relativa de diversas unidades productivas, es decir, estimó una frontera no paramétrica utilizando modelos de programación matemática. Para lo cual, sugirió los siguientes puntos:

1. Una isocuanta no paramétrica lineal por tramos a la cual Farrell (1957) impone dos condiciones: que sea convexa y que no tenga en ningún punto pendiente positiva.

2. Rendimientos constantes a escala, los cuales suponen una relación invariable entre modificación de insumos y obtención del producto.

En el Gráfico 2, se presentan las diferentes combinaciones de factores para obtener una unidad de producto, donde la isocuanta eficiente es representada por la curva SS' , que son las unidades más eficientes en términos relativos más próximos al origen que pueden ser relacionados mediante una curva convexa que no tenga en ningún momento una pendiente positiva, como postula Farrell (1957).

Gráfico 2. Representación lineal de una isocuanta unitaria



Fuente: J. M. Farrell (1957). *La medición de la eficiencia productiva*

Desde el punto de vista de Farrell (1957), considerando el problema de estimar una función de producción eficiente a partir de observaciones de inputs y outputs de un número de empresas y con los mismos supuestos que antes, cada empresa puede representarse mediante un punto en un diagrama isocuanta, de modo que varias empresas producirán una dispersión de puntos como el gráfico 2. La función de producción eficiente estará representada por una isocuanta, por lo que el reto será estimarla de forma eficiente a partir del diagrama de dispersión.

Así pues, si se puede suponer que la isocuanta es convexa al origen y no tiene pendiente positiva en ninguna parte, entonces la curva SS' será la estimación más pesimista de la misma, ya que será el estándar de eficiencia menos exigente.

Por consiguiente, Farrell (1957) enfatiza que la eficiencia técnica corresponde a desviaciones observadas respecto de la frontera eficiente o isocuanta, por lo que, esta perspectiva es un giro natural en el cual la ineficiencia es expresada por los residuos de un modelo de regresión. Así, para estimar la eficiencia técnica de manera empírica, es

necesario conocer la tecnología de producción y su forma funcional, por lo que, a continuación, se presentan las más habituales empleadas en la literatura econométrica.

1.3.1 Función Translogarítmica

Esta función permite que la elasticidad de sustitución varíe según las proporciones del producto y/o factor. Esta función está determinada para dos inputs de la siguiente manera:

$$\log y - \log A + \alpha_1 \log k + \beta_1 \log l + \alpha_2 (\log k)^2 + \beta_2 (\log l)^2 + A_2 K \log l$$

Donde y es el output, k y l son capital y trabajo, respectivamente. Esta función es cuadrática en los logaritmos de los factores productivos empleados.

De acuerdo con Christensen (1973), para la estimación de la función de producción translogarítmica de manera general se consideran los factores productivos de trabajo y capital.

Entonces, la función de producción translogarítmica con incorporación de estos factores que definida como:

$$\ln y = \ln \alpha_1 + \sum_{i=1} \alpha_i \ln X_i + \frac{1}{2} \sum_{i=1} \sum_{j=1} \beta_{ij} \ln X_i \ln X_j$$

Donde, i y j son L, K y M, definidos como trabajo, capital y material.

Brendt y Christensen (1973) utilizan la función de producción translogarítmica para medir el input del costo laboral de manera agregada en la industria manufacturera de Estados Unidos para el periodo 1929-1968.

1.3.2 Función CES

Arrow et al. (1961) proponen una función de producción Cobb-Douglas generalizada: la función de producción de elasticidad de sustitución constante (CES, en adelante).

El uso de funciones Cobb-Douglas implica considerar una elasticidad de sustitución unitaria y constante. La función CES permite analizar hasta qué punto este supuesto es

correcto. La función CES es una función matemática que cumple con las siguientes propiedades:

- a) Homogeneidad de grado n .
- b) Elasticidad de sustitución constante entre el capital y el trabajo.
- c) La posibilidad de permitir la existencia de distintas elasticidades para diferentes industrias.

La función que proponen Arrow et al. (1961) presenta la siguiente forma:

$$Y = A[\delta k^p + (1 - \delta)L^p]^{1/p}$$

Donde Y es el output $A > 0$ es un parámetro de eficiencia positivo, $0 < \delta < 1$ y $p \geq -1$. Siendo δ un parámetro de distribución de los factores K y L y $1/(1-p)$ la elasticidad sustitución entre los factores capital y trabajo. Sin embargo, este modelo presenta la problemática de no ser linealizable mediante una transformación logarítmica, y esto dificulta la estimación mínimo-cuadrática de sus parámetros.

Bajo el supuesto de que los regresores no están correlacionados con la perturbación contemporánea, se ha desarrollado el método de Kmenta (1967). Este método consiste en la estimación de los parámetros mediante una aproximación de la CES que es lineal en p ; así, esta función depende de la elasticidad de sustitución. Cuando toma valor cero, los factores se combinan en proporciones fijas, mientras que, si el valor es 1, la función se reduce a una función de producción Cobb-Douglas.

La limitante que implica tener elasticidades constantes tanto en la función de CES como en la función de producción Cobb-Douglas motiva la utilización de una función más general, por ejemplo, la función translogarítmica, de acuerdo con Christensen (et al. 1973).

1.3.3 Función de producción Cobb-Douglas

Es una de las funciones de producción más sencilla y utilizada en la literatura. Esta función de producción permite representar las relaciones existentes entre un output y las variaciones de tres factores productivos (capital, trabajo y tecnología). Esta

metodología resulta flexible, ya que permite incorporar todos los factores que pueden afectar a las unidades productivas.

Siguiendo la teoría económica, se considera una función de producción de tipo Cobb-Douglas con rendimientos constantes:

$$Y = AL^{\alpha}k^{1-\alpha}$$

Donde Y es el output de la empresa en un año cualquiera, K es el stock de capital, L es el número de trabajadores, A representa la tecnología y α y $(1-\alpha)$ son las elasticidades producto de los factores productivos, trabajo y el capital, respectivamente.

Sin embargo, la función de producción Cobb-Douglas puede ser limitada debido a que impone una elasticidad de sustitución unitaria entre factores productivos, es decir, inputs. Pero, tal restricción parece irrelevante ya que existe evidencia de que las elasticidades del output en relación con un input varían sistemáticamente según Lauers y Whynes (1978) y Jensen y Morrissey (1986).

De igual manera, diversos autores utilizan otros tipos de funciones de producción más flexibles, como el caso de la formulación translogarítmica según Pinol, (1994); Charlot y Schmitt (1999); Canning y Bennathan (1999); Pires y García (2010) y la función CES con Arrow (1961).

1.4 Estimación de la eficiencia técnica

Una de las principales motivaciones en el estudio de las fronteras de producción es la estimación de la ineficiencia. Por lo que, Farrell (1957) centró su atención al desarrollo de diversos enfoques dirigidos al análisis de la eficiencia, con el objetivo de aumentar la producción a través de la mejora de esta.

Es posible realizar la estimación empírica de la frontera eficiente mediante aproximaciones paramétricas y no paramétricas; las primeras, utilizan programación matemática o técnicas econométricas para el cálculo de los parámetros de la frontera. Mientras que, las estimaciones no paramétricas como el Análisis Envolvente de Datos (originalmente desarrollado por Charnes, Cooper y Rhodes (1978), desde la perspectiva de los insumos para tecnologías con retornos constantes a escala), no impone a priori

una estructura arbitraria en la especificación de la frontera de mejor práctica, pero, supone que el ruido aleatorio (error) es inexistente. La principal crítica a este enfoque según Suárez y Soto (2010) es que no considera los errores de medida en la obtención de los datos y no permite realizar contrastes de hipótesis acerca de la estructura de la producción y de la propia eficiencia técnica.

En la metodología de medición de eficiencia a través del método paramétrico, existen los modelos de frontera estocástica que tienen como supuesto que las empresas no utilizan de manera óptima la tecnología existente como consecuencia de factores relacionados al precio y de organización, por lo que inevitablemente provocan ineficiencias técnicas en la producción.

Uno de los trabajos dedicados al estudio de fronteras estocásticas más destacados es el de Battese y Coelli (1992), quienes presentan un ejemplo sobre agricultores de arroz en un pueblo de la India, utilizando funciones de producción de frontera estocástica para estimar a eficiencia técnica. Asimismo, Bhattacharyya y Glover (1993) analizan el tema de la ineficiencia de las granjas en India respecto a la asignación de los insumos para la producción y escasez de productos; la investigación se realiza a través de una función estocástica con restricción Cobb-Douglas y especificaciones no estocásticas para la medición de la eficiencia. Poco después, Battese y Coelli (1995) aplican el modelo de fronteras estocásticas para datos de corte transversal sobre agricultores de arroz en a India.

Cuesta (2000) realiza una indagación en las granjas lecheras españolas aplicando la variedad de modelos existentes relacionados al modelo de fronteras estocásticas. Además, Kim y Han (2001) emplean un modelo de frontera de producción estocástica para la descomposición del crecimiento de la PTF de la industria manufacturera de Corea.

Más tarde, Becerril, Álvarez y Vergara (2007) analizan el comportamiento de la eficiencia técnica en México basado en una función de producción translogarítmica con factores de producción privados, siguiendo el modelo de fronteras estocásticas de Battese y Coelli (1995). Por su parte, Galicia, Flores y Coria (2015), usan el modelo de frontera estocástica de producción como un referente económico para evaluar la

eficiencia con la que se realiza la producción de electricidad en México, aplicándolo a un panel de datos conformado por 330 observaciones que describen el comportamiento de la producción, los costos de los insumos y la mano de obra.

1.4.1 Métodos Paramétricos

De acuerdo con Lovell y Schmidt (1988), y Greene, (2008), la aproximación paramétrica supone una forma funcional para la función de producción y una estimación econométrica de dicha función. Una de las obras más destacadas relacionadas a la realización de una aproximación paramétrica para la estimación de la eficiencia técnica es la de Aigner y Chu (1968), a través de la aplicación de una función de producción Cobb-Douglas.

La principal diferencia en la estimación de los modelos paramétricos consiste en el tipo de datos utilizados, ya que se han aplicado datos de corte transversal o datos de panel.

1.4.1.1 Corte Transversal

El modelo empírico habitual para datos de corte transversal puede expresarse como:

$$Y_i = \beta_0 + \sum_{k=1}^{k=K} \beta_k X_{ik} + U_i$$

Donde y es el producto de la i -ésima unidad productiva ($y_i \in R^+$); x_{it} es un vector $k \times 1$ de cantidades de inputs ($x \in R^+$); β son los parámetros que deben ser estimados y u_i es el residuo que captura la ineficiencia y también otros efectos aleatorios.

No obstante, en el caso de no conocer estos efectos aleatorios, el residuo u_i captura la ineficiencia, por lo que el modelo quedaría de la siguiente forma:

$$Y_i = \beta_0 + \sum_{k=1}^{k=K} \beta_k X_k - U_i$$

Donde $u_i \geq 0$. Entonces, partiendo de esta función puede realizarse la estimación mediante la función de producción.

1.4.1.1.1 Frontera de producción estocástica

La frontera de producción estocástica fue propuesta simultáneamente, pero de manera independiente por Aigner, Lovell y Schmidt (1977) y Meeusen van der Broeck (1977). El uso de la función de producción para la estimación de la frontera estocástica viene motivado por la idea de que las desviaciones con respecto a la frontera pueden no estar enteramente bajo el control de la empresa analizada.

Siguiendo a Forsund, Lovell y Schmidt (1980), Bauer (1990) y Greene (1993), la expresión original de la función de producción se desarrolló para datos de corte transversal con un término de error con dos componentes que se definen como la medición del efecto aleatorio (v_i) y la ineficiencia técnica (u_i).

$$Y_i = \beta X_i + (V_i - U_i)$$

Donde y_i es el producto o variable dependiente de la empresa i ; β es el vector de los parámetros a estimar; x_i es el vector $k \times 1$ de la cantidad de input de la firma i ; V_i es la variable aleatoria $i. i. d \sim N(0, \sigma_v^2)$, U_i son las variables aleatorias no negativas que se suponen que registran la ineficiencia técnica y son $i. i. d \sim |N(0, \sigma_u^2)|$.

Entonces, la estimación del modelo con datos de corte transversal se realiza mediante dos metodologías:

1. Efectos fijos, éste considera a la ineficiencia técnica como un efecto individual empresarial que puede considerarse correlacionado con los inputs. El modelo no especifica ningún supuesto distribucional sobre la eficiencia, siendo el único supuesto implícito que la ineficiencia es siempre mayor o igual a cero, según Kumbhakar y Lovell (2000).
2. Los efectos aleatorios, asumen que U_j es una variable aleatoria que no se encuentra correlacionada con las variables explicativas, con una media y una varianza constante.

1.4.1.2 Series de Tiempo

Cuando no se cuenta con un marco teórico conceptual que explique la forma en que se desarrolla un fenómeno, las variables que intervienen, la magnitud y forma en que se vinculan es posible generar un modelo de regresión, el cual especificará y cuantificará

el grado de asociación de cada una de las variables explicativas con el fenómeno. No obstante, cuando se desconoce que variables explicativas influyen y la forma en que se relaciona, se puede recurrir al análisis de series de tiempo como una aproximación al conocimiento del fenómeno, como afirman Rendón y Morales (1993).

Bajo este contexto, el análisis sólo es posible si la información es cuantitativa, ya que este método opera con conjuntos de datos registrados en forma ordenada a intervalos fijos respecto al tiempo, tomándolo como referencia y, sin incluir la influencia directa de posibles variantes explicativas. Además, supone que existe un sistema causal expresado a través del tiempo, el cual determina las observaciones de las variables.

El método de series de tiempo pretende identificar patrones que permitan explicar el comportamiento del fenómeno de estudio y, una vez identificados pueden ser utilizados para describir el comportamiento de la variable y pronosticar futuras observaciones.

El procedimiento más común para efectuar el análisis es el clásico; esta técnica supone que los fenómenos están en función del tiempo. Rendón y Morales (1993) sostienen que, si se identifica con la letra “Y” al fenómeno de estudio expresado a través de una variable y con “T” a la variable tiempo, la relación puede expresarse como:

$$Y = f(T)$$

donde “Y” es el fenómeno a estudiar o variable dependiente y “T” es la variable explicativa o independiente.

Este método, también conocido como descomposición de factores, supone que cada variable evoluciona de acuerdo con un patrón desconocido que está determinado por n factores en el tiempo. Ahora, con la finalidad de simplificar la determinación de los factores que influyen y conocer el patrón de evolución del fenómeno, los primeros se resumen en cuatro componentes y se construyen dos patrones:

Los componentes son:

1. *La tendencia* (T_0T_1). Señala el movimiento de largo plazo de la serie en forma uniforme.

2. *La variación estacional* (E_0T_2). Representa los movimientos a corto plazo que se repiten periódicamente con cierta regularidad. Su periodo de repetición puede ser anual, mensual o semanal.

3. *Variación cíclica* (C_pT_3). Indica las contracciones y expansiones de la serie alrededor de la tendencia en el mediano plazo. Las variaciones cíclicas son de naturaleza periódica y semirregular. La repetición de sus movimientos se puede dar en periodos que oscilan entre uno y cinco años.

4. *La variación irregular* (I_0T_4). Representa los movimientos instantáneos no previstos que resultan de eventos como incendios, huelgas, sismos, inundaciones, accidentes, etc., así como de otros factores determinantes no considerados en los componentes anteriores.

Siguiendo a Rendón y Morales (1993), la tendencia que se obtiene en el análisis de las series de tiempo muestra el comportamiento promedio de la evolución de un fenómeno en el largo plazo. Al graficarse, se obtiene una línea entre la distribución de la información real. La diferencia que se presenta entre cada observación y su estimación se conoce como error de estimación. Al multiplicar los valores estimados de la tendencia por los coeficientes de las variaciones se alcanza el valor observado, con ello el error de la tendencia es sustancialmente eliminado puesto que se están considerando el total de determinantes que influyen en el fenómeno a través del tiempo.

Los modelos en series de tiempo se clasifican en:

1. *Aditivo*. Los componentes se suman.

$$Y = F(T)$$

$$Y = F(T1 + T2 + T3 + T4)$$

$$Y = f(T1) + f(T2) + F(T3) + F(T4)$$

$$Y = T + E + C + I$$

Este modelo es utilizado en el análisis de fenómenos que parten de suponer o de conocer la existencia de relaciones agregativas, expresadas en el tiempo.

2. *Multiplicativo*. Los factores se relacionan como:

$$Y = f(T)$$

$$Y = f(T1.T2.T3.T4)$$

$$Y = f(T1)f(T2)f(T3)f(T4)$$

$$Y = T.E.C.I$$

Esta técnica se utiliza cuando las relaciones se consideran multiplicativas. La selección del modelo finalmente es determinada por el grado de éxito logrado por el analista al evaluar el fenómeno.

1.4.1.3 Datos en Panel

Los datos en panel hacen referencia a la combinación de datos de serie temporal con datos de sección cruzada. El uso de estos permite un correcto tratamiento de la heterogeneidad de acuerdo con Hsiao (1986), una mayor flexibilidad y la consideración de los cambios producidos por las empresas con el paso del tiempo, como describe Greene (1998).

La estimación del modelo con datos de panel permite corregir la inconsistencia en las estimaciones de la eficiencia y la no independencia de los regresores. No obstante, Schimdt y Sickles (1984) consideran los siguientes puntos:

1. La ineficiencia técnica de una empresa en particular puede ser estimada pero no de manera consistente.
2. La estimación del modelo requiere una especificación arbitraria de las distribuciones de los parámetros de ruido y de ineficiencia.
3. El supuesto de que la ineficiencia es independiente de los regresores puede no ser correcto en algunas situaciones.

Por su parte, Battese y Coelli (1988) afirman que la frontera estocástica puede utilizarse en los modelos de datos de panel siempre y cuando se realicen las adaptaciones necesarias.

Así, existen algunos modelos que permiten realizar estimaciones cuando se trabaja con una muestra de datos de panel:

- a) Modelo de Schmidt y Sickles (1984). El uso de este modelo permite solucionar aquellos problemas asociados a la estimación con datos de corte transversal, es decir, permite una mayor precisión en la estimación.
- b) Modelo de Battese y Coelli (1988). Este modelo proporciona estimadores consistentes. La principal ventaja de este método es que proporciona el estimado R insesgado mínima varianza.
- c) Modelo de Cornwell, Schmidt y Sickles (1990). Este hace posible que la (in)eficiencia varíe en el tiempo, por lo que reduce el supuesto de eficiencia invariante en el tiempo sin perder las ventajas derivadas de un panel de datos.
- d) Modelo de Battese y Coelli (1992). Este modelo utiliza datos de panel y variables normales truncadas. Una ventaja de este modelo es que el panel no necesariamente tiene que estar completo o balanceado.
- e) Modelo de Battese y Coelli (1995). Este modelo permite que los índices de eficiencia técnica estimados varíen en el tiempo y trata de explicar los distintos niveles de eficiencia que se obtiene en las empresas de un sector. Una práctica habitual es el análisis en dos etapas: la primera, usa cualquiera de los modelos expuestos hasta ahora para la obtención de la eficiencia técnica y, la segunda, realiza una nueva regresión entre dichos índices y un conjunto de nuevas variables explicativas.

Cabe señalar que existen dos métodos para la estimación que trabajan con datos de panel:

1. Modelos que utilizan las técnicas tradicionales de los modelos de datos de panel

El modelo tradicional presentado por Cornwell, Schmidt y Sickles (1990) es formulado como,

$$y_{it} = \beta_t + \beta x'_{ji} + v_{jt} - u_j = \beta_t + \beta x'_{jt} + v_{jt}$$

donde β_t es el término independiente que es común, en cada periodo, a todas las empresas. La estimación de los parámetros se realiza mediante efectos fijos o efectos aleatorios.

2. Modelos que utilizan el estimador de máxima verosimilitud

Supone que el ruido es una variable aleatoria que sigue una distribución normal de media cero y varianza constante, donde el término de ineficiencia está definido como,

$$u_{it} = \beta(t).u_j$$

donde u_{it} es una variable. Donde el modelo es estimado mediante la máxima verosimilitud.

1.4.1.4 Fronteras Estocásticas

Este método también conocido como frontera econométrica, recibe un importante impulso gracias a los trabajos de Aigner, Lovell y Schmidt (1977) y Meeusen y van den Broeck (1977). Es un sistema utilizado para modelar el comportamiento del productor y su procedimiento es estimar una frontera de costos o beneficios que depende de los insumos, los productos y los factores del entorno. Su metodología econométrica permite que las desviaciones de los beneficios o costos observados para una determinada firma de nivel óptimo sean capturados por el término de error, el cual es descompuesto en ruido estadístico e ineficiencia.

De manera general, el error aleatorio incluye efectos aleatorios y errores en la medición, asimismo, se caracteriza por valores positivos y negativos en contraste con el término de ineficiencia, la cual se identifica por una distribución representada como el valor

absoluto de una distribución normal. Además, la ineficiencia es una medida relativa a la medida relativa a la frontera estimada, por lo tanto, el grado de la medida de ineficiencia será sensible al supuesto de distribución para el término de error.

Finalmente, la diferencia entre el modelo de frontera estocástica y el modelo estándar econométrico es la adición al término estocástico de una variable aleatoria distribuida en un solo lado, también, considera la cantidad por la cual el producto observado es menor al producto potencial, medida que representa la ineficiencia técnica en el sentido de Farrell (1957).

1.4.2 Métodos no Paramétricos

El principal motivo de la literatura de eficiencia no paramétrica es proporcionar una medida del rendimiento mediante la obtención de la frontera eficiente y la ineficiencia; la primera se obtiene maximizando el output dado el nivel de inputs si se utiliza una orientación output, y minimizando el input dado el nivel de outputs si se utiliza orientación input; mientras tanto, la segunda estimación depende de la orientación utilizada y es calculada como la distancia a la frontera de cada empresa evaluada, comparándose cada empresa con otra tecnológicamente similar.

En esta perspectiva se implementan efectivamente las medidas de eficiencia desarrolladas por Farrell (1957) a través de métodos de programación lineal, denominados como Análisis Envolvente de Datos. Siguiendo a Farrell, la eficiencia de una unidad de decisión (DMU) está constituida por la eficiencia técnica, la cual refleja la capacidad de conseguir el máximo output para un conjunto dado de inputs y por, la eficiencia en precios o asignativa, lo que refleja la capacidad de obtener los inputs en proporciones óptimas, dados los precios. Por ello, este método está centrado en las medidas de eficiencia output-orientadas, con el objeto de conocer que tanto se puede ampliar el output sin alterar la cantidad de inputs.

1.4.2.1 Análisis DEA

El Análisis Envolvente de Datos, nombre proveniente del término inglés DEA (Data Envelopment Analysis), es una técnica de medida de la eficiencia basada en la

programación lineal que surge con el objeto de conseguir una herramienta para medir la eficiencia de unidades productivas o unidades de toma de decisión. Sus operaciones están caracterizadas por tener entradas (inputs) y salidas (outputs) multidimensionales según Charnes, Cooper y Rhodes (1978).

La evaluación de la eficiencia, a través de la técnica DEA, puede realizarse a través de la aplicación de diferentes métodos. La elección del método más apropiado a aplicar al objeto de estudio implica especificar el tipo de rendimientos de escala que muestra la tecnología de producción y la orientación del modelo (maximización de outputs o minimización de inputs). Este método no paramétrico se destaca principalmente por dos motivos: su mayor estandarización porque permite considerar múltiples inputs y outputs; además, se realizan dos procesos simultáneos gracias al uso de algoritmos que permiten la obtención de la frontera eficiente y la estimación de la ineficiencia. Así, se concluye que el análisis DEA, permite estudiar la eficiencia de una empresa en relación con el comportamiento de otras empresas similares, a partir de la construcción de la frontera eficiente mediante aproximaciones no paramétricas.

En el trabajo de Quindós, Rubiera y Vicente (2003) se presenta un estudio de la eficiencia técnica de las empresas de servicios avanzados, en el cual se usa el análisis DEA con orientación output. Larsson y Telle (2008), aplican el método DEA para realizar una investigación del efecto de la aplicación de las reducciones de emisiones y los costos de las industrias de fabricación de Noruega. En el mismo año, Martín (2008) muestra un estudio del grado de eficiencia técnica con múltiples inputs y outputs.

Algunos de los artículos más recientes relacionados con este método son, el de Guzmán, Hurtado y Ramos (2013) quienes evalúan la eficiencia del sector de la economía social en Austria con base en una orientación output; Herrera (2012), quien presenta criterios de elección de progreso técnico del sector manufacturero calculados con rendimientos variables y finalmente, Becerril, Díaz y del Moral (2013) muestran un análisis de frontera tecnológica para México.

1.5 Conclusiones

Tal como se observó a lo largo de este capítulo, el análisis sobre el concepto de eficiencia es relevante debido a que permite conocer el uso que tienen los factores productivos en las empresas y en diferentes actividades económicas, por lo que los economistas están plenamente involucrados. El capítulo presentado ha definido a la eficiencia como la distribución adecuada de los medios empleados con relación a los fines obtenidos, los cuales dependerán de la calidad de los factores y del conocimiento humano en los procesos productivos.

Cabe señalar que la indagación acerca de la literatura precursora del tema según Farrell (1957) proporciona las bases teóricas en las que se hace una distinción entre eficiencia técnica y asignativa; sin embargo, en esta investigación sólo se considerará a la eficiencia técnica. El primer concepto hace referencia al rendimiento que puede alcanzar una determinada unidad económica de decisión (DMU) respecto a su conjunto de posibilidades de producción de acuerdo con la tecnología existente, lo que permite determinar si el nivel productivo es logrado a través del menor consumo de recursos o gracias a la minimización del costo de producción. Así pues, Farrell (1957) plantea una medida de eficiencia de las industrias a partir de una función que contiene la eficiencia relativa de diversas unidades productivas, calculando una frontera no paramétrica y recomendando una isocuanta no paramétrica lineal por tramos que deba ser convexa, que no tenga pendiente positiva y que cuente con rendimientos constantes a escala.

Siguiendo este contexto, la literatura ha mostrado los métodos utilizados para la obtención de la eficiencia y productividad. La obtención de la primera se realiza mediante el análisis envolvente de datos (DEA) y el análisis de fronteras estocásticas, éste último será la vertiente de la cual se partirá para el desarrollo de esta investigación. Finalmente, la obtención de la frontera eficiente es estimada a través de la maximización del output dado el nivel de inputs si se utiliza orientación output y minimizando el input dado el nivel de outputs si se utiliza orientación input.

1.6 Referencias

Aigner, D. J. y Chu, S. F., (1968). "On estimating the industry production function", *The American Economic Review*, 58(4), pp.826-839.

Aigner, D. J., Lovell, C. A. L. y Schmidt, P., (1977). "Formulation and estimation of stochastic frontier production function models". *Journal of Econometrics*, 6(1), pp.21-37.

Álvarez-Pinilla, A. y Orea-Sánchez, L. (2001). Descomposición del crecimiento de la productividad. Una aplicación a las regiones españolas". XXIX. Reunión de Estudios Regionales.

Álvarez, I., Becerril Torres, O, de Moral Barrera, L. E. y Vergara González, R., 2008. Aplicación del Data Envelopment Analysis a la delimitación de la frontera tecnológica en México (1970-2003). *Enlaces: revista del CES Felipe II*, Enero-Junio, Issue 8-1, pp-1-18.

Arrow, K. J., Chenery, H. B., Minhas, B. S. y Solow, R. M. (1961). "Capital-labor substitution and economic efficiency", *The Review of Economics and Statistics*, pp. 225-250.

Banker, R. D., Charnes, A. y Cooper, W. W., (1984). Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis. *Management Science*, Volume 30, pp. 1078-1092.

Battese, G. E. y Coelli, T. J., (1992). Frontier Production Functions, Technical Efficiency and Panel Data: With Application to Paddy Farmers in India. *The Journal of Productivity Analysis*, 3(1-2), pp. 153-169.

Battese, G. E. y Coelli, T. J., (1995). A model for Technical Inefficiency Effects in a Stochastic Frontier Production Function for Panel Data. *Empirical Economics*, 20(2), pp. 153-169.

Bauer, P. W. (1990). "Recent developments in the Econometrics Estimation of Frontiers", *Journal of Econometrics*, 46, pp.39-56.

Becerril Torres, Osvaldo U.; Álvarez Ayuso, Inmaculada C.; Vergara González, Reyna, (2007). Disparidades en eficiencia técnica y Convergencia en eficiencia en México: un

Análisis De frontera. Quivera, vol. 9, núm. 2, pp. 131-154. Universidad Autónoma del Estado de México. Toluca, México.

Becerril Torres O., Díaz Carreño, M. Á., y del Moral Barrera, L. E. (2013). Frontera Tecnológica y productividad Total de los Factores de las Regiones de México. *Región y Sociedad*, 26(57), pp. 5-26.

Bhattacharyya, A. y Glover, T. E., 1993. Profit Inefficiency of Indian Farms: A System Approach. *The Journal of Productivity Analysis*, Volume 4, pp. 391-416.

Canning, D. y Bennathan, E. (2000). "The social rate of return on infrastructure investemnts", *World Bank Policy Research Working Paper*, (2390).

Caves, D. W., Christensen, L. R. y Diewert, W. E., (1982). The theory of index numbers and the measurement of input, output and productivity. *Econometrica*, 50(6), pp. 1393-1414.

Charnes, A., Cooper, W. W. y Rhodes, E., (1978). Measuring the Efficiency on Decision Making Units. *European Journal of Operationa Research*, Issue 2, pp. 429-444.

Cobb, C. W. y Douglas, P. H. (1928). "A Theory of Production". *The American Economic Review*, 18(1), pp. 139-165.

Cornwell, C., Schmidt, P. y Sickles, R. C. (1990). "Production Frontiers with Cross-Sectional and Time-Series variation in Efficiency Levels". *Jorunal of Econometrics*, 46, pp.185-200.

Cuesta, R. A., (2000). A Production Model With Firm-Specific Teporal Variation in Technical Inefficiency: With Application to Spanish Dairy Farms. *Journal of Productivity Analysis*, Volume 13, pp. 139-158.

Farrell, M. J., (1957). The Measurement of Productive Efficiency. *Jorunal of the Royal Statistic Society*, CXX(III).

Farsi, M., Filippini, M. y Greene, W., 2005. Efficiency Measurement on Network Industries: Application to the Swiss Railway Companies. *Journal of Regulatory Economics*, 28(1), pp. 69-90.

Forsund, F. R., Lovell C. A. y Schmidt, P. (1980). "A survey of frontier production functions and of their relationship to efficiency measurement". *Journal of econometrics*, 13(1), pp. 5-25.

Galicia-Palacios, A.; Flores-Ortega, M.; Coria Páez, Ana L., (2015). Fronteras de eficiencia en la producción de electricidad en México 1999-2009. *Análisis Económico*, vol. XXX, núm. 75, spp. 113-138. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco. Distrito Federal, México.

González Guerrero E. I., (2003). Reseña de "La medición de la eficiencia y productividad" de Antonio Álvarez Pinilla. *Investigaciones Regionales – Journal of Regional Research*, 82), pp. 203-207.

Greene, W. (2008). "Econometric Analysis", Prentice Hall, 6th Edition.

Herrera Rendón-Nebel, M. T., (2012). Eficiencia Técnica y empleo: criterios de elección de progreso técnico en el sector manufacturero de México. *Análisis Económico*, XXVII(66), pp. 149-196.

Kaldor, N. (1966). "Causes of the Slow Rate of Economic Growth in the United Kingdom". Cambridge, Cambridge University Press.

Kim, S. y Han, G., (2001). A Decomposition of Total Factor Productivity Growth in Korean Manufacturing Industries: A Stochastic Frontier Approach. *Journal of Productivity Analysis*, Volume 16, pp. 269-281.

Kmenta, J. (1967). "On estimation of the CES production function". *International Economic Review*, 8(2), pp. 180-189.

Kumbhakar, S. C. y Lovell, C. (2000). "Stochastic Frontier Analysis. Cambridge: Cambridge University Press.

Kumbhakar, S. C. y Wang, H. (2005). "Estimation of growth convergence using a stochastic production frontier approach". *Economic Letters*, 88, pp. 300-305.

Larsson, J. y Telle, K., (2008). Consequences of the IPPC's BAT Requirements for Emissions and Abatement Costs: A DEA Analysis on Norwegian Data. *Environmental and Resource Economics*, 41(4), pp.563-578.

Martín, R., (2008). La medición de la Eficiencia Universitaria: Una Aplicación del Análisis Envolvente de Datos. *Formación Universitaria*, 1(2), pp. 17-26.

Meeusen, W. y Van den Broeck, J. (1977). "Efficiency estimation from Cobb-Douglas production functions with composed error". *International economic review*, pp. 434-444.

Quindós Morán, M. d. P., Rubiera Morollón, F. y Vicente Cuervo, M. R., (2003). Análisis envolvente de datos: una aplicación al sector de los servicios avanzados a las empresas del Principado de Asturias. ASEPUMA. *Asociación Española de Profesores Universitarios de Matemáticas aplicadas a la Economía y la Empresa*.

Rendón Trejo A., Morales Alquitira A. (1993). Las series de tiempo en el estudio de los fenómenos sociales. *Política y Cultura*, (3), pp. 409-422.

Villamil, J. A., 2003. Productividad y cambio tecnológico en la industria colombiana. *Economía y Desarrollo*, Marzo, 2(1), pp. 151-167.

Capítulo 2. Marco Contextual de la Industria Manufacturera en México

2.1 Introducción

Actualmente, la economía mexicana ha estado caracterizada por problemas estructurales, como el irregular crecimiento económico. Bajo esta vertiente, los economistas han considerado relevante realizar estudios orientados a la transformación de recursos o factores productivos, con el objetivo de comprender de una mejor manera la estructura nacional en cuanto al sector secundario. Por ello, este trabajo de tesis tiene base en este contexto.

Es bien sabido que la industria manufacturera forma parte fundamental del crecimiento económico de México. En este aspecto, se podría afirmar que, si se hablara sobre la existencia de la eficiencia técnica dentro del sector manufacturero, esto se relacionaría con un alto crecimiento económico en el país.

Gracias a la historia económica de México, se obtuvieron elementos que facilitan la creencia de que las actividades industriales y manufactureras son aquellas que determinan la evolución del crecimiento relacionado al producto global. De acuerdo con la teoría kaldoriana, las actividades en las que una economía concentra su producción son las manufactureras, ya que estas postergan o apresuran la marcha de la economía. Sin manufacturas, el crecimiento del resto de los sectores descendería, según Sánchez (2011).

Coexisten al menos dos maneras de comprender la naturaleza del crecimiento: la primera hace referencia a la corriente heterodoxa, la cual considera que el crecimiento agregado está relacionado a la tasa de expansión del sector con las características más favorables para el crecimiento; y la segunda, es la corriente neoclásica, que construye modelos agregados sin importar la distinción entre sectores. Partiendo de la primera perspectiva, esta tesis propone que el crecimiento puede ser fundamentado por el desarrollo del sector industrial, y de forma particular, por las manufacturas, siendo estas las que, a partir de su eficiencia técnica óptima, y sin ineficiencias, fomentan al crecimiento económico.

Según Kaldor (1966), la expansión del sector manufacturero es concebida como la fuerza principal del crecimiento económico. La expansión se conduce en una primera

etapa por la demanda proveniente del sector agrícola, para posteriormente relacionarse con el crecimiento de las exportaciones.

Por lo anterior, Kaldor (1966) estableció formalmente un modelo de crecimiento regido bajo tres planteamientos, que más tarde serían conocidas como las leyes de Kaldor: la primera, indica que los cambios en la producción total pueden explicarse por los cambios de la producción manufacturera; es la hipótesis de la industria manufacturera como motor del crecimiento. La segunda, considera que la productividad manufacturera es endógena y se explica por la producción de ese sector, gracias a los rendimientos a escala dinámicos y estáticos. La tercera implica que, existe una relación de causalidad positiva entre la producción manufacturera y el crecimiento de la productividad fuera del sector manufacturero, debido a los rendimientos decrecientes en la agricultura y en otras actividades poco relevantes del sector servicios que ofertan trabajo al sector industrial.

No obstante, el desarrollo industrial requiere intervención del Estado con el objetivo de que este proceso sea eficiente, es decir, de modo que vayan surgiendo ramas productivas como industria pesada y/o de alta tecnología.

Por otra parte, para explicar el hecho de que, a mayor crecimiento del producto manufacturero relativo al producto total, éste último parece crecer más rápido, Young (1928) menciona la existencia de rendimientos crecientes estáticos y dinámicos en la industria manufacturera, los primeros están relacionados con el tamaño y escala de las unidades de producción, mientras que los rendimientos dinámicos se derivan del progreso técnico “inducido”, el aprendizaje por la experiencia y las economías externas a la producción, éstos últimos resultan esenciales ya que su carácter macroeconómico convierte al sector industrial en motor del crecimiento.

Bajo la anterior vertiente, de acuerdo con Thirlwall (2003), si se considera que las diferencias en las tasas de crecimiento se explican en gran parte por las diferencias en el crecimiento de la productividad del trabajo, entonces siempre que el producto manufacturero y el empleo se expanden, se absorbe mano de obra de sectores que tienen desempleo abierto o subempleo; así, la transferencia de trabajo a las

manufacturas no causará una disminución en el producto de esos sectores y el crecimiento de la productividad aumenta fuera del sector manufacturero.

En este contexto, Sánchez (2011, 2012) y Cruz (2014) coinciden en señalar que el problema del bajo crecimiento económico en México obedece a la ausencia de dinámica en el sector manufacturero.

Por lo tanto, a continuación, se enuncian las tres leyes del crecimiento endógeno de Kaldor.

Primera ley de Kaldor

De manera formal, una fuerte relación de causalidad que va del crecimiento del producto manufacturero al crecimiento del PIB, se puede expresar como:

$$g_y = c + dg_m$$

donde, g_y es la tasa de crecimiento del PIB y g_m la tasa de crecimiento de las manufacturas.

Derivado de que Kaldor consideraba que la correlación era significativa y que no podía atribuir al hecho de que la producción industrial hace parte del PIB, propuso dos motivos que apoyarían a esta ley: la reasignación de recursos subutilizados en el sector primario o de servicios, donde había desempleo disfrazado o subempleo y menor productividad, lo que permitía incrementar la producción sin reducir la oferta de los demás sectores.

Segunda ley de Kaldor

Existe una fuerte relación positiva entre el crecimiento de la productividad en la industria manufacturera y la tasa de crecimiento del producto. De acuerdo con Kaldor (1966):

$$P_m = a + bg_m$$

donde p_m es el crecimiento de la productividad laboral manufacturera, b es el coeficiente de Verdoorn ($0 < b < 1$) y g_m la tasa de crecimiento del PIB manufacturero.

La anterior relación es también conocida como ley de Verdoorn (1949), que expresa una relación de largo plazo entre las tasas de crecimiento de la productividad y de la producción. Un coeficiente menor que 1 indica existencia de rendimientos crecientes a escala. El punto controversial es la relación de causalidad.

Más tarde, Kaldor (1975) menciona que la variable independiente era la producción, que a su vez está determinada por la demanda del sector agropecuario en una primera fase del desarrollo y por las exportaciones en una etapa avanzada de la industrialización. Así que, tanto la primera como la segunda ley capturan el hecho de que tanto el progreso tecnológico como el crecimiento de la productividad están limitados a la manufactura, ya que está sujeta a los rendimientos crecientes.

Tercera ley de Kaldor

Cuanto más rápido es el crecimiento del producto manufacturero más rápida es la tasa de transferencia de trabajo de los sectores no manufactureros a la industria, de modo que el crecimiento de la productividad total de la economía está relacionado de forma positiva con el crecimiento del producto y del empleo manufacturero, y correlacionado negativamente con el crecimiento del empleo fuera del sector manufacturero. Formalmente expresado como:

$$P_{tot} = c + kg_m - e_{nm}$$

donde, P_{tot} es la tasa de crecimiento de la productividad total, g_m la tasa de crecimiento del PIB manufacturero y e_{nm} la tasa de crecimiento del empleo en los sectores no manufactureros.

En resumen, el modelo kaldoriano asume que la industria manufacturera es el motor de crecimiento, lo que es explicado por la presencia de rendimientos crecientes estáticos y dinámicos en dichas actividades. Una rápida tasa de crecimiento del producto industrial manufacturero tenderá a establecer un proceso acumulativo o círculo virtuoso del crecimiento derivado del vínculo entre el crecimiento del producto y la productividad manufacturera. Por el contrario de la anterior situación, se establecerá un círculo vicioso de estancamiento o bajas tasas de crecimiento económico.

Como se ha observado, el sector manufacturero tiene mayor importancia al ser el sector más destacado de la actividad económica gracias a la presencia de los rendimientos crecientes. El crecimiento de este sector, como menciona Sánchez (2011), produce externalidades y encadenamientos al resto del sistema, por lo que, sin la existencia de manufacturas, el crecimiento del resto de los sectores se reduciría.

Una vez explicada la importancia de realizar un análisis del sector manufacturero y de la eficiencia de este para tener un criterio del objeto de estudio de esta tesis, en el siguiente apartado se analiza el comportamiento de la economía mexicana para el periodo de 1990 – 2019 teniendo como base los informes anuales publicados por Banxico correspondientes a los años previamente mencionados; así como un análisis del sector manufacturero mexicano.

El análisis también considera una perspectiva al nivel de los 21 subsectores, siendo el 311-Industria alimentaria, 324-Fabricación de productos derivados del petróleo y del carbón y, 336-Fabricación de equipo de transporte los más importantes respecto a la eficiencia técnica. Las variables consideradas en el estudio son el producto, representado por la Producción en valores básicos; la inversión, a través de la Formación Bruta de Capital Fijo y del Acervo de Capital y, el empleo que hace alusión a la remuneración de asalariados.

2.2 Comportamiento del sector manufacturero en la economía mexicana

Es conveniente mencionar de manera breve la historia económica mexicana, ya que, desde una perspectiva de largo plazo, existe un estancamiento o bajas tasas de crecimiento de la producción. Cabe destacar que, a pesar de que en el periodo de 1996–2000 y 2006 se registraron significativos aumentos en la actividad económica, estos resultaron insuficientes para lograr altos niveles de eficiencia técnica en el sector manufacturero.

En resumen, a lo largo de las diversas fases de alto y bajo crecimiento por las que ha atravesado la historia económica de México, particularmente de 1990 al presente, los moderados niveles han permitido generar las condiciones necesarias que permitan enfrentar los obstáculos que dificultan alcanzar un óptimo desarrollo económico del

país, por ejemplo, no ha sido posible generar el número de empleos requeridos para una población que cada año va en aumento, según Calderón y Sánchez (2012).

A raíz de la apertura y del impulso al comercio, la desarticulación de las cadenas productivas y un menor crecimiento en el país se hicieron notar, situación que puso en evidencia las debilidades del sector exportador y la gran relación de dependencia de México con la economía de Estados Unidos.

De acuerdo con Banxico (2014), desde la firma del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN), la economía mexicana ha tendido a seguir de cerca los movimientos de la economía estadounidense. Ello parecería ser consecuencia de la mayor integración comercial y productiva entre ambos países, lo que ha conducido a que sus respectivos sectores manufactureros compartan tanto una tendencia de largo plazo común, como un mismo componente cíclico.

Siguiendo a Chiquiar y Ramos (2005), con el TLCAN se consolidó el comercio de manufacturas, que ha sido predominantemente intra-industrial y se ha derivado de la formación de diversos arreglos de producción compartida entre estos países. Esta integración vertical dio origen a un incremento en el comercio de los dos países, a una respuesta similar de los sectores manufactureros de cada país a choques de demanda por productos manufacturados, y a una fuerte vinculación entre dichos sectores a lo largo de la cadena productiva.

Siguiendo a Villarreal, Vázquez y López (2017), la falta de crecimiento en México se explica por la incapacidad de las políticas de liberalización aplicadas, desde mediados de los ochenta, para impulsar el proceso de acumulación de capital y, que la industrialización debe ser concebida como un proceso de causalidad acumulativa, resultado de un aparato productivo fortalecido. En el caso mexicano, las políticas de liberalización comercial tan sólo favorecieron al proceso de acumulación de sus socios comerciales como a Estados Unidos y Canadá, en detrimento de su propio desarrollo económico nacional.

De acuerdo con Martínez (2004), en un enfoque ortodoxo, la liberalización y el crecimiento generaron mayor crecimiento e inversión; sin embargo, las insuficientes reformas estructurales y la escasez de crédito llevaron a menores niveles de

exportaciones. Las políticas industriales y comerciales aplicadas desde el expresidente Carlos Salinas de Gortari hasta el expresidente Felipe Calderón, sólo han considerado el objetivo de abolir los obstáculos que impiden la eficiente asignación de recursos bajo el panorama de una economía de libre mercado.

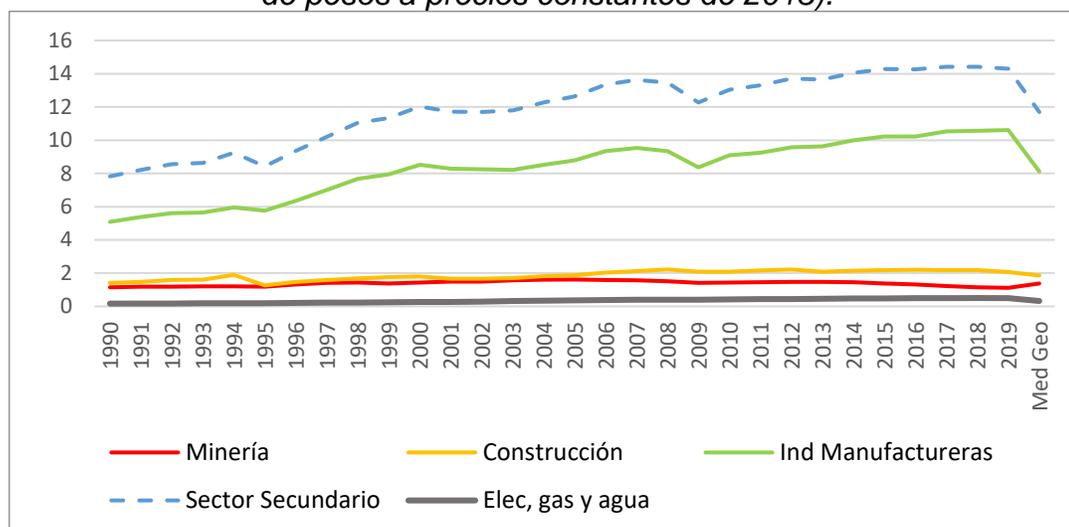
Como mencionan Sánchez y Calderón (2011), a pesar de la privatización prevalece la deficiencia estructural e insuficiencia dinámica de la acumulación de capital en el sector manufacturero, mientras que el comercio y los servicios han aumentado su importancia en la economía. Así, con base en lo expuesto anteriormente, el lento crecimiento económico es de carácter estructural y está vinculado a la falta de vigor en el crecimiento de la producción manufacturera, así como a la ausencia del progreso técnico.

Respecto al comportamiento del sector manufacturero durante el periodo de estudio, éste mostró una pérdida de dinamismo, por ello, la relevancia del análisis del tema radica en que las industrias manufactureras son las responsables del progreso económico en México.

En el Gráfico 3, se observa en general una tendencia creciente en los niveles de producción de las industrias manufactureras con algunas caídas destacadas, situación que se refleja en un comportamiento similar de los niveles del sector secundario en general. Por otra parte, la minería y la construcción mostraron niveles muy bajos de producción con una tendencia constante. Lo anterior, permite afirmar que la mayor participación en el sector secundario es propiedad de la industria manufacturera.

De manera destacada, en 1995 y 2009, los niveles de producción se vieron afectados por las crisis económicas y la contracción de la demanda externa que afectaron a las industrias manufactureras, por lo que los valores básicos de la producción del sector secundario resultaron en 8, 415, 046 millones de pesos y 12, 274, 712 millones de pesos respectivamente.

Gráfico 3. Producción en valores básicos del sector secundario, 1990-2019. (millones de pesos a precios constantes de 2013).



Fuente: Elaboración propia con datos de Proyecto KLEMS (2020) INEGI

Cabe señalar que las divisiones de la industria manufacturera más dinámicas en el periodo 1990-2019 fueron: Industria alimentaria, Fabricación de equipo de transporte y Fabricación de productos derivados del petróleo y del carbón. Los periodos con mayor dinamismo para la industria en su conjunto fueron entre 2000–2007 y 2017-2019.

Derivado del proceso de globalización económica y la evolución favorable de la economía mexicana, la expectativa de un entorno externo propicio pronosticaba que la expansión económica continuaría en el 2000. Si bien a lo largo de 1999 prevaleció una incertidumbre respecto a la posibilidad de una recesión en la economía norteamericana, la influencia del entorno internacional sobre las cuentas externas de la economía mexicana resultó positiva. Un elemento fundamental para la expansión de la economía fue la evolución positiva de las exportaciones, según Banxico (2001).

En lo correspondiente al empleo, el Gráfico 4 muestra el comportamiento creciente relacionado a la remuneración de asalariados respecto a la industria manufacturera, la cual muestra un aumento de dinamismo y que, con base a la hipótesis de trabajo planteada se aceptará o no la posibilidad de que el sector manufacturero optimiza del uso de los factores de producción con el objetivo de incrementar la eficiencia técnica.

Gráfico 4. Remuneración de asalariados de la industria manufacturera, 1990-2019. (millones de pesos a precios corrientes de 2013).



Fuente: Elaboración propia con datos de Proyecto KLEMS (2020) INEGI

Las cuatro ramas que conforman al sector industrial (minería; electricidad, gas y agua; construcción y manufacturas) se caracterizaron por una tendencia ascendente en el año 2000. La expansión de la inversión tuvo origen en diversos factores, tales como un clima de negocios y nivel de confianza favorables durante la mayor parte de ese año y por avances en la eficiencia operativa de las empresas.

La destacable recuperación del sector manufacturero en 2008 se vio interrumpida por el deterioro de los mercados financieros internacionales. Ante la evolución de la inflación en México, el aumento de precios internacionales de las materias primas alimenticias, metálicas y energéticas, impactaron en la estructura de costos de producción de todos los sectores de la economía. Así, las exportaciones de bienes y servicios registraron una reducción de 8.8 por ciento en su tasa de crecimiento anual durante el último trimestre de ese año.

En 2009, el entorno internacional condujo a que México atravesara caídas en la demanda de las exportaciones manufactureras. Asimismo, el brote de influenza A(H1N1) fue un factor que acentuó el descenso de los niveles de actividad durante el segundo trimestre del año. En consecuencia, los niveles de actividad productiva disminuyeron 6.5 por ciento anual.

Los niveles de producción en 2019 resultaron de una reducción importante de la inflación; sin embargo, el PIB registró una ligera caída por cuarto trimestre consecutivo de 0.14%. La actividad económica fue reflejo de la contracción de la actividad industrial, especialmente por la evolución desfavorable en la fabricación de equipo de transporte debido a la suspensión de actividades en algunas armadoras de automóviles como consecuencia de la falta de suministros derivada de las huelgas en Estados Unidos.

Por consiguiente, para la realización de los respectivos cálculos con la finalidad de analizar la convergencia y la eficiencia técnica, se parte de un panel de datos que se compone de un momento en el tiempo con un año base 2013. Por lo que, a continuación, se presentan las características de la economía mexicana de 2013 que permitieron considerarlo como base; posteriormente, se muestran las pertenecientes a la etapa de 1990-2019 teniendo como base los informes anuales publicados por Banxico para cada uno de los años de estudio del periodo en cuestión.

Panorama general de la Economía Mexicana de 2013

Con base al informe anual publicado por Banxico (2014), la economía de Estados Unidos durante 2013 presentó una mejoría gradual apoyada en el fortalecimiento de la demanda interna y externa, de la misma manera, la producción manufacturera mostró una evolución positiva.

En resumen, la evolución descrita en la producción industrial del último trimestre del año tendió a reflejar el moderado dinamismo en el sector de la minería, ya que el sector manufacturero presentó cierto estancamiento y la industria de la construcción continuó presentando una trayectoria a la baja, aunque en noviembre del mismo año este sector registro un repunte, según Banxico (2014).

Siguiendo este contexto, los mercados financieros mostraron una mayor volatilidad ante la disminución de la compra de activos por parte de la Reserva Federal.

Cabe destacar que la economía recuperó sus niveles de actividad económica como consecuencia de un repunte en los indicadores de demanda interna relacionados con el consumo privado y el gasto público. En el cuarto trimestre del año, las exportaciones

manufactureras no automotrices dirigidas a Estados Unidos mantuvieron una trayectoria positiva.

Tal como menciona Banxico (2014) en el informe anual de 2013, dada la expansión de la economía, se observó una trayectoria positiva en los indicadores del mercado laboral. El número de trabajadores asegurados siguió mostrando una tendencia ascendente que contribuyó a que las tasas de desocupación nacional y urbana se redujeran a niveles mínimos: además, la tasa de informalidad laboral disminuyó de 58.9 por ciento en el periodo julio-septiembre de 2013, a 58.8 por ciento en el cuarto trimestre.

2.3 El sector manufacturero de México

Del anterior apartado, la información extraída de Banxico (2014) para el año 2013, permite caracterizar el comportamiento de la actividad económica mexicana y, bajo esta vertiente, dirigir al análisis hacia el sector manufacturero, ya que es considerada la actividad más importante del sector secundario, y objeto de estudio de esta tesis.

Las plantas primordiales del sector manufacturero comprenden las de fabricación de equipo electrónico y maquinaria, de transporte, fundidoras, plantas de empaque de alimentos, productores de algodón y papel, refinerías de petróleo, ingenios azucareros y plantas procesadoras de tabaco. Entre los productos industriales se encuentran los textiles, químicos, cerámica, cuero y piel, fertilizantes, hierro y acero, cemento y vidrio.

Con base a los informes publicados por Banxico, durante el periodo de estudio, los productos industriales y las industrias manufactureras mostraron un comportamiento como el que se describe a continuación.

En 1990, las manufacturas mostraron una tasa positiva de crecimiento del 5.2 por ciento. Las divisiones con mayor dinamismo fueron las de productos metálicos, maquinaria y equipo, y las industrias metálicas básicas. Este comportamiento debió sus niveles a las exportaciones. Por otra parte, la producción de textiles y prendas de vestir registraron un bajo crecimiento. La división de alimentos, bebidas y tabaco aumentó 3.1 por ciento; no obstante, se registró una disminución en la producción de azúcar, 11.4 por ciento. En el resto de las actividades destaca la producción de bebidas alcohólicas

con 19.3 por ciento y las frutas y legumbres con 29.8 por ciento. La producción de leche condensada, evaporada y en polvo mostró un aumento de 13.5 por ciento, según Banxico (1991).

En cuanto a la división de productos químicos derivados del petróleo, caucho y plástico, Banxico (1991) registró una evolución positiva de 3.1 por ciento, gracias al impulso de la petroquímica básica. También se registraron crecimientos en los productos de hule del 3.9 por ciento; otros productos químicos, 3.9 por ciento y, refinación de petróleo, 4.6 por ciento. Por otra parte, los productos de minerales no metálicos crecieron un 5.1 por ciento y las industrias metálicas básicas un 8.0 por ciento. Dentro de esas actividades, se destacó la producción de productos de asbesto, mosaicos, laminación secundaria de hierro y acero con 16.2, 26.3 y 11.8 por ciento respectivamente. Así mismo, la industria productora de envases de vidrio presentó un incremento de 12.9 por ciento.

Con base a la información obtenida en el año 2000, la evolución del sector industrial en el último trimestre de ese año, el componente manufacturero se vio influido por la desaceleración que presentó la economía norteamericana. El PIB de la industria manufacturera aumentó 7.1 por ciento. Uno de los sectores más relevantes por el valor de su producción fue el automotriz debido a la generación de empleos que provocó y a su gran contribución a las exportaciones totales. En el mismo año, el número de vehículos automotores producidos en el país creció 23.1 por ciento, las ventas internas de unidades 27.7 por ciento y las unidades exportadas 31.8 por ciento, de acuerdo con Banxico (2001).

Durante 2010, la producción manufacturera presentó un importante ritmo de expansión. Las exportaciones petroleras también presentaron un significativo aumento debido a los aumentos de los precios internacionales del petróleo y del volumen de crudo exportado, citando a Banxico (2011).

La información postulada por Banxico (2020) sobre la evolución de la actividad económica del sector manufacturero de 2019 permite saber que las exportaciones manufactureras disminuyeron desde la mitad del año como resultado de la contracción de exportaciones automotrices al resto del mundo. La menor producción y exportación automotriz de México estuvo relacionada con el cambio de líneas de producción en

diversas armadoras y huelgas por parte de la población económicamente activa en Estados Unidos. Además, de igual manera las exportaciones petroleras presentaron una contracción, esto debido a un menor precios de la mezcla mexicana.

En adición, otras de las actividades manufactureras que presentaron una evolución negativa y que contribuyeron a la debilidad del indicador fueron las industrias metálicas básicas, industria alimentaria, fabricación de prendas de vestir y fabricación de productos a base de minerales no metálicos. En oposición, los subsectores que tuvieron la mayor contribución favorable fueron la industria del plástico y del hule, la fabricación de equipo de generación eléctrica y aparatos electrónicos y, la fabricación de muebles y productos relacionados.

La alta participación del sector manufacturero justifica la importancia de estudiar al sector 31-33 Industrias Manufactureras, el principal motivo es que alrededor de la mitad del PIB proviene de este sector y sus actividades; por lo tanto, es imprescindible comprender el comportamiento de sus subsectores y que nos permita conocer si se está haciendo un óptimo uso de sus factores de producción, con el objeto de determinar la eficiencia técnica.

Como se ha mencionado, esta investigación pretende analizar la convergencia en la eficiencia técnica del sector manufacturero mexicano. Por lo tanto, en lo que respecta a México, el tema de eficiencia técnica no cuenta con suficientes estudios relacionados al sector manufacturero, de los cuales se pueden mencionar algunos trabajos existentes en la literatura como el de Rendón-Nebel (2012), el cual aporta elementos para la construcción de criterios de elección relativos al progreso técnico que cumplan con el alcance de desarrollo y bienestar, afirmando que la eficiencia técnica y el empleo son dos condiciones que pueden ayudar a llegar al buen establecimiento de esos criterios.

Tovar (2012) determina en su investigación que la eficiencia de las manufacturas incrementó a raíz de la apertura comercial. Por su parte, Becerril y Díaz del Moral (2013) toman como base los cálculos de análisis envolvente de datos (DEA) para el estudio de la eficiencia de las entidades federativas de las regiones en México.

De la misma forma, Valderrama Santibañeza y Ríos Bolívar (2015) que estiman un modelo de frontera de producción estocástica y un modelo de ineficiencia técnica para

25 industrias manufactureras mexicanas. Finalmente, Borrayo López, Mendoza González y Castañeda Arriaga (2018) analizan las principales fuentes de crecimiento de la productividad total de los factores (PTF) de la industria regional en México mediante un modelo de frontera estocástica e ineficiencia técnica.

En esta investigación se pretende contribuir a una mejor comprensión del sector manufacturero, por lo que es necesario realizar el análisis de los principales subsectores, los cuales aportan producción de manufacturas en mayor porcentaje.

2.3.1 Análisis de la producción del sector manufacturero

Durante 1990, la producción manufacturera mostró una favorable tasa de crecimiento del 5.2 por ciento respecto al 7.1 por ciento registrado al año previo, según Banxico (1991). Siguiendo a la actividad manufacturera, las divisiones más dinámicas fueron las relacionadas a los productos metálicos, maquinaria y equipo, y las industrias metálicas básicas gracias al impulso de las exportaciones, especialmente, por parte de los automóviles, ya que dos de cada cinco automóviles producidos, fueron exportados. Por otra parte, la producción de textiles y prendas de vestir, presentaron los crecimientos más bajos.

Respecto a 1991, el incremento de la producción fue una característica del sector manufacturero, donde el sector industrial, del que forma parte la producción manufacturera, creció 3.1 por ciento. La actividad industrial estuvo influida por la evolución del sector manufacturero, que registró un avance de 3.7 por ciento gracias a un significativo aumento de la productividad media del trabajo, mano de obra, bienes de inversión y materias primas importadas, ya que esto propició un crecimiento en las principales ramas de la producción, entre las cuales destacan los productos metálicos, maquinaria y equipo con 15.1 por ciento; en contraste, los subsectores relacionados a los textiles, prendas de vestir e industrias metálicas básicas, mostraron bajos niveles de crecimiento, tal como afirma Banxico (1992).

En cuanto a 1992, la debilidad económica de los socios comerciales de México incidió sobre el precio y el volumen de las exportaciones mexicanas y, en consecuencia, desalentó la producción interna. Banxico (1993) propone que, una mayor apertura

externa de la economía, la desregulación económica y la liberalización de los mercados han sometido los precios internos a disciplina de los internacionales, por lo que los requerimientos del cambio estructural han acentuado el desfase entre el crecimiento de la inversión y el producto y, en algunos casos, también ha dado lugar a interrupciones y retrasos de la producción; pero, a pesar de esto, la producción manufacturera incrementó 1.8 por ciento, donde los subsectores de mejor desempeño fueron las de minerales no metálicos, otras industrias manufactureras, maquinaria y equipo y, la industria química.

Por su parte, como afirma Banxico (1994), en el periodo de 1993 prevaleció la incertidumbre a lo largo del todo el año respecto a la ratificación del Tratado de Libre Comercio (TLC), como producto, hubo una contracción en los mercados que causó una desaceleración económica de la demanda agregada que terminó en un menor crecimiento de las manufacturas, registrando una contracción del 1.5 por ciento. Conviene subrayar que los subsectores de la industria metálica básica, alimentos, fabricación de minerales no metálicos y otras industrias manufactureras registraron crecimientos positivos; por el contrario, los textiles, vestido y cuero y de madera fueron los subsectores con mayor disminución.

Luego, para 1994, la producción industrial registró un crecimiento de 4.1 por ciento, como resultado del dinamismo de sus divisiones, donde las manufacturas mostraron una tasa anual de 3.6 por ciento. Siete de las nueve divisiones del sector manufacturero registraron incrementos en su actividad; sin embargo, los alimentos y otras industrias manufactureras mostraron los crecimientos más pequeños, mientras que, los crecimientos más notables correspondieron a las divisiones de productos metálicos, maquinaria y equipo, industrias metálicas básicas, químicos, derivados del petróleo, cauchos y plásticos y de minerales no metálicos. Es importante mencionar que los bajos crecimientos fueron consecuencia de que un gran número de empresas no pudieron enfrentar a la mayor competencia de las importaciones, producto de la apertura externa, tal como afirma Banxico (1995).

Por otro lado, Banxico (1996) menciona que, en 1995 la actividad económica mostró una contracción muy marcada, en la cual el nivel de gasto y de la producción se vio afectado por drástica reducción de los flujos netos de capital del exterior. Esta

contracción se reflejó en disminuciones de la producción en los sectores primario, secundario y terciario. En el sector secundario o industrial se observaron descensos de producción en las divisiones manufacturera, minera y de la construcción.

Después, una recuperación de la actividad económica se presentó en 1996 a causa de un incremento de las exportaciones y de la reactivación de la inversión y del consumo. La moderación en las demandas salariales facilitó el aumento de la producción de todos los sectores, por lo que el producto de la industria manufacturera observó un crecimiento de 10.9 por ciento, causado por aumento en todas sus divisiones, a excepción del papel, imprenta y editoriales que no registraron incrementos. Por su parte, las más dinámicas fueron la producción de maquinaria y equipo, industrias metálicas básicas, textiles, prendas de vestir e industria del cuero, de acuerdo con Banxico (1997).

Ahora, a lo largo de 1997, la economía mexicana mostró una favorable evolución. Como menciona Banxico (1998), la producción experimentó un notable crecimiento derivado de las exportaciones, especialmente de las manufactureras y del estímulo por el cambio de las expectativas y disminución de las tasas de interés reales y nominales. Así, el fortalecimiento de la producción se extendió a la totalidad de los sectores de la economía, incluyendo el manufacturero, siendo las más dinámicas la producción de maquinaria y equipo, productos de papel, imprenta y editoriales, industrias metálicas básicas, etc.

Equiparable al periodo anterior, 1998 presentó un buen ritmo de crecimiento económico, lo que propició que el Producto Interno Bruto (PIB) registrara un aumento de 4.8 por ciento, una de las tasas más altas del mundo; en promedio, la actividad económica continuó desarrollándose de forma vigorosa. Como sostiene Banxico (1999), este crecimiento tuvo fundamento en una mayor demanda interna y en la expansión de las exportaciones de bienes y servicios. La gran producción de la industria manufacturera fue reflejo de los incrementos de sus divisiones, sobresaliendo los casos de productos metálicos, maquinaria y equipo; productos minerales no metálicos y alimentos.

Teniendo en cuenta a Banxico (2000), se registró un crecimiento de todas las grandes divisiones de la producción, por lo que el ritmo de la actividad económica fue más favorable y dio lugar a un incremento del PIB per cápita en 1999. También, el PIB de la industria manufacturera creció 4.1 por ciento, sustentada en la expansión de las ramas de actividad que la integran.

Respecto al año 2000, los últimos meses de este periodo mostraron una desaceleración de la producción; sin embargo, tanto el crecimiento anual del PIB como todos los componentes de la demanda agregada mostraron altos niveles de crecimiento, donde la demanda agregada superó a la expansión del producto. De acuerdo con Banxico (2001), el crecimiento económico se conformó por el aumento de la producción del sector industrial y servicios, particularmente de su componente manufacturero y su expansión del sector automotriz que contribuyó a mayores niveles de exportaciones, generación de empleos y al valor de su producción.

Posteriormente, la evolución de la actividad económica en el país en 2001 estuvo determinada por la situación cíclica de desaceleración económica que caracterizó a la economía mundial y que atravesó Estados Unidos como consecuencia del atentado terrorista del 11 de septiembre, situación que acentuó la pérdida de fortaleza de la actividad económica en México respecto a los sectores asociados a la exportación. Por esta razón, México registró una significativa desaceleración de su ritmo de actividad generalizada en los distintos sectores de la producción. Por ejemplo, uno de los sectores más importantes dentro de la industria manufacturera en la economía mexicana es el automotriz, el cual reflejó al entorno internacional a través de una contracción en sus niveles de crecimiento, según Banxico (2002).

En el mismo orden de ideas, en 2002 el ritmo de la actividad económica en el país estuvo influido por el comportamiento de la producción y de la demanda en los Estados Unidos, ya que su principal vínculo con la actividad económica entre ambos países se da con la producción industrial, a través del intercambio comercial. En este año la producción del sector manufacturero se mantuvo sin cambios; no obstante, el PIB manufacturero mostró un descenso causado por una menor producción del sector maquilador, la cual descendió 8.7 por ciento de tal manera la debilidad del sector manufacturero mexicano fue muy generalizada ya que de las 49 ramas que integran la

industria manufacturera, sólo 23 de ellas presentaron aumentos a tasa anual, tal como postula Banxico (2003).

Con base en el informe anual de Banxico (2004), el modesto crecimiento registrado para 2003 fue de sólo 1.3 por ciento. Los sectores de la producción que aportaron a este crecimiento fueron el agropecuario y servicios, ya que la actividad industrial se contrajo originado por el descenso de la actividad manufacturera y, aunado a las reducciones de la producción del sector maquilador y de la industria de la transformación, terminaron por disminuir el PIB manufacturero. De las 49 ramas que integran la industria manufacturera, en sólo 21 de ellas aumentó la producción y además se mostró una contracción de la producción del sector automotriz.

Con relación a 2004 y de acuerdo con Banxico (2005), la actividad económica se fortaleció como respuesta al entorno externo, tanto por la mayor disponibilidad de recursos financieros, como por el vigor de las exportaciones petroleras y no petroleras. El crecimiento del PIB real de 4.4 por ciento constituyó la tasa más alta en los últimos cuatro años y, el sector manufacturero logró aportar un mayor nivel de producción al crecimiento económico del año. En resumen, el crecimiento fue consecuencia del fortalecimiento de la demanda externa proveniente de Estados Unidos, gracias a la significativa correlación que existe entre la producción manufacturera de México con la de Estados Unidos.

El crecimiento del PIB registrado para 2005 fue de 3 por ciento, tasa menor que la que anticipaban los analistas económicos al inicio del año. Pero, es conveniente mencionar que la actividad económica fue favorecida por el incremento del superávit de la balanza comercial de productos petroleros y de ingresos por remesas familiares. La producción manufacturera registró una ligera mejoría en la segunda parte de 2005 originada por un avance de las exportaciones de maquinaria; cerveza y malta; cuero y calzado; aparatos eléctricos y una recuperación del sector automotriz, pero, de manera general, el débil avance de la producción manufacturera mostrado en el año implicó que la expansión del producto fuera menor en su componente de bienes comerciales que en el de los no comerciables, como menciona Banxico (2006).

Durante 2006, Banxico (2007) postula que la actividad real económica fue positiva y que los renglones de la demanda agregada mostraron significativos aumentos, por tanto, la producción manufacturera se vio beneficiada por una evolución favorable de la demanda externa y por incrementos del superávit de la balanza comercial de productos petroleros. Es importante destacar que, en el cuarto trimestre del año, la industria manufacturera se desaceleró, como un reflejo de la menor fortaleza de las exportaciones automotrices; sin embargo, la industria automotriz terminal constituyó la rama manufacturera que alcanzó un mayor crecimiento en su conjunto, seguida por las bebidas alcohólicas; productos metálicos; cerveza y malta; muebles metálicos; cemento y alimentos para animales y productos de minerales no metálicos.

Por su parte, la actividad económica mexicana de 2007 experimentó una desaceleración que comprendió al producto y a los diferentes componentes de la demanda agregada, de manera particular, al relacionado a las exportaciones y servicios como respuesta al descenso de la demanda externa proveniente de Estados Unidos. Como Banxico (2008) expresa, el crecimiento del PIB del año fue de 3.3 por ciento. Así, el ritmo de la actividad fue afectado por un menor nivel en la industria automotriz terminal ya que, el número de vehículos automotores de producidos en el país mostró un incremento de sólo 2 por ciento en contraste con una tasa de 21.1 en el año previo. No obstante, el modesto crecimiento del sector industrial reflejó la evolución del sector manufacturero que aumentó 1 por ciento.

A lo largo de 2008 la producción mexicana se fue debilitando como respuesta al gradual deterioro de la demanda externa, lo que incidió en los niveles de actividad de los sectores productores de bienes comerciables internacionalmente. De este modo, según Banxico (2009), la disminución que registró la producción manufacturera estuvo influida por el menor dinamismo de las exportaciones efectuadas por dicho sector, consecuencia de la recesión en Estados Unidos y en las economías de otros socios comerciales, así como por la desaceleración de la demanda interna de sus productos. Cabe destacar que, en total, 13 de los 21 subsectores manufactureros mostraron caídas en su producción, entre los cuales destacaron los relacionados a la fabricación de equipo de computación; insumos textiles; confección de producto textiles; fabricación de prendas de vestir y la industria de la madera.

Tal como postula Banxico (2010), México enfrentó caídas importantes en la demanda de las exportaciones manufactureras, además de una reducción del precio de petróleo de exportación; asimismo, un factor adicional que contribuyó a acentuar la caída en los niveles de actividad durante el segundo trimestre del año en particular fue el brote de influenza A(H1N1) y sus consecuencias sobre la demanda. Así, el repunte de la actividad manufacturera reportado en 2009 fue resultado de mayores niveles de actividad del sector automotriz, como de mayores exportaciones del resto de manufacturas.

Cabe mencionar que, como resultado del dinamismo que presentó la demanda externa, en 2010 se consolidó el proceso de reactivación de la actividad que inició a mitad del año anterior. Banxico (2011) sostiene que, el crecimiento exhibido de forma particular por Estados Unidos impulsó las exportaciones mexicanas. Así, la reactivación de la demanda agregada se tradujo en una recuperación de la actividad productiva, el PIB real registró un incremento anual de 5.5 por ciento, comparada con la contracción de 6.1 por ciento observada en 2009. Cabe destacar que el incremento del PIB fue determinado por el impulso de la demanda externa a la actividad del sector manufacturero y su gradual transmisión al sector de servicios.

En 2011, la actividad económica del país presentó una trayectoria positiva, de modo que continuó con el proceso de recuperación iniciado en la segunda mitad de 2009. Como consecuencia de los problemas financieros que prevalecieron en Europa, existió una elevada incertidumbre en los mercados financieros mundiales y el registro de una desaceleración de la producción industrial en Estados Unidos. De tal forma, las exportaciones manufactureras presentaron una pérdida de dinamismo; esto, sobre todo como consecuencia de un menor ritmo de crecimiento en las ventas de productos manufacturados a Estados Unidos. Destaca que dicha desaceleración se manifestó tanto en las exportaciones de productos de la industria automotriz, como en las del resto de las manufacturas, como señala Banxico (2012).

Luego, Banxico (2013) afirma que la economía mexicana registró una trayectoria positiva en 2012, cuyo ritmo de crecimiento condujo a que la actividad continuara convergiendo de manera ordenada hacia niveles congruentes con el potencial productivo del país. No obstante, en la segunda mitad del año, la desaceleración de la

economía mundial y la volatilidad en los mercados financieros ocasionaron una pérdida de dinamismo de la economía nacional derivadas inicialmente por menores tasas de expansión de las exportaciones manufactureras, por lo que la desaceleración del crecimiento de las exportaciones manufactureras se manifestó tanto en las exportaciones automotrices, como en las del resto de los productos manufacturados.

Respecto al siguiente año, Banxico (2014) describe que la actividad económica continuó con la trayectoria ascendente que mostró en el tercer trimestre de este periodo, aunque a menor ritmo. Las exportaciones manufactureras no automotrices dirigidas a Estados Unidos mantuvieron niveles positivos; así, a pesar de la tendencia decreciente de las exportaciones no automotrices al resto del mundo y de la caída en las ventas al exterior de productos automotrices en diciembre, la cual respondió en buena medida a factores temporales, el total de las exportaciones manufactureras se mantuvo en niveles elevados durante 2013.

Por su parte, en el último trimestre de 2014 la actividad económica de México continuó mostrando una moderada recuperación como reflejo de la evolución favorable que exhibió la demanda externa, así como de una gradual mejoría en la inversión privada. Las exportaciones manufactureras se mantuvieron en la trayectoria creciente debido a la expansión de las exportaciones dirigidas a Estados Unidos; en congruencia con el crecimiento de la actividad productiva que se observó en ese país, reflejando incrementos en los niveles del sector automotriz y las del resto del sector manufacturero. No obstante, las exportaciones canalizadas al resto del mundo continuaron relativamente estancadas, según Banxico (2015).

Banxico (2016) describe que, aunque la economía mexicana mostró un crecimiento sustentado en el comportamiento de consumo privado durante 2015, las exportaciones manufactureras se mantuvieron estancadas como reflejo de la debilidad en la actividad industrial estadounidense y, de la menor demanda por productos mexicanos provenientes del resto del mundo.

Desde la perspectiva de Banxico (2017), la incipiente reactivación de la demanda global contribuyó a que las exportaciones manufactureras presentaran una recuperación respecto a los niveles reportados en 2016. Así, la mejoría en las exportaciones

mexicanas se presentó tanto en las dirigidas a Estados Unidos, como en las destinadas al resto del mundo. La producción manufacturera mostró una tendencia positiva, la cual parecería haber reflejado tanto la mejoría de la demanda externa, como el dinamismo de mercado interno; el desempeño positivo de las manufacturas se observó tanto en el rubro de equipo de transporte, como en el agregado del resto de las manufacturas.

Las exportaciones manufactureras durante 2017 siguieron registrando un desempeño favorable de manera congruente con el fortalecimiento de la actividad económica global. La expansión de las exportaciones manufactureras fue resultado del avance de las exportaciones automotrices y del resto de las manufacturas. En contraste, la actividad industrial mostró un débil desempeño, reflejando un mejor nivel en la construcción, que pudo haber estado asociado a los esfuerzos de construcción a raíz de los movimientos telúricos de septiembre, como sostiene Banxico (2018).

De manera particular, las exportaciones manufactureras en 2018 mostraron cierto estancamiento. Se presentó una reducción de las exportaciones automotrices y un menor dinamismo de las no automotrices; por destino de las exportaciones, las dirigidas a Estados Unidos exhibieron un menor ritmo de crecimiento que el reportado en otros trimestres, mientras que las canalizadas al resto del mundo nuevamente mostraron un retroceso. Al interior de la actividad industrial, las manufacturas mostraron un débil desempeño, después de la recuperación que habían registrado en la primera mitad de 2018. La evolución de la producción manufacturera se puede asociar a la debilidad de la inversión, así como a la desaceleración de la demanda externa, en congruencia con el menor ritmo de crecimiento del comercio global, como plantea Banxico (2019).

Por último, Banxico (2020) postula que, durante 2019 la economía mostró una ligera contracción como respuesta a la tendencia decreciente de la inversión fija bruta, de la caída trimestral que mostraron las exportaciones manufactureras. Las exportaciones manufactureras no automotrices a Estados Unidos enfrentaron un lento crecimiento; mientras que, las exportaciones no automotrices de México a otros destinos permanecieron decrecientes. Cabe destacar que la actividad manufacturera mostró una ligera tendencia decreciente gracias a la evolución desfavorable en el equipo de transporte debido a la suspensión de actividades en algunas armadoras de automóviles; asimismo, la caída de la producción manufacturera resultó congruente con

el comportamiento observado en las exportaciones manufactureras, las cuales se vieron afectadas por el menor crecimiento del comercio global.

2.3.2 Análisis de la inversión del sector manufacturero

Con fundamento en el informe anual de Banxico (1991), en el primer año del periodo de estudio, la inversión fija total avanzó a una tasa real de 13.4 por ciento, en contraste con la de 1989, que fue de 6.5 por ciento. La inversión privada se incrementó en 13.6 por ciento frente a 8.6 por ciento en el año anterior. Tanto la inversión pública como el consumo de gobierno aumentaron en este año, la formación bruta de capital fijo del sector público ascendió 12.8 por ciento; además, todos los componentes de la inversión aumentaron rápidamente, en especial, las compras de maquinaria y equipo importado. Finalmente, la inversión en maquinaria y equipo nacional de 1990 incrementó a una tasa del 13.9 por ciento.

En 1991, la demanda agregada con mayor dinamismo fueron en primer lugar la formación bruta de capital fijo con 8.5 por ciento; en segundo, las exportaciones con 5.1 por ciento y finalmente, el consumo privado con 5 por ciento, según Banxico (1992). Cabe destacar que, en el segundo semestre del año, la debilidad de la demanda externa deslató a la inversión privada; no obstante, el crecimiento acumulado de la inversión triplicó al de la economía. El componente de la inversión cuyo crecimiento resultó el más rápido fue el de gasto en maquinaria y equipo, tanto nacional como importado. Por último, el dinamismo de la inversión privada en el sector manufacturero respondió en parte, a un uso creciente de la capacidad instalada.

Como afirma Banxico (1993), en el periodo de 1992 y, por tercer año consecutivo el componente más dinámico de la demanda agregada, el cual fue un importante incentivo para la producción, fue la formación bruta de capital fijo, seguido por el gasto de consumo privado, el cual aumentó su ritmo de crecimiento. Así, el rápido crecimiento de la inversión en los últimos cuatro años permitió que la formación bruta de capital fijo se fuera elevando hasta alcanzar 21.7 por ciento del PIB, como consecuencia, durante este periodo la inversión se incrementó 48 por ciento, mientras que el PIB lo hizo 15 por

ciento, lo que significó que el ritmo de crecimiento de la inversión fue más de tres veces el correspondiente al producto.

En cuanto a 1993, la formación bruta de capital fijo del conjunto de los sectores público y privado sufrió una contracción de 1.4 por ciento en comparación con el crecimiento promedio anual de 96 por ciento registrado en los cuatro años anteriores, como señala Banxico (1994).

Una característica destacable de 1994 fue la fuerte aceleración mostrada por el gasto en formación de capital, el cual se incrementó a un ritmo de 8.1 por ciento. Este aumento fue una respuesta a las oportunidades de inversión que fueron surgiendo como resultado del cambio estructural y que se ampliaron con la entrada en vigor del Tratado Trilateral de Libre Comercio. Además, se interpretó como la recuperación de una tendencia observada años atrás, lo que significó un crecimiento de los distintos indicadores de formación bruta de capital superiores a los de la producción nacional. Cabe mencionar que el aumento en el gasto de inversión permitió ir reconstruyendo los acervos de capital que se habían contraído durante la mayor parte de la década de los ochenta, ya que, en aquel periodo, el gasto bruto de inversión no logró compensar la depreciación del acervo de capital, tal como describe Banxico (1995).

Ahora, en 1995, la formación bruta de capital se redujo 30.9 por ciento como resultado de descensos de 33.9 por ciento en la inversión privada y de 18.9 por ciento en la pública, situación causada por la restricción de recursos totales que enfrentó la economía ante el corte del financiamiento externo. Ante la ausencia de ahorro externo, la formación bruta de capital se financió en su totalidad con ahorro interno bruto. La formación bruta de capital cayó cuatro puntos del PIB, por lo que la contracción que sufrió el consumo fue superior a la registrada por el PIB, según Banxico (1996).

Por su parte, la formación bruta de capital fijo de 1996 contribuyó de forma destacada al crecimiento del PIB como resultado de aumentos de 15.8 por ciento en la inversión privada y de 24.7 por ciento en la del sector público. De acuerdo con Banxico (1997), los principales factores que explicaron la elevación de la inversión fueron el aumento de la producción, la mejoría de las expectativas de las empresas en relación con el rumbo

de la economía y la reducción del endeudamiento neto de las empresas con el sistema financiero interno. Así, la formación bruta de capital ascendió a 20.9 por ciento.

Luego, la inversión fue el componente de la demanda agregada con mayor dinamismo en 1997, impulsada por la mayor confianza de las empresas en el rumbo de la economía y en la estrategia económica instrumentada, por el mayor acceso al crédito externo y por la recuperación de las utilidades de las empresas y por las menores tasas de interés nominales y reales; además, la formación bruta de capital fijo aumentó 20.9 por ciento en respuesta a crecimientos de 25.7 por ciento de la inversión del sector privado y de 4.3 por ciento de la del sector público, según Banxico (1998).

En cuanto a 1998, el gasto del gobierno en consumo e inversión se contrajo 5.6 por ciento, como enfatiza Banxico (1999); no obstante, el componente más dinámico de la demanda agregada fue el gasto de inversión, particularmente, el privado que permitió que, como proporción del PIB, dicho rubro alcanzara su nivel histórico más elevado y, en consecuencia, posibilitó un aumento de la capacidad de producción. La formación bruta de capital fijo del sector privado mostró un incremento de 16.9 por ciento, originado por la adquisición de bienes de capital de origen importado efectuado por empresas exportadoras y por aquellas orientadas a la producción al mercado interno y, que como resultado, la liquidez, utilidades de operación, eficiencia y competitividad de las empresas incentivaron el gasto en inversión.

Como señala Banxico (2000), la demanda interna correspondiente a 1999 destacó el desempeño de la inversión y del consumo del sector privado. Además, el ritmo de formación de capital fijo fue estimulado por el gasto de inversión privada de las empresas, así como aumento sostenido de las ventas al mercado interno y externo; por consiguiente; en el primer semestre del año reportado, la formación bruta de capital registró un incremento anual de 4.9 por ciento con relación a su nivel del periodo anterior. La expansión de la inversión (principalmente privada) resultó en un crecimiento de 9 por ciento que, se derivó del aumento de los gastos en maquinaria y equipo (7.1 por ciento).

Otra característica destacable de la evolución de la demanda agregada del año 2000 fue la aceleración del gasto en formación de capital. La expansión de la inversión

aumentó los acervos de capital del país y, en consecuencia, fortaleció la capacidad de crecimiento potencial. Así, la formación bruta de capital fijo creció 10 por ciento medida a precios constantes, donde todos los rubros de la formación de capital presentaron tasas de crecimiento anual significativas. El rubro de gasto en maquinaria y equipo destacó una vez más el incremento de los de origen importado con una tasa de 19.3 por ciento. Y, tanto la inversión privada como la pública mostraron tasas de crecimiento significativas, según Banxico (2001).

Para 2001, el desempeño de la economía mexicana se caracterizó por una fuerte contracción del gasto de inversión, de igual forma, la inversión se redujo 5.9 por ciento medida a precios constantes, como reflejo de disminuciones de todos sus rubros. Banxico (2002) postula que, el gasto en maquinaria y equipo bajó 6.9 por ciento y que, tanto la inversión privada como la pública disminuyeron 5.1 y 9.6 por ciento, respectivamente. La formación bruta de capital fijo, medida como proporción del PIB a precios corrientes resultó de 19.6 por ciento.

La falta de avances en la adopción de medidas de cambio estructural y de modernización de la economía nacional fueron la causa de la incertidumbre que desalentó la inversión privada en 2002. Así, la inversión se contrajo contribuyendo de manera negativa al crecimiento económico. Medida a precios constantes la formación bruta de capital fijo se contrajo 1.3 por ciento como resultado de una disminución del gasto en maquinaria y equipo; mientras que, el financiamiento de la formación bruta de capital expresado como proporción del PIB a precios corrientes ascendió a 20.2 por ciento y, tanto el financiamiento de la formación bruta de capital fijo como el ahorro externo medidos con relación al PIB experimentaron una reducción, como enfatiza Banxico (2003).

Bajo el contexto de Banxico (2004), la formación bruta de capital fijo, medida a precios constantes, se contrajo 0.4 por ciento, lo que constituyó el tercer año consecutivo con tasa negativa. La mayor debilidad de la inversión se dio en el sector privado con una contracción de 5.7 por ciento, mientras que, la inversión efectuada por el sector público incrementó 22.4 por ciento. Además, el financiamiento de la formación bruta de capital, expresado como proporción del PIB a precios corrientes, ascendió a 19.8 por ciento para 2003.

La inversión representó el componente con mayor dinamismo de la demanda interna en 2004, como resultado de los gastos de inversión privada y pública. Banxico (2005) enfatiza que, la formación bruta de capital fijo, medida a precios constantes, incrementó 7.5 por ciento derivado de un alza en sus componentes. Por consiguiente, el gasto en maquinaria y equipo creció 9.5 por ciento, con un 11.5 correspondiente a importaciones y un 6.1 al de origen nacional. Del mismo modo, la fortaleza de la inversión medida a precios constantes se originó por el gasto efectuado por el sector privado, que mostró un ascenso de 8.5 por ciento, mientras que la de inversión pública aumentó 3.6 por ciento.

Por el lado de la inversión de 2005, esta se acrecentó por segundo año consecutivo a un ritmo superior al esperado. La formación bruta de capital fijo, medida a precios constantes, creció 7.6 por ciento. El gasto en maquinaria y equipo creció 11.5 por ciento, respondiendo a alzas de las importaciones y bienes de origen nacional y, el financiamiento de la formación bruta de capital, expresado como proporción del PIB a precios corrientes, ascendió a 21.8 por ciento, empleando las palabras de Banxico (2006).

De igual importancia, Banxico (2007) refiere que, en 2006 la inversión creció por tercer año consecutivo a un ritmo superior al que registró el producto, este comportamiento provino de aumentos de los gastos de inversión pública y privada. Con el fortalecimiento de la capacidad de producción de este periodo, la formación bruta de capital fijo, medida a precios constantes creció 10 por ciento. En este contexto, el financiamiento de esta expresado como proporción del PIB a precios corrientes, ascendió a 22 por ciento. Así, el gasto de inversión se vio favorecido por una mayor disponibilidad de recursos crediticios a los distintos sectores.

La inversión de 2007 creció por cuarto año consecutivo a un ritmo superior al que registró el PIB, esto reflejó los aumentos de los gastos de inversión tanto del sector público como privado. Dicho con palabras de Banxico (2008), la formación bruta de capital fijo, medida a precios constantes creció 6.7 por ciento; el avance de la inversión se derivó de incrementos del sector privado y público con 6.5 y 7.3 por ciento, respectivamente. Además, el financiamiento de la formación bruta de capital, expresado como proporción del PIB a precios corrientes, ascendió a 21.2 por ciento; la tasa de

ahorro interno fue de 20.4 por ciento del PIB, por lo que la diferencia entre estas cifras fue cubierta con ahorro externo, por un monto equivalente a 0.8 puntos porcentuales del PIB.

Para 2008, Banxico (2009) señala que, la formación bruta de capital fijo mostró un comportamiento heterogéneo. En la primera mitad de año, la inversión mantuvo a tendencia creciente que había registrado desde 2004 pero, a partir del tercer trimestre del año se observó una tendencia negativa en la formación bruta de capital fijo. A pesar de que en el segundo y tercer trimestre del año el aumento de la inversión se debió a mayores importaciones de bienes de capital realizadas por las empresas y al incremento en gasto de maquinaria y equipo importado y de origen nacional, la formación bruta de capital fijo a precios constantes creció sólo 4.9 por ciento anual. Entre los factores que contribuyeron a la desaceleración de la formación bruta de capital fijo, sobresalen un mayor debilitamiento de la demanda agregada y un deterioro de los indicadores de confianza y de clima de los negocios de las empresas.

Durante 2009, la inversión total en la economía continuó mostrando un estancamiento hasta terminar el año. Este comportamiento fue reflejo de la persistente tendencia negativa que presentó la inversión privada durante el año, toda vez que los gastos en formación de capital efectuados por el sector público mantuvieron una trayectoria creciente a lo largo del año, según Banxico (2010).

Respecto al gasto de capital en 2010, la inversión física presentó una variación positiva de 6.4 por ciento real y representó 4.6 por ciento del PIB. El comportamiento mostrado por el gasto de capital permitió que la inversión impulsada creciera 7.0 por ciento real y así alcanzara un nivel de 4.8 por ciento del PIB, como describe Banxico (2011).

Por su parte, después de haber registrado elevados crecimientos en la primera parte de 2011, la inversión total mostró una pérdida de dinamismo a finales del año, lo que reflejó un estancamiento de la inversión en maquinaria y equipo nacional y una contracción en la inversión en maquinaria y equipo importada en el tercer y cuarto trimestres. Así pues, las condiciones de incertidumbre que prevalecieron en los mercados financieros mundiales y las cuales se reflejaron en un incremento en la

aversión al riesgo de los inversionistas, impactaron de manera negativa al flujo de recursos, citando a Banxico (2012).

Ahora bien, Banxico (2013) considera que la inversión mostró una notoria desaceleración en la segunda mitad de 2012. Este comportamiento se debió, principalmente, al débil desempeño de la inversión en construcción, especialmente en lo relacionado con la construcción de vivienda, aun cuando el gasto en inversión en maquinaria y equipo también presentó una pérdida de dinamismo.

Por su parte, la inversión fija bruta en 2013 mostró contracciones desde el último trimestre de 2012, pero, en noviembre exhibió un repunte en su componente de inversión en construcción. De esta manera, el comportamiento de la inversión refleja, principalmente, la debilidad de las importaciones de bienes de capital, como afirma Banxico (2014).

La inversión fija bruta mantuvo una tendencia positiva en el último trimestre de 2014, comportamiento derivado de la recuperación que presentó la inversión en construcción. Esta mejoría se originó de la reactivación que reportó la inversión privada en construcción, ya que el componente del sector público mostró un débil desempeño. El rubro de maquinaria y equipo y las importaciones de bienes de capital exhibieron un estancamiento; sin embargo, el gasto en maquinaria y equipo nacional registró un incremento en su dinamismo, citando a Banxico (2015).

De acuerdo con Banxico (2016), la inversión fija bruta presentó señales de un posible cambio de tendencia desfavorable, como resultado de que a la trayectoria decreciente que mostró la inversión en construcción desde principios de 2015, de manera particular, en el rubro no residencial se ha sumado una desaceleración de la inversión en maquinaria y equipo.

En el último trimestre de 2016, la inversión fija bruta continuó registrando un estancamiento ante la debilidad del gasto en construcción y en maquinaria y equipo de origen importado, toda vez que el rubro de maquinaria y equipo de origen nacional mantuvo una trayectoria positiva, como enfatiza Banxico (2017).

Respecto a 2017, el consumo privado registró una tendencia positiva, al tiempo que la inversión siguió exhibiendo una trayectoria negativa. En cuanto a la inversión en

construcción, el componente no residencial mantuvo la tendencia descendiente que mostró desde principios de 2015. El gasto en inversión pública en construcción presentó una ligera recuperación, pero, siguió ubicado en niveles particularmente bajos, como destaca Banxico (2018).

Respecto a la evolución de la inversión en 2018, en el mes de noviembre se observó una acentuación de la trayectoria negativa que había mostrado desde finales del primer trimestre del año, como consecuencia del desempeño desfavorable que persistió en el gasto en construcción, así como de una mayor debilidad en la inversión en maquinaria y equipo, como describe Banxico (2019).

Para finalizar, es importante destacar que durante 2019 la inversión fija bruta presentó una contracción en sus niveles como resultado de la debilidad del gasto en maquinaria y equipo y de la inversión en construcción, principalmente como reflejo de la contracción en equipo de transporte nacional e importado, según Banxico (2020).

2.3.4 Análisis del empleo del sector manufacturero

En 1990, la producción nacional repercutió en los mercados laborales. De acuerdo con Banxico (1991), se estima que el empleo en el sector manufacturero aumentó a una tasa promedio de 13 por ciento, dentro del cual destaca el de las maquiladoras a una elevada tasa anual de 7.5 por ciento. Se puede incluir que, un indicador que permite apreciar al comportamiento favorable del empleo es el número de trabajadores afiliados al Instituto Mexicano de Seguro Social (IMSS), el cual incrementó 5.5 por ciento en el mismo año.

Durante 1991, debido al cambio estructural de la economía mexicana y la inversión, se logró incentivar la modernización del aparato productivo, que ha dado como resultado, un aumento importante en la productividad del trabajo. En el año en cuestión, la productividad por trabajador en el sector manufacturero creció en promedio 5.5 por ciento. Así, el comportamiento positivo de la actividad económica repercutió en el empleo. El número de trabajadores permanentes afiliados al IMSS mostró un aumento promedio de 6.3 por ciento, como menciona Banxico (1992).

Debido al proceso de modernización y de inversión, Banxico (1993), postula que a lo largo de 1992 hubo un incremento de la productividad de trabajo y que las remuneraciones medias del sector manufacturero crecieron a un ritmo mayor que la productividad media del trabajo, con los que los costos reales del trabajo por unidad de productos se incrementaron 37 por ciento. Como contrapartida, el empleo perdió dinamismo y evolucionó de manera dispar; con base en la Encuesta Industrial Mensual (1993), cabe destacar que la caída en el personal ocupado (excluyendo el sector maquilador) fue de 3.9 por ciento, siendo más pronunciada la caída en el número de obreros con 4.4 por ciento que en los empleados con 2.7 por ciento.

Considerando a Banxico (1994), en 1993 la mayoría de los indicadores de ocupación mostraron un deterioro como consecuencia de la desaceleración de la actividad económica y aunado a las medidas de cambio estructural, provocaron ajustes transitorios en la planta laboral. Por consiguiente, la ocupación en la industria manufacturera se contrajo 44 por ciento, caída que provino de una disminución de 7.1 por ciento en la ocupación no maquiladora y de un nuevo incremento de 7.3 por ciento en el empleo de las maquiladoras. En la manufactura no maquiladora, la disminución del empleo fue mayor en el caso de los obreros con 7.8 por ciento que de los empleados con 5.6 por ciento.

Luego, siguiendo a Banxico (1995), en congruencia con la recuperación de la actividad económica, diversos indicadores de la ocupación de la mano de obra mostraron mejoría durante 1994. De acuerdo con el número de trabajadores asegurados en el IMSS, el empleo mostró un aumento de 1.9 por ciento. Uno de los mayores aumentos en el número de trabajadores asegurados se observó en la industria manufacturera con 2.5 por ciento correspondientes a las divisiones de industrias metálicas básicas, productos metálicos, maquinaria y equipo y textil y prendas de vestir.

Después, la debilidad de la actividad económica en 1995 se reflejó en un deterioro de los indicadores de empleo. La estadística de los trabajadores asegurados en el IMSS mostró una tasa anual negativa en todos los trimestres. La disminución de la afiliación de los trabajadores eventuales fue mayor que la de los permanentes. Además, la masa salarial o remuneraciones totales del sector manufacturero sufrieron una fuerte

contracción de 19.2 por ciento, como resultado del efecto combinado de la caída de la ocupación y de los salarios reales, según Banxico (1996).

Un mayor dinamismo del empleo en el sector manufacturero fue una de las principales características en 1996. Así, Banxico (1997), afirma que hubo un importante incremento en la productividad del trabajo en el sector manufacturero y una reducción en los costos unitarios reales de la mano de obra en el mismo sector, lo que permitió un favorable nivel para la competitividad internacional de las exportaciones manufactureras. De la misma manera, la estadística de los trabajadores asegurados en el IMSS creció 8.8 por ciento, donde a nivel sectorial el crecimiento más importante ocurrió en este sector.

Por su parte, la mejoría de la producción en 1997 se reflejó en un aumento de la demanda de trabajadores; asimismo, esta expansión dio lugar a un incremento importante de la masa salarial de la economía, especialmente en el sector manufacturero. Al mismo tiempo, Banxico (1998) reportó que el número de trabajadores asegurados en el IMSS creció en promedio 7.7 por ciento, mientras que la productividad media del trabajo en el sector manufacturero continuó fortaleciéndose.

En cuanto a 1998, destacó una recuperación de la demanda de trabajo en respuesta al crecimiento de la producción; una notable expansión de la ocupación en la industria maquiladora; una reducción de la tasa de desempleo en las áreas urbanas e incrementos en términos reales de la masa salarial, por lo que, la evolución del mercado laboral fue bastante positiva, citando a Banxico (1999). Así, la expansión de la actividad económica permitió que la demanda de trabajo en la economía continuara aumentando y, que el incremento en el registro de trabajadores asegurados mantuviera su tendencia alcista, aunque a un ritmo más moderado.

Respecto al empleo del año 1999, la evolución del mercado laboral se reportó en general favorable. La expansión de la actividad económica de ese año permitió un fortalecimiento de la demanda de trabajo, lo que se tradujo en un incremento de la masa salarial y de las remuneraciones medias en términos reales. En otras palabras, hubo un aumento del empleo, una tendencia a la baja de la tasa de desempleo en áreas urbanas y un ritmo de crecimiento más rápido de la productividad media del trabajo en el sector manufacturero que de las remuneraciones reales por trabajador. Lo

anterior permitió un aumento del número de trabajadores asegurados en el IMSS, tal como postula Banxico (2000).

Concerniente al periodo del 2000, se presentó un incremento de la demanda de trabajo en casi todos los sectores, la tasa de desempleo en áreas urbanas alcanzó sus niveles históricos más bajos y hubo un crecimiento de la masa salarial, asimismo, se observaron mayores ganancias en la productividad de la mano de obra particularmente en el sector manufacturero, de acuerdo con Banxico (2001). En adición, la fortaleza de la demanda de trabajo se manifestó en la evolución del número total de trabajadores asegurados en el IMSS con un aumento de 4.3 por ciento.

Bajo el contexto de Banxico (2002), la sincronización de las fluctuaciones económicas de México con las de Estados Unidos y Canadá se reflejó en una reducción de la producción y en un significativo debilitamiento de la demanda de trabajo respecto a 2001. En otro orden, al deterioro del empleo en México también contribuyó la evolución de las remuneraciones y de los salarios, como postula el Instituto Central (2002). Por tal motivo, este periodo mostró una reducción de la ocupación en la mayoría de los sectores de actividad económica, así como pérdida de empleos y de competitividad como respuesta a la pérdida de fortaleza del sector industrial. Por consiguiente, lo anterior se manifestó en una disminución del número de trabajadores asegurados en el IMSS, que registró una caída de 2.8 por ciento, equivalente a una pérdida de 358 mil empleos.

La lenta expansión que mostró la economía nacional en 2002 dio lugar a que la creación de empleos formales fuera modesta. Como resultado, la tasa de desocupación mostró una tendencia ascendente, es decir, el subempleo, el empleo informal y la salida de trabajadores del mercado laboral no pudieron compensar la escasa creación de empleos en el sector formal. Entonces, el menor crecimiento que registró el consumo privado se vio influido por la debilidad del empleo en el país. En adición, hubo avances de la productividad laboral en el sector manufacturero maquilador y no maquilador; dichos resultados obedecieron a factores cíclicos, reflejando más una disminución de empleo que una reactivación de la producción, según Banxico (2003).

Siguiendo a Banxico (2004), la evolución del mercado laboral se caracterizó por la debilidad de la demanda de trabajo en el sector formal y por una reducción de la planta laboral en la economía, como reflejo de la contracción anual de la actividad manufacturera, en tal sentido, se presentó una reducción del número de trabajadores asegurados en el IMSS en el cual, el decremento del empleo formal se derivó de una caída de los trabajadores permanentes en 2003.

La expansión de la actividad económica de 2004 dio como resultado una mejoría de los indicadores de empleo, tales como, un aumento del empleo formal, generación de nuevas plazas de trabajo y un mayor nivel de trabajadores adscritos al IMSS por parte del sector manufacturero, lo que se tradujo en una recuperación significativa de la industria maquiladora. No obstante, Banxico (2005) afirma que, la generación de empleos en el sector formal no se tradujo en una disminución de la tasa de desempleo en las áreas urbanas, ya que dicho indicador pasó de un promedio de 3.25 por ciento en 2003, a 3.75 por ciento en 2004, como causa de esta situación, se mencionó la cesantía y la insatisfacción con las características del trabajo.

Como plantea Banxico (2006), un aumento de la demanda de trabajo fue una de las principales características de 2005, que propició avances de varios indicadores de ocupación, en los que destacó la economía formal. También, hubo un moderado incremento del número de trabajadores asegurados en IMSS por parte de la industria manufacturera; la creación de nuevas plazas de trabajo fue generalizada en todas las entidades del país; las encuestas mensuales de empleo manufacturero del INEGI mostraron una recuperación significativa de la ocupación en la industria maquiladora, aunque menor que las registradas en años anteriores, además, las empresas no enfrentaron dificultades para contratar mano de obra calificada en las áreas de producción, ventas y administración.

Un importante incremento del número de trabajadores afiliados al IMSS en la industria manufacturera; un aumento de las nuevas plazas de trabajo formal derivadas de alzas en empleos eventuales y urbanos y la creación de nuevas plazas de trabajo, fueron algunas de las principales características del año 2006 como expresa Banxico (2007). En general, la expansión que registró la actividad económica propició un aumento significativo de la demanda de trabajo. Pero, el indicador de la tasa de desocupación

nacional se mantuvo en niveles similares a los del año anterior, al respecto cabe reconocer que dicho indicador fue influido al alza por una mayor participación de la mujer en la población económicamente activa.

Durante 2007, el menor ritmo de crecimiento que registró el PIB con relación al observado en 2006 tendió a disminuir la demanda de trabajo en el sector formal, principalmente. A juicio de Banxico (2008), el número de trabajadores afiliados al IMSS mostró un modesto aumento, aunque menor al alcanzado el año anterior. Los diversos indicadores de empleo para el sector manufacturero indicaron que, durante el año, las empresas del sector no enfrentaron dificultades para contratar mano de obra calificada en las áreas de producción, ventas y administración. En su conjunto, la proporción de la población ocupada en actividades informales y la tasa de subocupación se mantuvieron elevadas.

Banxico (2009) declara que, el debilitamiento de la actividad económica en 2008 se reflejó en una menor demanda de trabajo, particularmente en el sector formal de la economía, así como en una tendencia al alza de la tasa de desocupación a nivel nacional. La pérdida de dinamismo del empleo formal se derivó de la combinación de una reducción de los trabajadores permanentes y de un aumento de los eventuales urbanos; asimismo, al final del año se observó una reducción en el número de trabajadores asegurados en el IMSS. Es conveniente mencionar que, las condiciones económicas prevalecientes también afectaron a la tasa de desempleo; en particular, el crecimiento en el desempleo se asoció más con el gradual deterioro de la situación económica, que con aumentos de desempleo de tipo voluntario.

Citando a Banxico (2010), en lo que se refiere al mercado laboral de 2009, la primera mitad del año se tradujo en una menor demanda de trabajo, por lo que, el número de trabajadores asegurados en el IMSS mostró una contracción. Bajo este contexto, el mercado laboral continuó mostrando condiciones de holgura, lo que se manifestó en los indicadores de desocupación y subocupación, que permanecieron en niveles elevados hasta fines de año. Además, la Encuesta Mensual de Coyuntura en el Sector Manufacturero sostuvo que las empresas no enfrentaron dificultades para contratar mano de obra calificada en las áreas de producción, de administración y ventas.

La expansión de la economía en 2010 permitió observar una recuperación de empleo formal, de tal manera que logró superar los niveles observados anteriormente. En adición, Banxico (2011) considera que las tasas de desocupación y subocupación permanecieron en niveles superiores a los prevalecientes durante 2008, antes de la crisis global. A su vez, el porcentaje de la capacidad utilizada se mantuvo en niveles bajos, si bien mostró una trayectoria ascendente, permitió que la reactivación de los niveles de producción superara a la del empleo, lo cual implicó un incremento en la productividad media de la mano de obra.

Desde el punto de vista de Banxico (2012), los indicadores del mercado laboral en 2011 mostraron la persistencia de condiciones de holgura, reflejadas en alzas salariales moderadas; en consecuencia, junto con la tendencia positiva de la productividad media del trabajo, contribuyó a que los costos unitarios de la mano de obra disminuyeran. Tanto la tasa de desocupación, como la tasa de ocupación en el sector informal y la tasa de subocupación, permanecieron en niveles superiores a los observados antes de la crisis global. Por otra parte, el número de trabajadores asegurados en el IMSS mostró un crecimiento.

A lo largo de 2012 persistieron las condiciones de holgura en el mercado laboral. Bajo este contexto, los salarios mostraron incrementos moderados, lo que, aunado a la tendencia positiva que mostró durante el año la productividad media del trabajo, contribuyó a que los costos unitarios de la mano de obra se hayan mantenido en niveles bajos en el sector manufacturero, en particular. Esto, a su vez, coadyuvó a que no se generaran presiones sobre la inflación derivadas de las condiciones del mercado laboral, de acuerdo con Banxico (2013).

Dada la expansión de la economía en 2013, Banxico (2014) postula que los principales indicadores del mercado laboral continuaron mostrando una trayectoria positiva. El número de trabajadores asegurados en el IMSS siguió mostrando una tendencia ascendente; la tasa de informalidad laboral disminuyó de 58.9 por ciento en el periodo julio-septiembre a 58.8 por ciento.

Como señala Banxico (2015), a pesar de que el número de trabajadores asegurados en el IMSS continuó mostrando una trayectoria ascendente, el empleo total de la economía

aun no mostraba señales caras de recuperación de la crisis a lo largo de 2014. La masa salarial real de los trabajadores continuó siendo afectada por la caída en el ingreso promedio real de la población ocupada y, en consecuencia, presentó disminuciones.

En el último trimestre de 2015, la tasa de desocupación urbana disminuyó en relación con el nivel del tercer trimestre, tal comportamiento sucedió en un contexto en el cual se incrementó el número de empleos en la economía. En efecto, el número de puestos de trabajo afiliados al IMSS mantuvo una trayectoria ascendente. En cuanto a los indicadores de informalidad laboral, se presentó un aumento respecto al trimestre previo, aunque inferior a los reportados en años inmediatamente posteriores a la crisis global, como describe Banxico (2016).

Banxico (2017) destaca que, la tasa de desocupación nacional y urbana de 2016 mostraron una tendencia decreciente ubicada en niveles inferiores a los registrados en 2008, antes del estallido de la crisis financiera global. Asimismo, el crecimiento del número de puestos de trabajo afiliados al IMSS mantuvo una tendencia positiva, lo cual contribuyó a que la tasa de informalidad laboral siguiera con la trayectoria descendente que reportó 2015.

En cuanto a 2017, las tasas de desocupación permanecieron en niveles bajos y menores a los que se estima que en los últimos años han sido congruentes con un entorno de inflación estable. Las tasas de ocupación de la economía en su conjunto continuaron creciendo; así, como resultado de la ausencia de presiones significativas sobre las remuneraciones medias reales, los costos de la mano de obra en la economía en su conjunto disminuyeron. Cabe destacar que, aquellos correspondientes al sector manufacturero en particular, mostraron una tendencia al alza, como menciona Banxico (2018).

En el cuarto trimestre de 2018 la masa salarial presentó un incremento trimestral, este desempeño reflejó una expansión de las remuneraciones medias reales, toda vez que la población ocupada presentó una moderación en su ritmo de expansión. Por su parte, el número de puestos afiliados al IMSS mostró una pérdida destacada de dinamismo en su ritmo de crecimiento, lo que se asoció al desempeño negativo del empleo en la

industriade la construcción y a la desaceleración en algunos sectores de servicios, de acuerdo con Banxico (2019).

Finalmente, Banxico (2020) enfatiza que, en el cuarto trimestre de 2019 la tasa de desocupación urbana se situó en un nivel mayor a los registrados en trimestres previos, dentro de un escenario en el que la tasa de subocupación incrementó y en el que persistió la desaceleración en la creación de puestos de trabajo afiliados al IMSS. Cabe señalar que, la informalidad laboral mantuvo una trayectoria descendente y las brechas de desempleo estimadas con base en la tasa de desocupación nacional y la que considera a los trabajadores asalariados informales se mantuvieron en terreno negativo.

2.4 Conclusiones

Gracias al capítulo presentado, se ha podido contextualizar el entorno económico de México prevaleciente en el periodo de estudio y también, se ha permitido contextualizar a la industria manufacturera a nivel nacional. Se ha mostrado cómo se ha comportado el sector manufacturero en la economía mexicana, donde diversas etapas de altos y bajos crecimientos han prevalecido a lo largo de los años; sin embargo, se ha mantenido un estancamiento de las tasas de crecimiento de la producción y de la generación de empleos. A pesar de diversas relaciones con socios comerciales, como el Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN) con Estados Unidos y Canadá y, de la aplicación de un enfoque ortodoxo como el modelo económico ortodoxo liberal, el sector manufacturero continuó mostrando pérdidas de dinamismo.

El estudio del sector manufacturero resulta conveniente ya que sus industrias son las responsables del crecimiento y desarrollo económico, así como del progreso social del país. Bajo este contexto, este capítulo permite afirmar que, de manera general y, durante los años de estudio, la actividad económica mexicana mostró un progreso positivo y, que las cuatro ramas que componen al sector industrial (minería; electricidad, gas y agua; construcción y manufacturas) se caracterizaron por una tendencia ascendente, asimismo, se confirmó la existencia de niveles favorables de empleo y que, los niveles de inversión se movieron bajo un clima de negocios y nivel de confianza favorables.

Finalmente, se realizó el análisis de cada año en cuestión en materia de producción, inversión y empleo, ya que estas variables permiten estimar más adelante en esta investigación, una función de producción de frontera estocástica. Así pues, se puede concluir que es realmente necesario consolidar el potencial de la economía mexicana, por lo que en un principio se tiene que analizar la eficiencia del uso de factores productivos del sector manufacturero, para conocer si existe algún nivel de ineficiencia.

2.5 Referencias

- Allyn A. Young, (1928). Increasing Returns and Economics Progress. *The Economic Journal*, Vol. 38, No. 152, pp. 527-542.
- Banco de México, (1991). Informe Anual 1990. Banco de México, México, D. F. Recuperado el 10 de Diciembre de 2021, de <https://www.banxico.org.mx/publicaciones-y-prensa/informes-anuales/%7B64924483-0464-FE97-DF60-59620D53930A%7D.pdf>
- Banco de México, (1992). Informe Anual 1991. Banco de México, México, D. F. Recuperado el 10 de Diciembre de 2021, de <https://www.banxico.org.mx/publicaciones-y-prensa/informes-anuales/%7BDD0C5FD8-052C-2F9F-4280-98C534EF28F3%7D.pdf>
- Banco de México, (1993). Informe Anual 1992. Banco de México, México, D. F. Recuperado el 10 de Diciembre de 2021, de <https://www.banxico.org.mx/publicaciones-y-prensa/informes-anuales/%7B750A4128-CE1F-0E87-39E9-CF515DB21B68%7D.pdf>
- Banco de México, (1994). Informe Anual 1993. Banco de México, México, D. F. Recuperado el 10 de Diciembre de 2021, de <https://www.banxico.org.mx/publicaciones-y-prensa/informes-anuales/%7BD133B5DA-B686-7D8D-4C20-5943C0E1F8E6%7D.pdf>
- Banco de México, (1995). Informe Anual 1994. Banco de México, México, D. F. Recuperado el 10 de Diciembre de 2021, de <https://www.banxico.org.mx/publicaciones-y-prensa/informes-anuales/%7B0F2D589F-92A4-9C48-C456-643595B46CE5%7D.pdf>

- Banco de México, (1996). Informe Anual 1995. Banco de México, México, D. F. Recuperado el 10 de Diciembre de 2021, de <https://www.banxico.org.mx/publicaciones-y-prensa/informes-anuales/%7B04840DAE-89CE-942C-ADC0-7F8D6DD0971D%7D.pdf>
- Banco de México, (1997). Informe Anual 1996. Banco de México, México, D. F. Recuperado el 10 de Diciembre de 2021, de <https://www.banxico.org.mx/publicaciones-y-prensa/informes-anuales/%7BABE5FBC2-0E6E-4AB3-5F35-70890D0EA74D%7D.pdf>
- Banco de México, (1998). Informe Anual 1997. Banco de México, México, D. F. Recuperado el 10 de Diciembre de 2021, de <https://www.banxico.org.mx/publicaciones-y-prensa/informes-anuales/%7B0F42A5BC-2A40-7A18-F783-CEEAC11BA16C%7D.pdf>
- Banco de México, (1999). Informe Anual 1998. Banco de México, México, D. F. Recuperado el 10 de Diciembre de 2021, de <https://www.banxico.org.mx/publicaciones-y-prensa/informes-anuales/%7B290408FB-1C3D-7FCF-F161-CBAC9DC88828%7D.pdf>
- Banco de México, (2000). Informe Anual 1999. Banco de México, México, D. F. Recuperado el 10 de Diciembre de 2021, de <https://www.banxico.org.mx/publicaciones-y-prensa/informes-anuales/%7B7539B3DE-FF16-8491-5C24-A74375C7A848%7D.pdf>
- Banco de México, (2001). Informe Anual 2000. Banco de México, México, D. F. Recuperado el 10 de Diciembre de 2021, de <https://www.banxico.org.mx/publicaciones-y-prensa/informes-anuales/%7B6C6CF158-238C-8338-2621-67AC63898D22%7D.pdf>
- Banco de México, (2002). Informe Anual 2001. Banco de México, México, D. F. Recuperado el 10 de Diciembre de 2021, de <https://www.banxico.org.mx/publicaciones-y-prensa/informes-anuales/%7B845FCC5A-DA37-A61D-1D20-B3CED62F5DC5%7D.pdf>
- Banco de México, (2003). Informe Anual 2002. Banco de México, México, D. F. Recuperado el 10 de Diciembre de 2021, de <https://www.banxico.org.mx/publicaciones-y-prensa/informes-anuales/%7B2399E8F1-D56E-E150-2D88-9C9A224E827E%7D.pdf>

- Banco de México, (2004). Informe Anual 2003. Banco de México, México, D. F. Recuperado el 10 de Diciembre de 2021, de <https://www.banxico.org.mx/publicaciones-y-prensa/informes-anuales/%7BED15A1E3-8C6A-432D-BE55-3DAD8D754847%7D.pdf>
- Banco de México, (2005). Informe Anual 2004. Banco de México, México, D. F. Recuperado el 10 de Diciembre de 2021, de <https://www.banxico.org.mx/publicaciones-y-prensa/informes-anuales/%7BCE564E62-9CDF-94CD-B3E0-92D793573312%7D.pdf>
- Banco de México, (2006). Informe Anual 2005. Banco de México, México, D. F. Recuperado el 10 de Diciembre de 2021, de <https://www.banxico.org.mx/publicaciones-y-prensa/informes-anuales/%7BEE7FC9DD-5495-B3FD-7F4B-E9E79215B98F%7D.pdf>
- Banco de México, (2007). Informe Anual 2006. Banco de México, México, D. F. Recuperado el 10 de Diciembre de 2021, de <https://www.banxico.org.mx/publicaciones-y-prensa/informes-anuales/%7B7BB037E8-F68C-26AD-6E88-AA07B9E9AAC3%7D.pdf>
- Banco de México, (2008). Informe Anual 2007. Banco de México, México, D. F. Recuperado el 10 de Diciembre de 2021, de <https://www.banxico.org.mx/publicaciones-y-prensa/informes-anuales/%7B6EEA73F3-E688-1FF3-83E9-9C5E99C2F89A%7D.pdf>
- Banco de México, (2009). Informe Anual 2008. Banco de México, México, D. F. Recuperado el 10 de Diciembre de 2021, de <https://www.banxico.org.mx/publicaciones-y-prensa/informes-anuales/%7B27E0486F-9932-63AA-548C-7B325FF8C46E%7D.pdf>
- Banco de México, (2010). Informe Anual 2009. Banco de México, México, D. F. Recuperado el 10 de Diciembre de 2021, de <https://www.banxico.org.mx/publicaciones-y-prensa/informes-anuales/%7BAB7391C0-18F2-0705-B832-531AF9151D83%7D.pdf>
- Banco de México, (2011). Informe Anual 2010. Banco de México, México, D. F. Recuperado el 10 de Diciembre de 2021, de <https://www.banxico.org.mx/publicaciones-y-prensa/informes-anuales/%7B0778D580-5929-C9A3-AEAB-D7CDEAD8490D%7D.pdf>

- Banco de México, (2012). Informe Anual 2011. Banco de México, México, D. F. Recuperado el 10 de Diciembre de 2021, de <https://www.banxico.org.mx/publicaciones-y-prensa/informes-anuales/%7B1C6DCB59-C152-B56C-D4B1-35FFBD492663%7D.pdf>
- Banco de México, (2013). Informe Anual 2012, Banco de México., México, D. F. Recuperado el 10 de Diciembre de 2021, de <https://www.banxico.org.mx/publicaciones-y-prensa/informes-anuales/%7BC58EAA68-F391-244E-9F07-F00A113B1E30%7D.pdf>
- Banco de México, (2014). Compilación de Informes Trimestrales 2013, Banco de México., México, D. F. Recuperado el 11 de Enero de 2022, de <https://www.banxico.org.mx/publicaciones-y-prensa/informes-anuales/%7BEA277C6D-E723-7F50-4127-05EA6F2B6575%7D.pdf>
- Banco de México, (2015). Compilación de Informes Trimestrales 2014, Banco de México., México, D. F. Recuperado el 11 de Enero de 2022, de <https://www.banxico.org.mx/publicaciones-y-prensa/informes-anuales/%7BE7D8B25E-E27C-5350-85F8-FE1E850D004D%7D.pdf>
- Banco de México, (2016). Compilación de Informes Trimestrales 2015, Banco de México., México, D. F. Recuperado el 11 de Enero de 2022, de <https://www.banxico.org.mx/publicaciones-y-prensa/informes-anuales/%7B39D145F3-CDA2-5963-8992-52CDA172BB32%7D.pdf>
- Banco de México, (2017). Compilación de Informes Trimestrales 2016, Banco de México., México, D. F. Recuperado el 11 de Enero de 2022, de <https://www.banxico.org.mx/publicaciones-y-prensa/informes-anuales/%7B88B89228-6FCE-5BE7-51C0-1154E784843E%7D.pdf>
- Banco de México, (2018). Compilación de Informes Trimestrales 2017, Banco de México., México, D. F. Recuperado el 11 de Enero de 2022, de <https://www.banxico.org.mx/publicaciones-y-prensa/informes-anuales/%7B9AFC07A9-8815-9C56-BAE7-A20162AA0E56%7D.pdf>
- Banco de México, (2019). Compilación de Informes Trimestrales 2018, Banco de México., México, D. F. Recuperado el 11 de Enero de 2022, de <https://www.banxico.org.mx/publicaciones-y-prensa/informes-anuales/%7B36AAF21D-FB2A-510C-6F84-79269AD3EC35%7D.pdf>

- Banco de México, (2020). Compilación de Informes Trimestrales 2019, Banco de México., México, D. F. Recuperado el 11 de Enero de 2022, de <https://www.banxico.org.mx/publicaciones-y-prensa/informes-anuales/%7BE7EB840F-C4E6-9253-205E-9D7A71BBF101%7D.pdf>
- Becerril Torres, O., Díaz Carreño, M. A. y del Moral Barrera, L. E., (2013). Frontera Tecnológica y Productividad Total de los Factores de las Regiones de México. *Región y sociedad*, 26(57), pp. 5-26.
- Chiquiar, D. y M. Ramos Francia (2005). Trade and business-cycle synchronization: evidence from Mexican and U.S. manufacturing industries. *North American Journal of Economics and Finance* 16 187-216.
- Calderón C., Sánchez I., (2012). Crecimiento económico y política industrial en México. *Problemas del desarrollo. Revista Latinoamericana de Economía*, 43(170), pp. 125-154.
- Calderón Villareal, C., (2008). Crecimiento y rendimientos crecientes a escala en la industria manufacturera regional mexicana. En *Desarrollo regional en México*, coordinado por Trinidad Martínez Tarragó, 45-75. México: Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco.
- Calderón Villarreal C., Vázquez Belem I., López Valdez Laura I., (2019). Evaluación de la política industrial durante el periodo de apertura económica en México. *Nóesis. Revista de Ciencias Sociales*, 28(55), pp. 162-184.
- Herrera Rendón-Nebel, M. T., (2012). Eficiencia técnica y empleo: criterios de elección de progreso técnico en el sector manufacturero de México. *Análisis Económico*, XXVII (66), pp. 149-196.
- Sánchez, I., (2011). Estancamiento económico en México, manufacturas y rendimientos crecientes: un enfoque kaldoriano. *Investigación Económica*, LXX(277), pp. 87-126.
- Sánchez Juárez, I., Campos Benítez, E., (2010). Industria manufacturera y crecimiento económico en la frontera norte de México. *Región y sociedad*. Vol. 22, n. 49, pp. 45-89.
- Sánchez Juárez, I., Moreno-Brid, J., (2016). El reto del crecimiento económico en México. Industrias manufactureras y política industrial. *Finanzas políticas económicas*. Vol. 8, No. 2, pp. 271-299.

- Tovar Montiel, S., (2012). El impacto de la apertura comercial en la eficiencia técnica de las manufacturas en México: Un análisis por entidad federativa. *Economía*, XXIX(79), pp. 9.31.

Capítulo 3. Metodología para la estimación de la eficiencia técnica

3.1 Introducción

Tal como se mencionó en el primer capítulo de esta tesis, el concepto básico para analizar a la eficiencia se encuentra en la descripción de la tecnología de producción. Puede ser representada a través de una función de producción, una isocuanta, o una función de costo o beneficio de acuerdo con Farrell (1957).

La necesidad de medir la eficiencia técnica concentra su importancia en los recursos empleados en los procesos productivos ya que estos tienen la finalidad de obtener los mejores resultados en función de una serie de recursos técnicos. Por consiguiente, el interés por contar con una medida de la eficiencia técnica parte de que se acepta la existencia de una brecha entre el supuesto teórico de la eficiencia técnica total y la observada en la realidad empírica, siguiendo a Becerril-Torres, Álvarez-Ayuso y del Moral-Barrera (2010).

Partiendo de la propuesta de Farrell (1957), a lo largo del tiempo se han desarrollado diferentes metodologías, mismas que pueden ser divididas en dos grupos, según la herramienta empleada para obtener la frontera eficiente: los métodos paramétricos, los cuales emplean técnicas econométricas y los métodos no paramétricos, que utilizan la programación lineal.

Actualmente, en la literatura existen diversos métodos para estimar la eficiencia técnica. Por ejemplo, Aigner et al. (1977), plantea el análisis de *Stochastic Frontier Analysis* (SFA) considerada una técnica de estimación paramétrica, que involucra una función de producción que puede tener distintas variantes al incorporar a esta función un error aleatorio, que se denomina frontera estocástica; no obstante, este modelo no incorpora la especificación de variables explicativas de término de ineficiencia y era estimable solo para datos de corte transversal.

Algunos de los estudios relacionados al estudio de la metodología de la eficiencia técnica son los de Pitt y Lee (1981), a través del modelado de la eficiencia técnica de establecimientos de tejido en Indonesia a partir del tipo de propiedad, edad y establecimiento de unidades de análisis, sin embargo, no se permitían variaciones del tiempo del término aleatorio. Berges, Maravall y Pérez (1986) realizaron un análisis comparativo de la eficiencia técnica de las empresas industriales españolas frente a las

europas; mientras que, Battese y Coelli (1995) analizaron la eficiencia técnica de 14 cultivadores de arroz en la India.

Siguiendo la literatura sobre estudios de eficiencia, Aguirre, Peña y Cerdá (2002) cuantificaron la eficiencia técnica de las labores de pesca de la flota industrial en la Pesquería de Merluza Común de Chile. Además, Badel (2002) menciona que, al estar basados en procedimientos estadísticos, los métodos paramétricos permiten estimar la existencia de ruido aleatorio, generado por errores de medición y los choques exógenos que afectan temporalmente el rendimiento de una firma y, que la principal desventaja radica en la necesidad de especificar una determinada tecnología de producción que, a priori, puede ser desconocida.

Por otra parte, en la literatura relacionada a la investigación del crecimiento económico se aprecia el trabajo de Cuadros (2000), quien realiza el estudio del impacto de la apertura comercial de 1983-1997 encontrando tras la aplicación de un vector autorregresivo y el contraste de causalidad de Granger, la ausencia de causalidad entre las distintas categorías de las exportaciones totales, de manufacturas y las exportaciones que excluyen aquellas que se llevan a cabo en el sector de la maquila y crecimiento del producto neto de exportaciones; por lo que, se concluye que no existe una relación de causalidad entre la tasa de crecimiento de las exportaciones y la tasa de crecimiento del producto neto de exportaciones, por lo tanto, el impacto de la apertura comercial sobre el crecimiento económico no parece estar relacionado con el incremento en las exportaciones.

Después, Donoso y Martín (2009) presentan los principales estudios dedicados al contraste de la hipótesis de las exportaciones como motor de crecimiento en una economía bajo dos metodologías: estudios de sección cruzada y series temporales. Los primeros hacen referencia a la evidencia de que las exportaciones promueven el crecimiento económico en los países y que este depende del nivel de desarrollo.

Así, una vez mostrados los antecedentes de análisis de la eficiencia y del sector manufacturero, a continuación, se presenta la metodología adoptada para realizar el cálculo de eficiencia técnica correspondiente a los 21 subsectores del sector

manufacturero de México y que, de manera particular, se hace énfasis en el análisis planteado por Battese y Coelli (1995).

3.2 Fronteras Estocásticas de Producción

En la teoría de la producción neoclásica, la única conducta posible para una empresa es que la producción se realiza dentro de las posibilidades productivas, se asume que las más altas observaciones de la empresa (frontera) operan maximizando el producto, dadas ciertas cantidades de insumos. Teóricamente, ninguna observación podría estar por arriba de una función frontera de producción, es decir, estarían por debajo indicando existencia de ineficiencia técnica. Significa que los residuales entre el máximo potencial y producto real observado deberían ser negativos o cero, por lo que esta idea puede ser expresada formalmente para un panel de datos, como un modelo de frontera de producción estocástica, según Borrayo, Mendoza y Castañeda (2019).

Como antecedente en el uso de funciones de producción de frontera estocástica se encuentran los trabajos de Aigner, Lovell y Schmidt (1977) y Meuseen y van den Broeck (1977), quienes postulan de manera independiente la función de producción de la frontera estocástica. Es así, que otros autores han realizado considerables investigaciones con la finalidad de ampliar el modelo.

Otros antecedentes se encuentran en Pitt y Lee (1981) y Kalirajan (1981), quienes adoptan dos etapas, la primera hace referencia a la especificación y estimación de la función de producción de frontera estocástica y la predicción de los efectos de ineficiencia técnica, bajo el supuesto de que los efectos de ineficiencia se distribuyen de forma similar. La segunda etapa involucra la especificación de un modelo de regresión para los efectos de ineficiencia técnica pronosticados.

Siguiendo los trabajos de Kumbhakar Ghosh y McGuckin (1991), Reifschneider y Stevenson (1991) y Huang y Liu (1994) sobre los efectos de ineficiencia técnica involucrados en las funciones de frontera estocástica, mencionan que, los parámetros de la frontera estocástica y el modelo de ineficiencia se estiman de manera simultánea, dados los supuestos distributivos apropiados relacionados con los datos transversales de las empresas de muestra.

Según Battese y Coelli (1995), una función de producción de frontera estocástica supone la existencia de ineficiencias técnicas de producción de las empresas involucradas en la producción de un producto en particular.

3.3 Modelo de Frontera de Ineficiencia para Datos en Panel

De acuerdo con Battese y Coelli (1995), un modelo de datos de panel es una extensión de los modelos propuestos para efectos de ineficiencia en fronteras estocásticas para datos transversales y su cálculo permite disponer de información sobre el comportamiento de la economía durante el periodo analizado y contrastar los resultados del objeto de estudio. Así, si una economía no aprovecha de forma óptima sus recursos, podrá adoptar una estrategia que haga posible incrementar su producción y mejorar su eficiencia.

Kumbhakar *et. al.* (2015) postula que los modelos con datos de panel inicialmente determinan de los cambios en la eficiencia y derivan, posteriormente, en familias de modelos desde los básicos (efectos fijos y aleatorios) a los más recientes que separan mejor la heterogeneidad de ineficiencia persistente (o estructural) y de la ineficiencia variante en el tiempo.

Por ello, en este trabajo de tesis, en particular, se plantea la frontera de producción y se estima la eficiencia técnica a través del modelo presentado por Battese y Coelli (1995) que flexibiliza la estructura del tipo de variación que sigue la eficiencia. Bajo esta vertiente, se considera la siguiente función de producción de frontera estocástica para datos de panel:

$$Y_{it} = \exp(X_{it}\beta + V_{it} - U_{it}); \quad i = 1, \dots, N; \quad t = 1, \dots, T \quad (1)$$

Donde Y_{it} denota la producción el periodo t-ésimo y para la empresa i , X_{it} es un vector (1xk) de variables explicativas relacionadas con la i-ésima empresa en el t-ésimo periodo de observación y, β es un vector (kx1) de parámetros desconocidos a estimar. En relación con los dos componentes que conforman el término de error, V_{it} son los errores aleatorios independientes y distribuidos de forma idéntica como una normal, con media cero y varianza σ^2_v , $N(0, \sigma^2_v)$, independientemente distribuidos de U_{it} , de los

cuales son variables aleatorias no negativas, asociadas con la ineficiencia técnica de la producción, tal como mencionan Battese y Coelli (1995).

Por otro lado, U_{it} está compuesto por variables aleatorias no negativas, relacionadas a la ineficiencia técnica en producción, que supone está distribuido de manera independiente y se obtiene de una distribución normal trunca (en cero), con media $Z_{it}\delta$ y varianza σ^2 .

Además, Z_{it} es un vector (1xm) de variables explicativas asociadas a la ineficiencia técnica a lo largo del tiempo y, δ es un vector (mx1) de coeficientes desconocidos de variables de ineficiencia de una empresa en específico.

Dentro de este marco y, de acuerdo con Battese y Coelli (1995), la ecuación (1) mostrada anteriormente, especifica la frontera de producción estocástica en términos de los valores de producción originales. Asimismo, la ineficiencia técnica U_{it} , es función de un conjunto de variables explicativas Z_{it} y, un vector de coeficientes desconocidos δ . Así, la ineficiencia técnica es expresada como:

$$U_{it} = Z_{it}\delta + W_{it} \quad (2)$$

Donde la variable aleatoria W_{it} , está definida por el truncamiento de la distribución normal con media cero y varianza σ^2 , por lo que el punto de truncamiento es $-Z_{it}\delta$.

Esta ecuación (2) estudia los efectos que determinan la ineficiencia mediante una función explícita de factores específicos de cada empresa, entre los que se pueden encontrar las variables explicativas de la función de producción de la ecuación (1), efectos fijos (individuales o temporales), así como cualquier variable susceptible de generar cambios en la ineficiencia técnica, tal como describen Battese y Coelli (1995).

En adición, se propone el método de máxima verosimilitud para la estimación simultánea de los parámetros de la frontera estocástica y el modelo de los efectos de ineficiencia técnica. Esta función se expresa en términos de los parámetros de varianza $\sigma_s^2 \equiv \sigma_v^2 + \sigma^2$ y $\gamma \equiv \sigma^2/\sigma_s^2$.

Por lo tanto, Battese y Coelli (1995) consideran que la eficiencia técnica de la producción para la i -ésima empresa en la t -ésima observación está definida por la ecuación (3):

$$TE_{it} = \exp(-U_{it}) = \exp(-Z_{it}\delta - W_{it}) \quad (3)$$

En resumen, Battese y Coelli (1995) postulan que, la eficiencia técnica se calcula como el cociente del nivel de producción obtenido respecto del máximo alcanzable, dadas las cantidades de los inputs ($U_{it} = 0$). Así, su valor oscilará entre 0 y 1, siendo el último caso el más favorable.

Respecto a la matriz de varianzas y covarianzas de los residuos, este modelo no tiene en cuenta la posible existencia de problemas de autocorrelación y heteroscedasticidad en alguno de los componentes del término de error. Finalmente, algunas de las ventajas del modelo es que la variación temporal de la eficiencia técnica se puede someter a contraste, además, es un modelo de componentes de error. Las empresas eficientes tienen mayor influencia en la estimación de la frontera; la variación de la eficiencia técnica sigue un patrón diferenciado entre empresas y, permite analizar la correlación de insumos y la eficiencia técnica según Álvarez (2001).

3.4 Conclusiones

En este capítulo se han presentado algunos antecedentes del uso de las funciones de producción de frontera estocástica, así como del análisis del sector manufacturero. De manera particular se ha presentado la propuesta de Battese y Coelli (1995) como la metodología a emplear en esta tesis para la estimación de la eficiencia técnica del sector manufacturero de México. En ella se han presentado las características asociadas a su modelo propuesto. De ello, el planteamiento se realiza para un panel de datos, para la estimación de la ecuación de la función de producción, así como para la estimación de la ecuación de ineficiencia. Para ello proponen estimar de manera simultánea estas ecuaciones, mediante el método de máxima verosimilitud.

3.5 Referencias

Acevedo, M. y Ramírez, V. (2005). Diferencias regionales en la eficiencia técnica del sector de confecciones en Colombia: un análisis de fronteras estocásticas. *Revista Innovar* No.15, pp.90-105.

Álvarez, Rafael (2001). Modelos con eficiencia técnica variante en el tiempo. *La medición de la eficiencia y la productividad*, Pirámide, Madrid.

Álvarez, Inmaculada; Becerril, O. (2005). Influencia de capital público y de la inversión en educación sobre la eficiencia técnica en las economías europeas y catch-up tecnológico, 1980-2001. *Quivera*, nueva época, 1, Universidad Autónoma de Estado de México, Toluca, pp. 134-169.

Battese, George E. y Tim Coelli (1992). A stochastic frontier production function incorporating a model for technical inefficiency effects. Working Paper in Econometrics and Applied Statistics 69/93, University of New England, Armidale.

Battese, George E. y Tim Coelli (1995). A model for technical inefficiency effects in a stochastic frontier production function for panel data. *Empirical Economics*, 20, Institute for Advanced Studies, Viena, pp. 325-332.

Becerril-Torres, Osvaldo, Álvarez-Ayuso, Inmaculada; Del Moral-Barrera, Laura., (2008). Eficiencia técnica de las entidades federativas de México. *Economía, sociedad y territorio*, 10(33), pp. 485-511.

Borrayo López R., Mendoza González M. A., Castañeda Arriaga J. M. (2019). Productividad y eficiencia técnica de la industria manufacturera regional de México 1960-2013: un enfoque de panel de frontera estocástica. *Estudios económicos*, 34(1), pp. 25-60.

Cedillo-Martínez, Marly., Martínez Damián, Miguel. Á., (2018). Influencia de la economía norteamericana en las exportaciones y crecimiento económico en México. *Agricultura, sociedad y desarrollo*, 15(3), pp. 295-309.

Aigner D., Lovell C. A. K., Schmidt. P. (1977). Formulation and estimation of stochastic frontier production function models. *Journal of Econometrics* 6. pp. 21-37.

Pitt M. M., Lee L. F. (1981). The measurement and sources of technical inefficiency in the Indonesian weaving industry. *Journal of Developing Economics*, 9.

Quintero Otero J. D., Prieto Bustos W. O., Barrios Aguirre F., Leviller Guardo L. E. (2008). Determinantes de la eficiencia técnica en las empresas colombianas 2001-2004. *Semestre Económico*, 11(22), pp. 11-34.

Capítulo 4. Resultados

4.1 Introducción

En ocasiones, los estudios sobre eficiencia técnica están condicionados a la disponibilidad de información cuantitativa de las variables necesarias para estimarla. La literatura tradicional aconseja trabajar con variables de producción, inversión y empleo, y estimar algún tipo de función de producción. Para ello, se recomienda que la variable de inversión contenga información sobre el stock de capital; sin embargo, en países como México no existe una amplia disponibilidad de esta, por lo que la mayoría de los estudios se realizan con una variable de flujo. Recientemente el INEGI (2020) ha publicado entre otras variables, una de inversión, que considera al acervo de capital. De ello, en esta investigación se estima la eficiencia técnica en dos vertientes. La primera considerando en la función de producción, al acervo de capital como variable proxy de la inversión y, la segunda teniendo en consideración a la formación bruta de capital fijo.

Así, el análisis permite comparar los resultados de la eficiencia de los subsectores de la industria manufacturera de México considerando ambas variables. De ello a continuación se presenta el análisis de la eficiencia técnica considerando en primera instancia a la variable de acervo de capital en la función de producción y, en segunda, la formación bruta de capital fijo, como variable de flujo. Lo anterior permite comparar ambos resultados.

4.2 Contrastes de especificación relacionados con la función de producción y ecuación de ineficiencia, para los modelos con variables de acervo y flujo, de la inversión.

El propósito fundamental de este apartado es buscar la mejor especificación econométrica en modelos de datos en panel, así como contrastar estadísticamente las especificaciones de los modelos Cobb-Douglas y translogarítmica con la finalidad de conocer cuál de los dos se adapta mejor a los datos de la variable de inversión, la cuál será utilizada como variable de flujo y acervo.

Las Tablas 1 y 2 muestran un conjunto de contrastes de especificación, relacionados con la elección de la mejor forma funcional para la estimación de la función de producción de frontera estocástica, así como para la inclusión de variables que influyen

en la ecuación de ineficiencia. Estas son una variable de tendencia lineal y ficticias dicotómicas para recoger la posible existencia de heterogeneidad entre los subsectores del sector manufacturero.

En la Tabla 1 el primer contraste permite identificar que una función de producción translogarítmica es más adecuada, versus una Cobb-Douglas, dado que la hipótesis planteada se rechaza. El segundo contraste indica que es adecuado incluir en la ecuación de ineficiencia las variables propuestas para la ecuación de ineficiencia, dado que se rechaza la hipótesis nula. El tercero y cuarto contrastes lo confirman, dado que las hipótesis nulas también se rechazan.

Tabla 1. Contrastes de especificación para la función de producción y ecuación de ineficiencia. Inversión como variable de flujo.

Hipótesis nula	Log. F. Verosimilitud	Valor λ	Valor crítico	Decisión
				-95%
$H_0 : \beta_{KL} = \beta_{L^2} = \beta_{K^2} = 0$	269.40	238.94	7.81	Rechazo
$H_0: \delta_0 = \delta_1 = \delta_2 = \dots = \delta_{21} = 0$	-464.94	1707.63	28.86	Rechazo
$H_0: \delta_1 = \delta_2 = \dots = \delta_{21} = 0$	-464.94	1707.63	26.29	Rechazo
$H_0: \delta_2 = \dots = \delta_{21} = 0$	-435.05	1647.86	27.58	Rechazo

Fuente: Elaboración propia con datos de Proyecto KLEMS (2020) INEGI

En la Tabla 2 el primer contraste permite decidir que una función de producción translogarítmica es más adecuada, comparada con una Cobb-Douglas, dado que la hipótesis propuesta se rechaza. El segundo contraste indica que se debe incluir en la ecuación de ineficiencia las variables sugeridas para la ecuación de ineficiencia, dado que se rechaza la hipótesis nula. Los dos últimos contrastes son confirmatorios al anterior, dado que las hipótesis nulas también se rechazan.

Tabla 2. Contrastes de especificación para la función de producción y ecuación de ineficiencia. Inversión como variable de acervo.

Hipótesis nula	Log. F. Verosimilitud	Valor λ	Valor crítico	Decisión
				-95%
$H_0 : \beta_{KL} = \beta_{L^2} = \beta_{K^2} = 0$	116.06	662.52	7.81	Rechazo
$H_0: \delta_0 = \delta_1 = \delta_2 = \dots = \delta_{21} = 0$	-474.63	1843.90	28.86	Rechazo
$H_0: \delta_1 = \delta_2 = \dots = \delta_{21} = 0$	-474.63	1843.90	26.29	Rechazo
$H_0: \delta_2 = \dots = \delta_{21} = 0$	-439.89	1774.42	27.58	Rechazo

Fuente: Elaboración propia con datos de Proyecto KLEMS (2020) INEGI

Derivado de los resultados anteriores, el modelo sugerido por los contrastes de especificación es el uso de una función de producción translogarítmica. Esta aproximación econométrica permitirá suponer que existen efectos de segundo orden entre los factores de producción (input) y la producción final (output), por lo que las elasticidades son variables; es decir, se puede suponer que existen segundas derivadas en la función de producción, lo que se traduce en la existencia de efectos marginales crecientes o decrecientes, según Ramírez (2015).

Derivado de lo anterior, se realiza la estimación de las ecuaciones generadas por el contraste de las Tablas 1 y 2. Los coeficientes finales obtenidos se pueden apreciar en el apartado de Anexos (Anexo A-1 y Anexo A-2).

A continuación, se muestra el análisis relacionado a la estimación de la eficiencia técnica de los subsectores del sector manufacturero de México partiendo de la inversión, como variable de acervo y de flujo, respectivamente. Cabe señalar que los resultados de eficiencia obtenidos y utilizados en los siguientes gráficos se presentan en la parte final de esta investigación (Anexo A-3 y Anexo A-4).

4.3 Análisis de la eficiencia técnica considerando el acervo de capital en la función de producción.

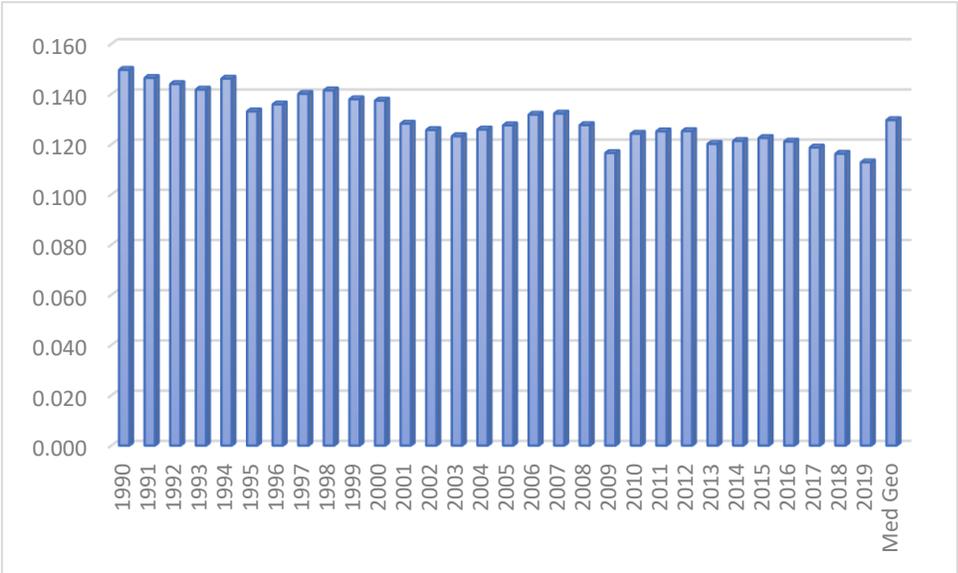
A lo largo de los años se observan distintos niveles de producción, inversión y empleo. Estas variables explicativas van cambiando sus cifras de acuerdo con los sucesos que enfrenta el país, ya sea por variaciones en la actividad económica o industrial de

Estados Unidos, que es el principal socio comercial de México; por el brote de influenza registrado en 2009; por incertidumbre en temas de inversión debido a las bajas tasas de crecimiento y de eficiencia, entre otros factores.

De acuerdo con información de Banxico y del Sistema Nacional de Cuentas de México a través de INEGI, se contempla que, existen subsectores que presentan niveles de eficiencia más altos que otros; sin embargo, se observaron casos donde a pesar de la evolución económica reportada en algún año, la eficiencia de éstos se mantuvo en escalas mínimas.

El indicador del promedio de la eficiencia técnica del sector manufacturero fue de 0.130. Además, el promedio de todos los subsectores mostró una tendencia decreciente iniciando en 0.150 y concluyendo en 0.113 en 2019. Los puntos de mejor eficiencia se encuentran en 1990 con un indicador de 0.150, en 1991 y, 1994 con un indicador de 0.146 registrado para ambos años. Por otro lado, los puntos más altos de ineficiencia se observaron en los años 2009 y 2019 con cantidades de eficiencia de 0.117 y 0.113 respectivamente, tal como se aprecia en el Gráfico 5.

Gráfico 5. Eficiencia técnica. Media Geométrica del sector manufacturero 1990-2019.



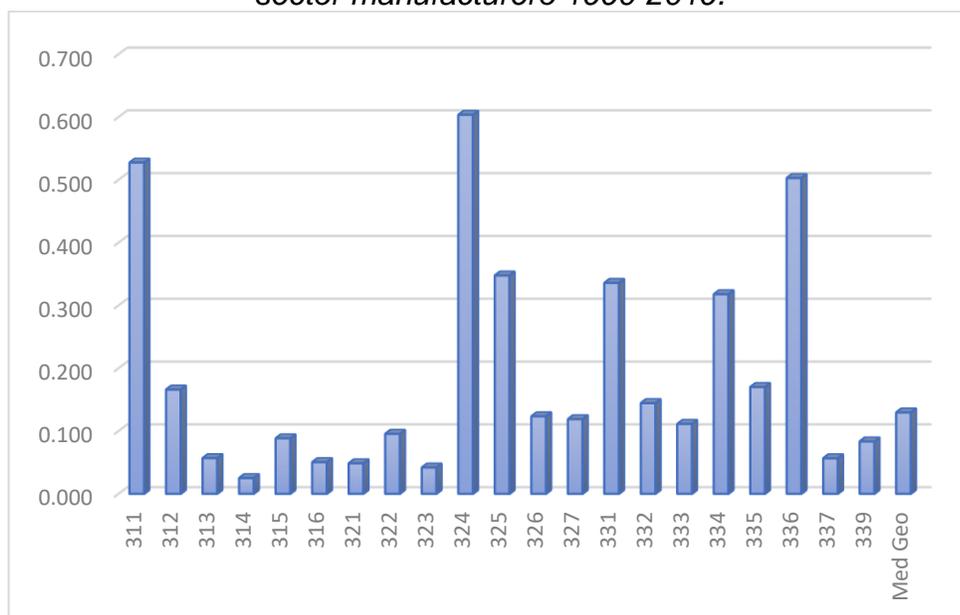
Fuente: Elaboración propia con datos de Proyecto KLEMS (2020) INEGI

Como se vio anteriormente, los mejores niveles de eficiencia del sector manufacturero se registraron en 1990, 1991 y 1994 en los cuales el incremento de la producción fue la principal característica de todos los sectores. La confianza de los inversionistas ante el eficiente escenario económico tuvo gran dinamismo y este comportamiento repercutió favorablemente. Por otra parte, los niveles de eficiencia más bajos se presentaron en 2009 y 2019 donde el estancamiento de la inversión y la reducción de la producción debido a la baja demanda externa de productos manufacturados y pérdida de empleos fueron las principales características.

Con base en información obtenida de Banxico (2000), las manufacturas obtuvieron tasas de crecimiento del 5.2 por ciento, 3.7 por ciento y 3.6 por ciento respectivamente para cada año.

De ello, el promedio de eficiencia del sector manufacturero fue de 0.130, donde los subsectores que registraron los mejores niveles de eficiencia durante el periodo de estudio fueron el 324-Fabricación de productos derivados del petróleo y carbón, 311-Industria alimentaria y 336-Fabricación de equipo de transporte con niveles de eficiencia técnica de 0.604, 0.527 y 0.503 respectivamente (Ver Gráfico 6). Por otra parte, los subsectores que registraron los mayores niveles de ineficiencia a través del tiempo fueron el 314-Fabricación de productos textiles excepto prendas de vestir, 323- Impresión e industrias conexas y 321-Industria de la madera con indicadores de eficiencia de 0.025, 0.042 y 0.049 respectivamente.

Gráfico 6. Eficiencia técnica. Media Geométrica de los subsectores del sector manufacturero 1990-2019.

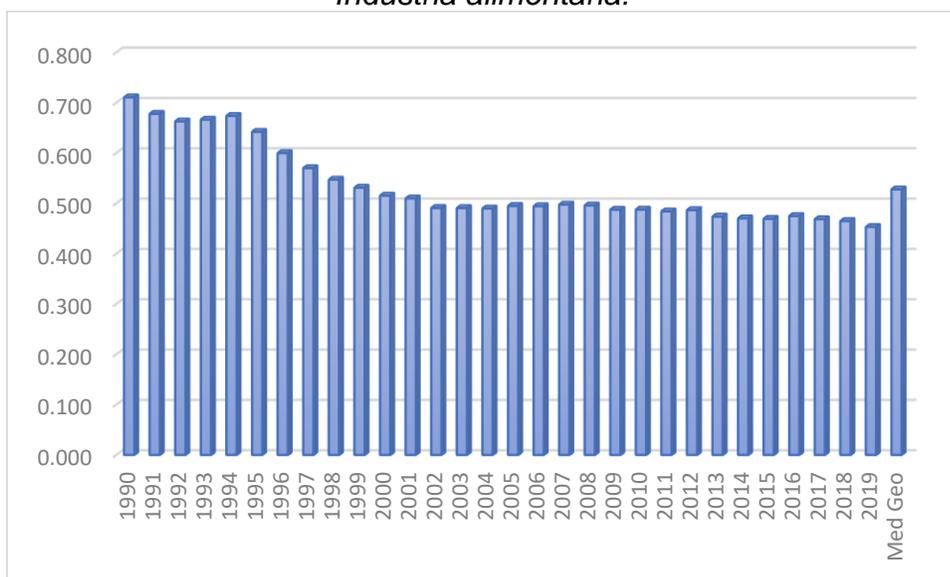


Fuente: Elaboración propia con datos de Proyecto KLEMS (2020) INEGI

Un cambio significativo en 1990 que favoreció al aumento de la eficiencia fue la apertura de la economía a la competencia exterior, ya que incrementó la producción, además, creó un clima favorable para la inversión que, a su vez, repercutió favorablemente en los mercados laborales; caso totalmente contrario a 2019, donde la economía registró una contracción en todas sus variables de eficiencia. De acuerdo con Banxico (1991), la división de alimentos tuvo un crecimiento de 3.1 por ciento en 1990 respecto al periodo anterior, crecimiento que fue impulsado por el aumento de exportaciones.

Por consiguiente, el nivel promedio de eficiencia técnica de 1990-2019 fue de 0.527 (Ver Gráfico 7). El subsector alimentario del sector manufacturero alcanzó una eficiencia de 0.710 en el primer año del periodo de estudio, mientras que el siguiente año consiguió una eficiencia de 0.678, indicadores que se tradujeron en una mayor eficiencia en comparación de los años 2018 y 2019 donde la eficiencia fue de 0.465 y 0.453 respectivamente.

Gráfico 7. Eficiencia técnica. Evolución temporal para el sector 311: Industria alimentaria.

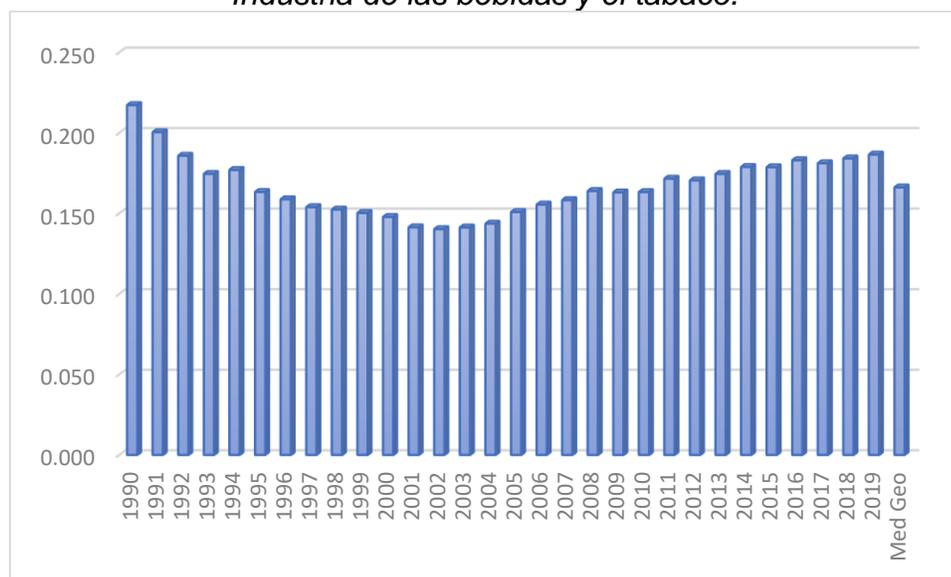


Fuente: Elaboración propia con datos de Proyecto KLEMS (2020) INEGI

Algunas de las posibles causas de la disminución de la eficiencia para los años 2000 y 2001 fueron los efectos que tuvo la desaceleración económica global sobre la producción y el empleo en México ya que ambas variables se contrajeron causando menor actividad productiva y pérdida de empleos, particularmente ocasionadas por la baja actividad económica de Estados Unidos durante esos años. Con base en el Sistema de Cuentas Nacionales (INEGI, 2001), el crecimiento del sector relacionado a las bebidas y tabaco registró una tasa de crecimiento del 2.6 por ciento para 2001 en conjunto con el sector de alimentos.

Así, la eficiencia media durante el periodo de estudio fue de 0.166, periodo en el cual la industria de bebidas y tabaco registró sus mejores niveles de eficiencia en los años 1990 y 1991, con 0.217 y 0.200 respectivamente, por lo tanto, estos indicadores se identificaron como los años de menor ineficiencia. Sin embargo, el mayor nivel de ineficiencia sucedió en los años 2001 y 2002, estos años respectivamente registraron una eficiencia de 0.141 y 0.140. (Ver Gráfico 8).

Gráfico 8. Eficiencia técnica. Evolución temporal para el sector 312: Industria de las bebidas y el tabaco.

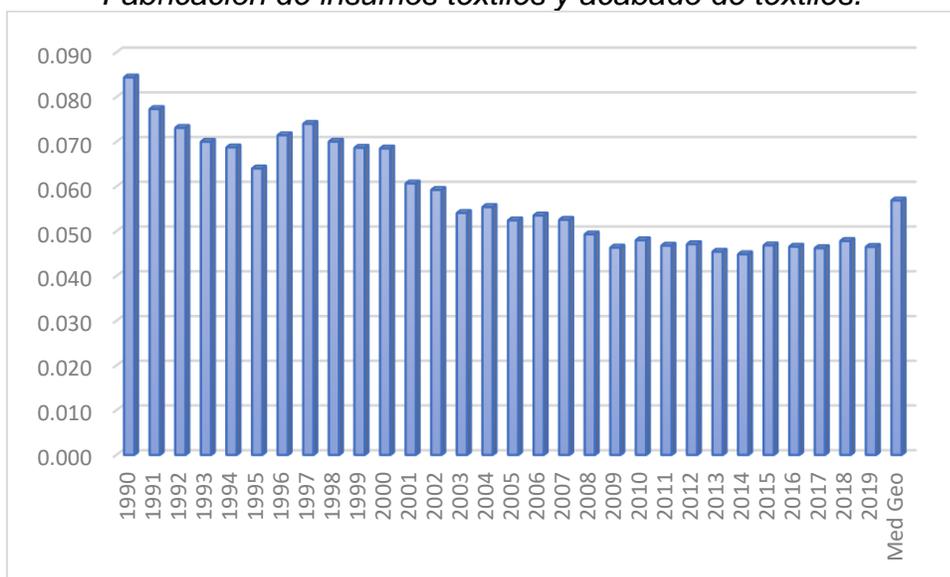


Fuente: Elaboración propia con datos de Proyecto KLEMS (2020) INEGI

Gracias a que la economía mexicana presentó una evolución positiva en 2017 derivada de las tendencias que habían iniciado un año antes, hubo un destacado crecimiento de la producción estimulado por el cambio de expectativas económicas, situación que llevó a una mejora de la inversión y a un aumento de la demanda de trabajadores. Sin embargo, a pesar del favorable ambiente económico, las modestas cifras de eficiencia del sector de textiles como la de hilados de fibras duras, se debieron a dificultades para adecuarse a un clima de competencia y de apertura comercial internacional (Banxico, 1997).

Por lo tanto, el nivel promedio de eficiencia fue de 0.057. Este subsector relacionado a la fabricación y acabado de insumos textiles del sector manufacturero, tal como se observa en el Gráfico 9, reportó tres periodos con las ineficiencias más bajas: 1990, 1991 y 1997. Después, se observa en general una caída de la eficiencia a través del tiempo donde el año 2014 registra un indicador de 0.045, el mayor indicador de ineficiencia.

Gráfico 9. Eficiencia técnica. Evolución temporal para el sector 313: Fabricación de insumos textiles y acabado de textiles.

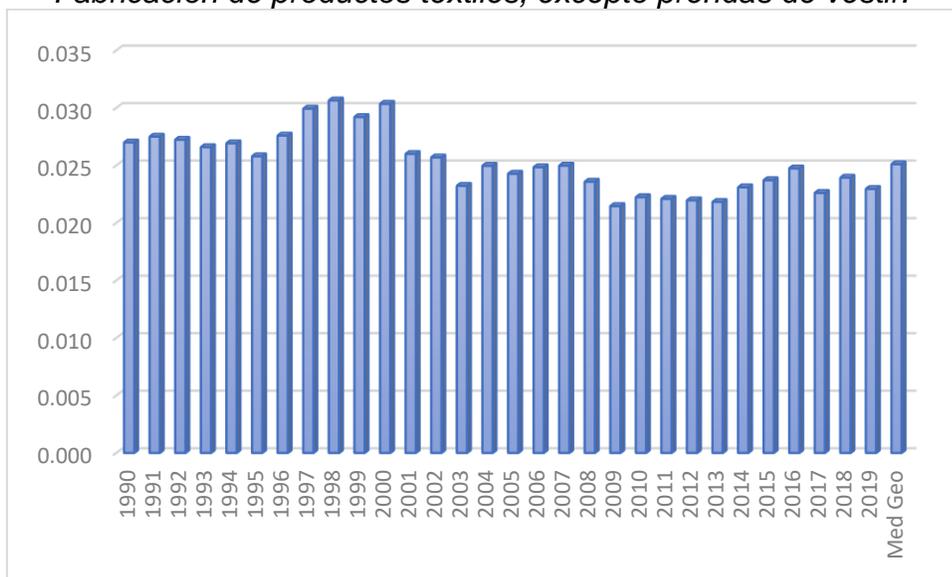


Fuente: Elaboración propia con datos de Proyecto KLEMS (2020) INEGI

En 1998 destacó el crecimiento económico de 7.2 por ciento, cifra que derivó de un aumento significativo de la ocupación en conjunto con una evolución favorable de las remuneraciones reales de los trabajadores (INEGI, 1999). Pero, aún ante ese escenario, el sector enfrentó problemas de suministro de insumos y materias primas. Por otra parte, en 2009 la eficiencia se vio afectada por una fuerte reducción de la demanda externa, lo que provocó una disminución en los niveles de inversión ante la incertidumbre del mercado.

De esta manera, el nivel medio de eficiencia del sector de fabricación de productos textiles durante el periodo de estudio fue de 0.025. Además, se observó una variación de la eficiencia a través del tiempo, pero, en particular, se manifestó una caída pronunciada de la eficiencia técnica en el año 2009. En contraste, la eficiencia más alta registrada fue de 0.031 en el año 1998 (Ver Gráfico 10).

Gráfico 10. Eficiencia técnica. Evolución temporal para el sector 314: Fabricación de productos textiles, excepto prendas de vestir.

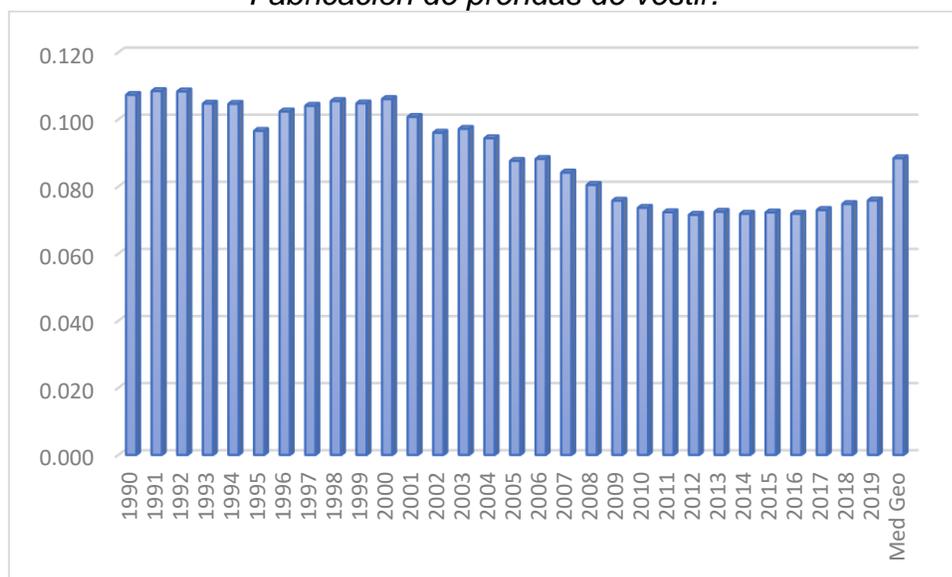


Fuente: Elaboración propia con datos de Proyecto KLEMS (2020) INEGI

Una de las razones que pudo haber influido en el nivel de eficiencia del segundo año del periodo de estudio fue la finalización del Tratado Trilateral de Libre Comercio con E. U. U. y Canadá ya que significó más dinamismo de la inversión y de la actividad económica. Por su parte, la disminución registrada en 1995, según datos de Banxico (1995), fue consecuencia de la disminución de la producción de prendas de vestir en un 5 por ciento debido a huelgas y cierre de empresas.

En consecuencia, la eficiencia media registrada fue de 0.088 (Ver Gráfico 11), por lo que, el sector de fabricación de prendas de vestir registró un indicador de crecimiento máximo de 0.108 de eficiencia técnica para 1991 y 1992. En particular, se observó una caída en 1995 y una tendencia decreciente que inició en el año 2010 y que finalizó hasta el año 2019.

Gráfico 11. Eficiencia técnica. Evolución temporal para el sector 315: Fabricación de prendas de vestir.

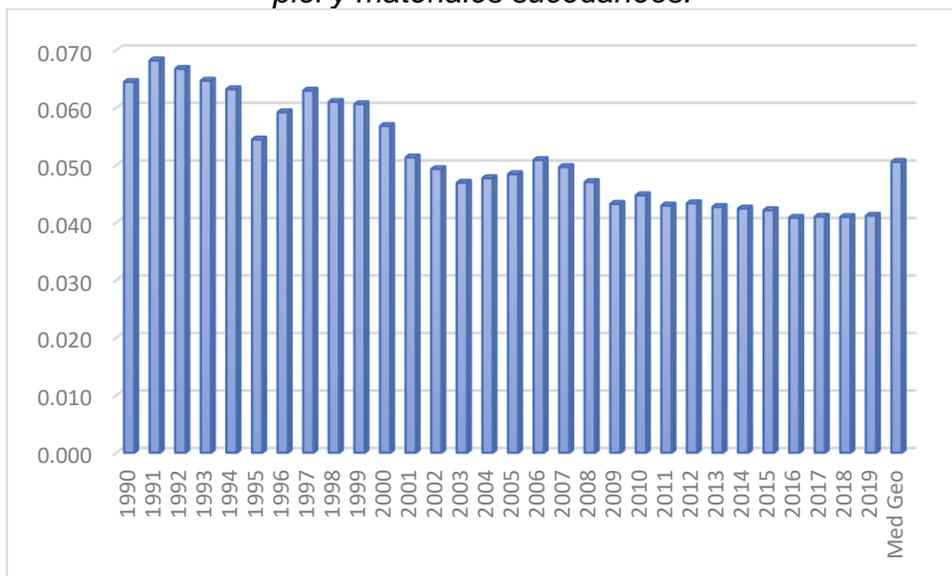


Fuente: Elaboración propia con datos de Proyecto KLEMS (2020) INEGI

Después de la abrupta caída observada en 1995, la economía experimentó un crecimiento gradual de la eficiencia que llegó a su máximo en 1997 donde gracias a la mejoría de la producción hubo menores costos de producción y de administración acompañada de una expansión de ventas. Acorde con información de Banxico (1997), el sector registró un crecimiento de 9.5 por ciento, derivado también del crecimiento de la inversión en ese año.

Así pues, el nivel medio de eficiencia para el sector relacionado al curtido y acabado de cuero y piel durante el periodo de estudio fue de 0.051. En promedio, la eficiencia mostró una tendencia decreciente hasta llegar a 2019, donde el nivel de ineficiencia más pronunciado fue en 2016. Los puntos más bajos de ineficiencia se encontraron en los años 1991 y 1992 con indicadores de eficiencia registrados de 0.068 y 0.067 tal como se aprecia en el Gráfico 12.

Gráfico 12. Eficiencia técnica. Evolución temporal para el sector 316: Curtido y acabado de cuero y piel, y fabricación de productos de cuero, piel y materiales sucedáneos.

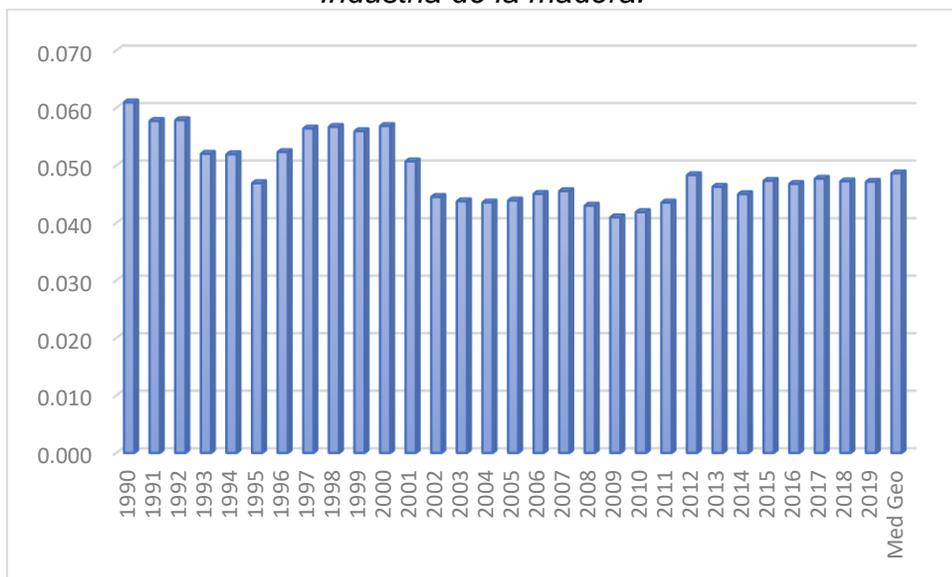


Fuente: Elaboración propia con datos de Proyecto KLEMS (2020) INEGI

En general, los años de menor eficiencia obtenida en la industria de la madera fueron consecuencia de un descenso de la actividad productiva en el país que resultó en una menor demanda de trabajadores, pérdida de empleos y un estancamiento de la inversión. La tasa de crecimiento para 2009 a precios de 2003 para el sector fue de -4.3 por ciento según datos del Sistema de Cuentas Nacionales (INEGI, 2010), cifra que es congruente con el nivel de eficiencia obtenido durante el periodo de estudio.

Así, la eficiencia media del periodo de estudio fue de 0.049, por lo que se mantuvo en niveles bajos respecto a la eficiencia técnica. Sin embargo, la industria de madera registró sus mejores eficiencias en la década de los 90 con indicadores de 0.061 y 0.058 para 1991 y 1992. Por otro lado, los mayores niveles de ineficiencia sucedieron en los años 2009 y 2010, estos años respectivamente registraron eficiencias de 0.041 y 0.042. (Ver Gráfico 13).

Gráfico 13. Eficiencia técnica. Evolución temporal para el sector 321: Industria de la madera.

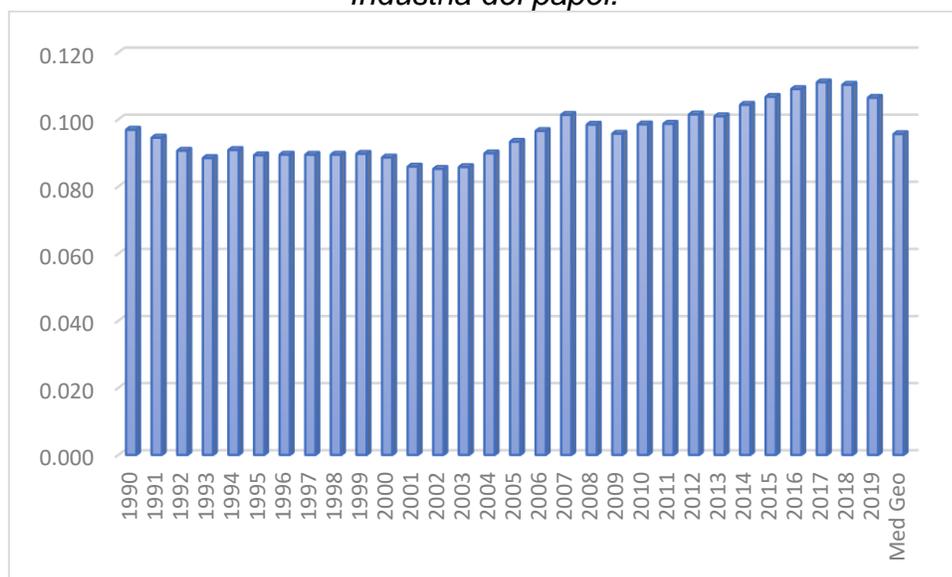


Fuente: Elaboración propia con datos de Proyecto KLEMS (2020) INEGI

Pese a los sismos ocurridos en septiembre de 2017, las exportaciones continuaron con la tendencia creciente que había iniciado años antes, aunque con indicios de cierta desaceleración. Las tasas de ocupación continuaron creciendo al mismo tiempo que la tasa de informalidad mostraba una disminución significativa. De acuerdo con información obtenida del Sistema de Cuentas Nacionales (INEGI, 2019), la tasa de crecimiento del sector de papel del año 2017 a precios de 2003 presentó una variación anual de 2.1 por ciento.

De esta manera, la eficiencia media de la industria del papel durante el periodo de estudio fue de 0.096. El periodo de 2001 a 2003 registró los niveles de ineficiencia más altos. Posteriormente, se presentó una evolución favorable a través del tiempo hasta lograr alcanzar los mejores niveles de eficiencia en 2017 y 2018 con indicadores de eficiencia técnica de 0.111 y 0.110 respectivamente (Ver Gráfico 14).

Gráfico 14. Eficiencia técnica. Evolución temporal para el sector 322: Industria del papel.

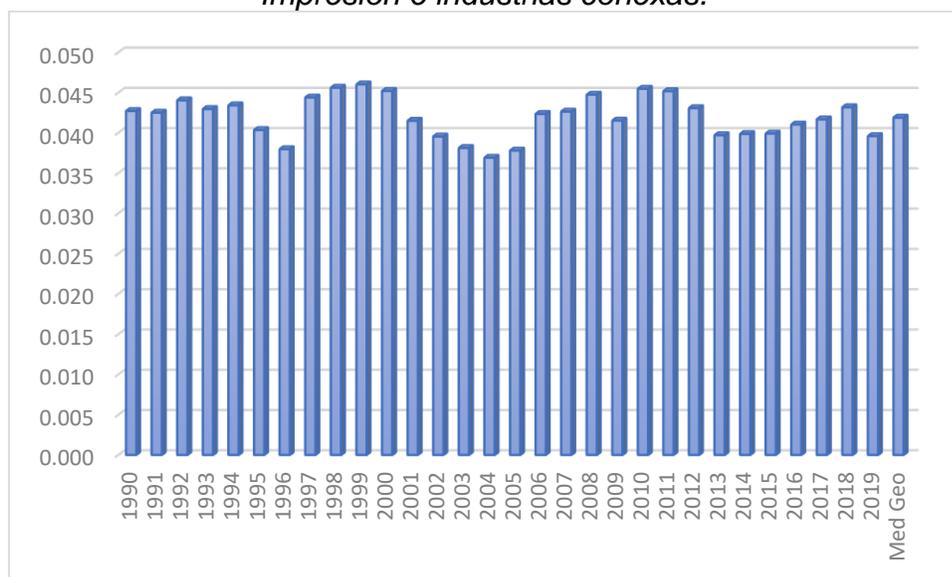


Fuente: Elaboración propia con datos de Proyecto KLEMS (2020) INEGI

A lo largo de 1996, la producción de los productos derivados del sector manufacturero presentó un crecimiento de 10.9 por ciento donde la mayoría de los subsectores obtuvieron un aumento. De acuerdo con información de Banxico (1999), el ritmo de actividad del sector industrial se fortaleció debido a un aumento del nivel de confianza en el escenario de negocios, asimismo permitió un incremento de la inversión y del empleo formal con una tasa de crecimiento de 5.3 por ciento de las remuneraciones reales; sin embargo, el sector relacionado con la imprenta no registró crecimiento alguno,

En consecuencia, el nivel promedio de eficiencia fue de 0.042, por lo que ésta se mantuvo en niveles bajos respecto al uso óptimo de factores de producción. Además, el subsector de impresión e industrias conexas del sector manufacturero presentó variaciones en la eficiencia a lo largo del periodo de estudio (Ver Gráfico 15), donde los periodos que registraron los mejores niveles de eficiencia fueron 1998 y 1999; en contraste, los años donde se registraron las mayores ineficiencias fueron 1996 y 2004.

Gráfico 15. Eficiencia técnica. Evolución temporal para el sector 323: Impresión e industrias conexas.

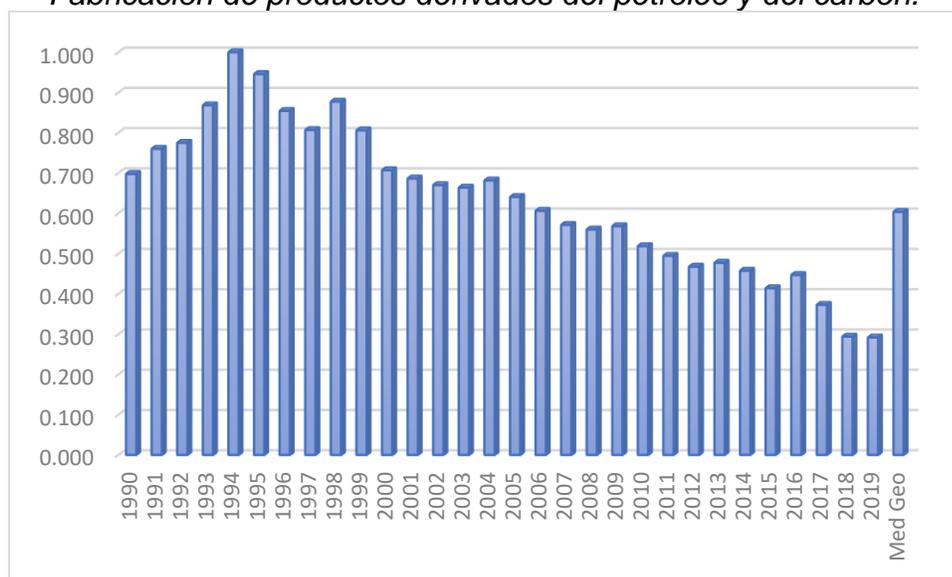


Fuente: Elaboración propia con datos de Proyecto KLEMS (2020) INEGI

El año de 1994 fue un periodo caracterizado por el incremento de la productividad de mano de obra, aumento de las remuneraciones medias y un mayor dinamismo de las exportaciones por ventas de bienes manufacturados, que se tradujo en un aumento de la inversión y el empleo. Acorde al informe anual de Banxico (1994), en cuanto a manufacturas del subsector, se registró un notable crecimiento de 5.1 por ciento para ese año, cifra congruente con la eficiencia observada en el mismo año, por lo tanto, el favorable desempeño de la producción fue un reflejo de la recuperación de las ventas del sector.

Así pues, el nivel medio de eficiencia para el sector de fabricación de productos derivados del petróleo y del carbón durante el periodo de estudio fue de 0.604. En promedio, la eficiencia mostró una tendencia decreciente hasta llegar a 2019; sin embargo, 1.000 y 0.946 fueron los indicadores registrados de eficiencia para los años 1994 y 1995 respectivamente, donde esta estuvo en su mejor momento. Los puntos más altos de ineficiencia se encontraron en los años 2018 y 2019 con eficiencias de 0.294 y 0.292 respectivamente, tal como se aprecia en el Gráfico 16.

Gráfico 16. Eficiencia técnica. Evolución temporal para el sector 324: Fabricación de productos derivados del petróleo y del carbón.

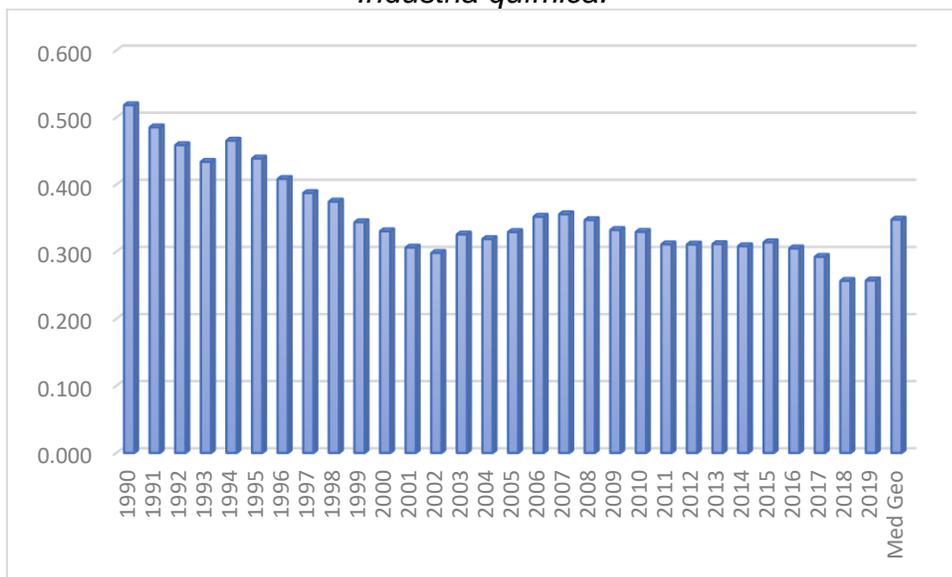


Fuente: Elaboración propia con datos de Proyecto KLEMS (2020) INEGI

La política comercial implementada en 1990 permitió a la industria química conseguir los niveles de eficiencia que presenta gracias a un aumento de la producción y la inversión. Por otro lado, la caída observada en 2002 fue una consecuencia de una evolución menos favorable, ya que la producción tuvo un ritmo de crecimiento lento, debido a la recesión de la actividad económica en Estados Unidos, situación que explica el importante vínculo comercial entre éste y México. Acorde a información obtenida del Sistema de Cuentas Nacionales (INEGI, 2003), la tasa de crecimiento del sector del año 2002 a precios de 1993 presentó una variación anual de -0.2 por ciento en conjunto con el subsector relacionado a los productos derivados del petróleo y plásticos.

Así, el nivel promedio de eficiencia resultante de 1990-2019 fue de 0.348 (Ver Gráfico 17). El subsector químico del sector manufacturero presentó una tendencia decreciente a través del tiempo, donde presentó sus eficiencias más altas en el primer y segundo año del periodo de estudio; no obstante, en 2018 y 2019 el subsector consiguió sus indicadores mínimos de eficiencia de 0.256 y 0.257 respectivamente.

Gráfico 17. Eficiencia técnica. Evolución temporal para el sector 325: Industria química.

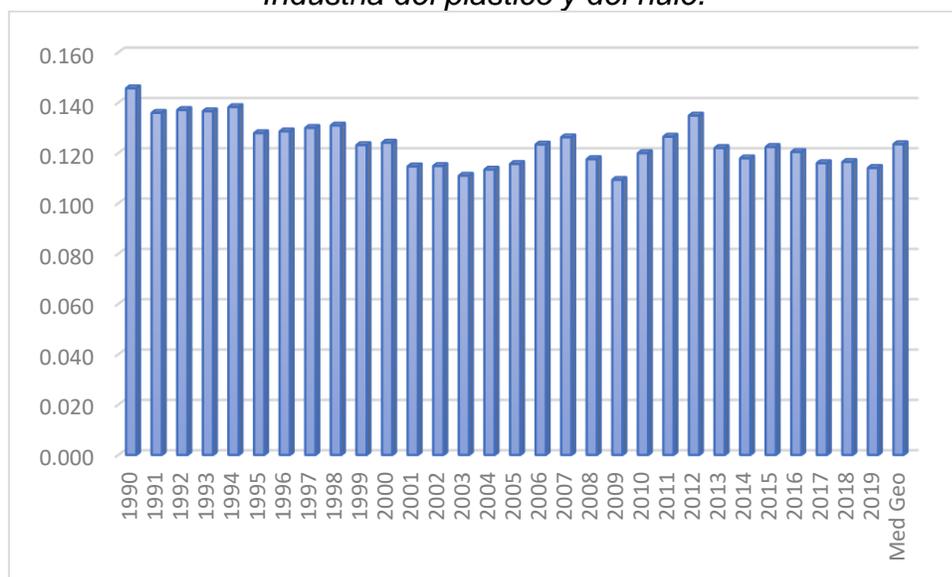


Fuente: Elaboración propia con datos de Proyecto KLEMS (2020) INEGI

En 2012 se presenta uno de los niveles más altos de eficiencia de la industria del plástico y hule, situación a la que se llegó a través de la solidez del marco macroeconómico de la economía y de los inversionistas, que, sin duda, contribuyeron a un menor nivel de ineficiencia respecto a otros años. Tomando como referencia los datos del Sistema de Cuentas Nacionales de México (INEGI, 2013), esta industria reportó una alta tasa de crecimiento de 10.1 por ciento para 2012 a precios de 2008, en comparación con la tasa reportada del año donde la eficiencia estuvo en su mínimo nivel, 2009, con una tasa de crecimiento de -9.9 por ciento.

De forma que, el nivel promedio de eficiencia de la industria del plástico y del hule resultó en 0.123, tal como se observa en el Gráfico 18. Se aprecian dos puntos máximos caracterizados por los mejores indicadores de eficiencia, 1990 y 1994. Por el contrario, en los años 2003 y 2009 se registraron los mayores niveles de ineficiencia del periodo de estudio, con cantidades de 0.111 y 0.109 respectivamente.

Gráfico 18. Eficiencia técnica. Evolución temporal para el sector 326: Industria del plástico y del hule.

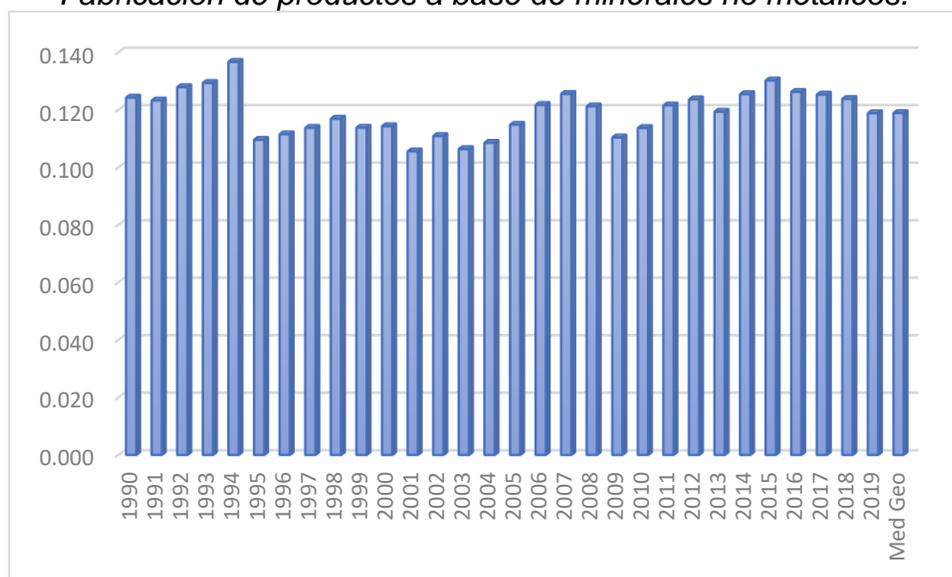


Fuente: Elaboración propia con datos de Proyecto KLEMS (2020) INEGI

La desaceleración de la actividad económica fue más acentuada en la industria manufacturera en 2001, situación que se reflejó en una pérdida significativa de empleos formales, particularmente, aquellos ligados a la actividad exportadora y, en consecuencia, la inversión también registró un nivel menor. Con base en información obtenida del Sistema de Cuentas Nacionales (INEGI, 2002), la tasa de crecimiento del sector para 2001 a precios de 1993 presentó una variación anual de -1.7 por ciento comparado con la cifra de crecimiento de 1994 de 4.6 por ciento.

De tal forma, el nivel promedio de eficiencia de este sector fue de 0.119, por lo que ésta se mantuvo en niveles bajos respecto al uso óptimo de factores de producción. El sector de fabricación de productos a base de minerales no metálicos presentó variaciones en su eficiencia a lo largo del periodo de estudio (Ver Gráfico 19). Los periodos que registraron los mejores niveles de eficiencia técnica fueron 1994 con una cifra de 0.137 y 2015 con 0.130; en contraste, los años que registraron las mayores ineficiencias fueron 2001 y 2003 con un indicador de eficiencia de 0.106 para ambos años.

**Gráfico 19. Eficiencia técnica. Evolución temporal para el sector 327:
Fabricación de productos a base de minerales no metálicos.**

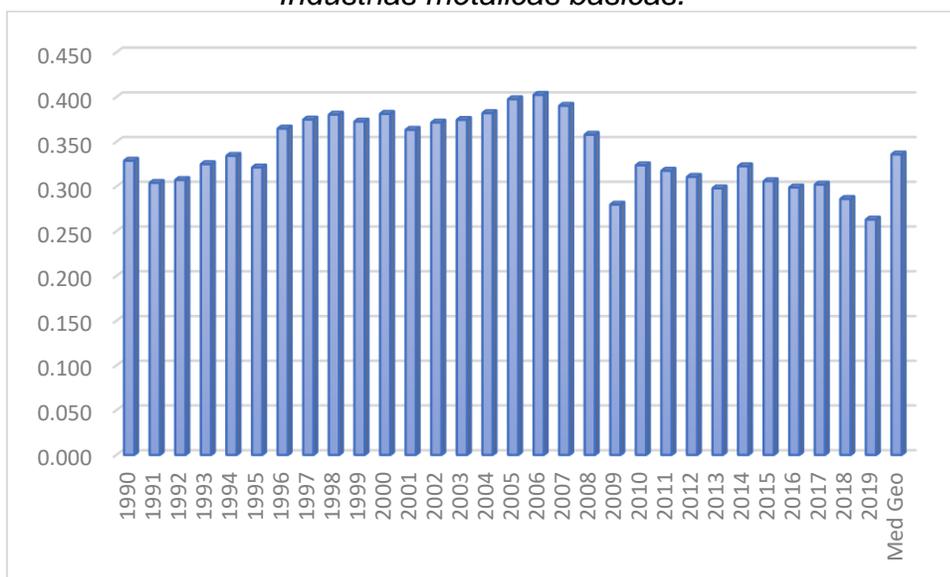


Fuente: Elaboración propia con datos de Proyecto KLEMS (2020) INEGI

La apertura comercial implementada en 1990 permitió a las industrias metálicas básicas comenzar el periodo de estudio con niveles deseados de eficiencia, sin embargo, después de la tendencia positiva que presentó, una caída en las exportaciones manufactureras y el brote de influenza A (H1N1) que comenzaba a surgir causó una caída en la inversión, producción y el empleo, afectando a la eficiencia. De acuerdo con la Encuesta Mensual de Coyuntura en el Sector Manufacturero de Banxico (2009), la utilización de la capacidad productiva mantuvo un nivel inferior a lo observado antes del inicio de la crisis, por lo que la tasa de crecimiento a precios de 2003 fue de -17.1 por ciento para 2009.

Por consiguiente, la eficiencia media del sector fue de 0.336, lo que convierte a este subsector en uno con los mejores niveles de eficiencia respecto a los demás subsectores del sector manufacturero. No obstante, en el comportamiento de la eficiencia de las industrias metálicas básicas se observó una tendencia variable a través del tiempo, donde la eficiencia técnica destacó en los años 2005 y 2006 por sus bajos niveles de ineficiencia; en cambio, en 2009 y 2019 se observaron los niveles más altos de ineficiencia (Ver Gráfico 20).

Gráfico 20. Eficiencia técnica. Evolución temporal para el sector 331: Industrias metálicas básicas.

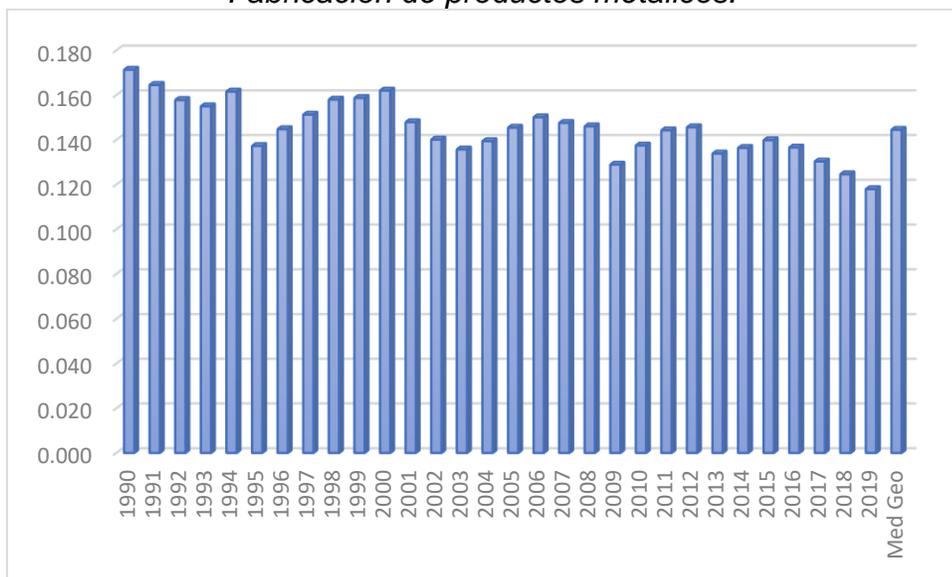


Fuente: Elaboración propia con datos de Proyecto KLEMS (2020) INEGI

Como efecto del comercio al exterior de 1990, la producción presentó un incremento que resultó congruente con el nivel de eficiencia registrado en ese año. Por otro lado, 2019 fue el periodo de menor nivel de eficiencia técnica derivado de la tendencia decreciente que el sector había demostrado por varios años, situación que estuvo asociada a evolución desfavorable de exportaciones manufactureras, y, por lo tanto, de producción. Según datos de Banxico (1990), las manufacturas de productos metálicos tuvieron una tasa de crecimiento del 5.2 por ciento en el mismo año, evolución impulsada por los niveles altos de exportación.

Así, la eficiencia media registrada durante el periodo de estudio fue de 0.144, lo que significó que el nivel de eficiencia fuera de los deseados (Ver Gráfico 21). Asimismo, la fabricación de productos metálicos presentó una eficiencia variable a través del tiempo con una tendencia decreciente. Se advierten tres periodos con la mejor eficiencia técnica: 1990, 1994 y 2000 y, por otro lado, se perciben dos caídas respecto a la eficiencia en los años 2009 y 2019 con indicadores de 0.129 y 0.118 respectivamente.

Gráfico 21. Eficiencia técnica. Evolución temporal para el sector 332: Fabricación de productos metálicos.

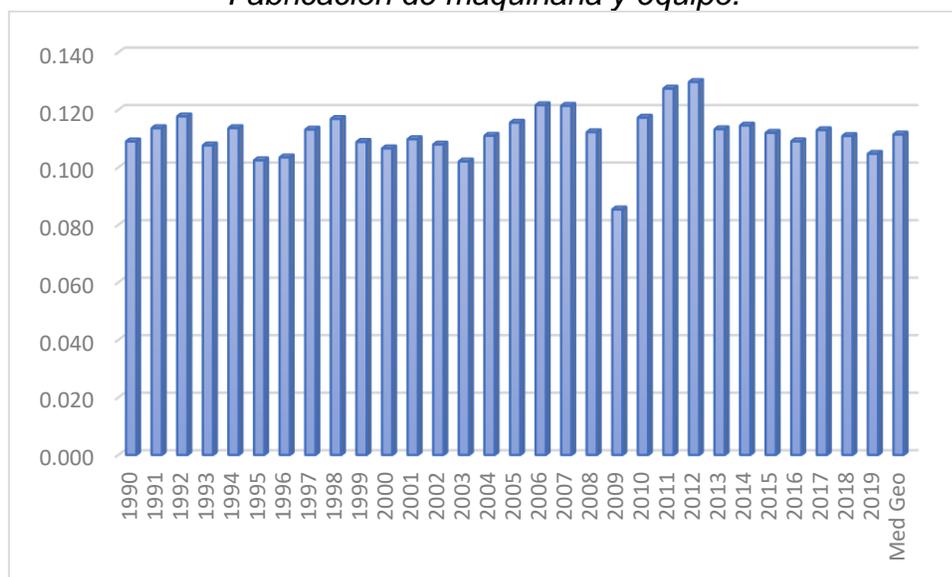


Fuente: Elaboración propia con datos de Proyecto KLEMS (2020) INEGI

Considerando uno de los años con los niveles de eficiencia más altos; en 2011, la actividad económica presentó una evolución favorable a pesar de que el entorno internacional limitó el crecimiento de México. En adición, 2009 continuó con la persistente tendencia negativa que caracterizó los bajos niveles de eficiencia en todos los subsectores del sector manufacturero. Por su parte, Banxico (2011) afirmó que, a pesar del crecimiento, la inversión mostró una pérdida de dinamismo a finales del año, lo que se reflejó en un estancamiento en maquinaria y equipo nacional.

Por lo tanto, el nivel promedio de eficiencia para el sector fue de 0.111, donde la fabricación de maquinaria y equipo presentó variaciones en sus niveles de eficiencia técnica a lo largo del periodo de estudio (Ver Gráfico 22). Los periodos que registraron los mejores niveles de eficiencia fueron 2011 y 2012 con cifras de 0.127 y 0.130 respectivamente; en contraste, el año que presentó la mayor ineficiencia fue 2009 con un indicador de 0.085.

Gráfico 22. Eficiencia técnica. Evolución temporal para el sector 333: Fabricación de maquinaria y equipo.

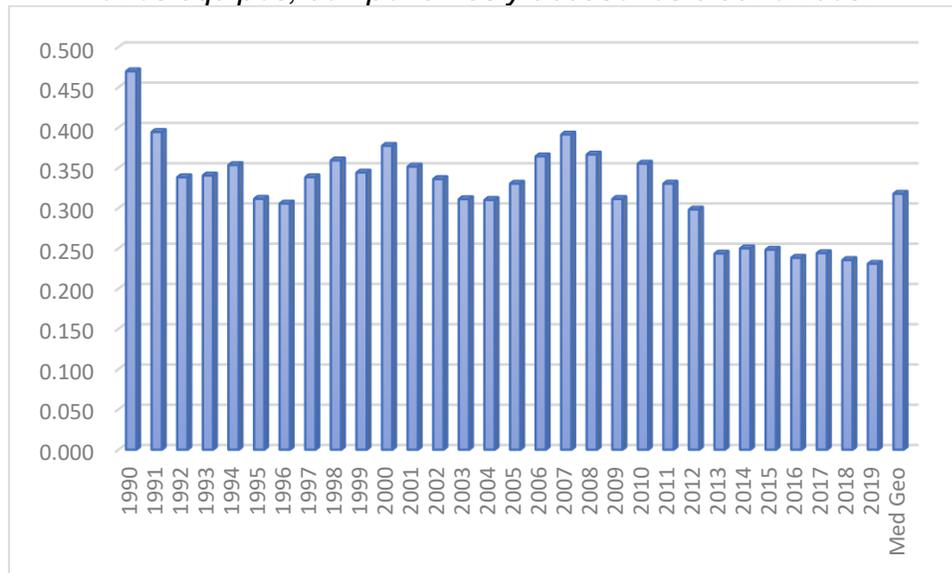


Fuente: Elaboración propia con datos de Proyecto KLEMS (2020) INEGI

La caída del nivel de eficiencia registrada en 1991 estuvo relacionada con la debilidad de demanda externa que desalentó a la inversión; no obstante, el cambio económico estructural significó un aumento importante en la productividad por trabajador que permitió mejorar los niveles de producción. En 2018, uno de los años de mayor ineficiencia, debió su comportamiento al estancamiento de exportaciones manufactureras, lo cual acentuó la tendencia desfavorable de la inversión y del empleo. Con base en información obtenida del Sistema de Cuentas Nacionales (INEGI, 2014), la tasa de crecimiento del sector, registrada en 2013 a precios de 2008, presentó una variación anual de 1.6 por ciento mientras que la tasa de crecimiento de 2012 fue de 5.3 por ciento.

Por consiguiente, el nivel medio de eficiencia para el sector relacionado con equipo de computación y comunicación durante el periodo de estudio fue de 0.318 (Ver Gráfico 23). En promedio, la eficiencia técnica muestra una tendencia decreciente; sin embargo, 0.470 y 0.391 fueron los indicadores registrados para los años 1990 y 2007 respectivamente, donde la eficiencia estuvo en sus niveles más altos. Por otra parte, los puntos más altos de ineficiencia se encontraron en los años 2018 y 2019 con indicadores de 0.236 y 0.231 respectivamente.

Gráfico 23. Eficiencia técnica. Evolución temporal para el sector 334: Fabricación de equipo de computación, comunicación, medición y de otros equipos, componentes y accesorios electrónicos.

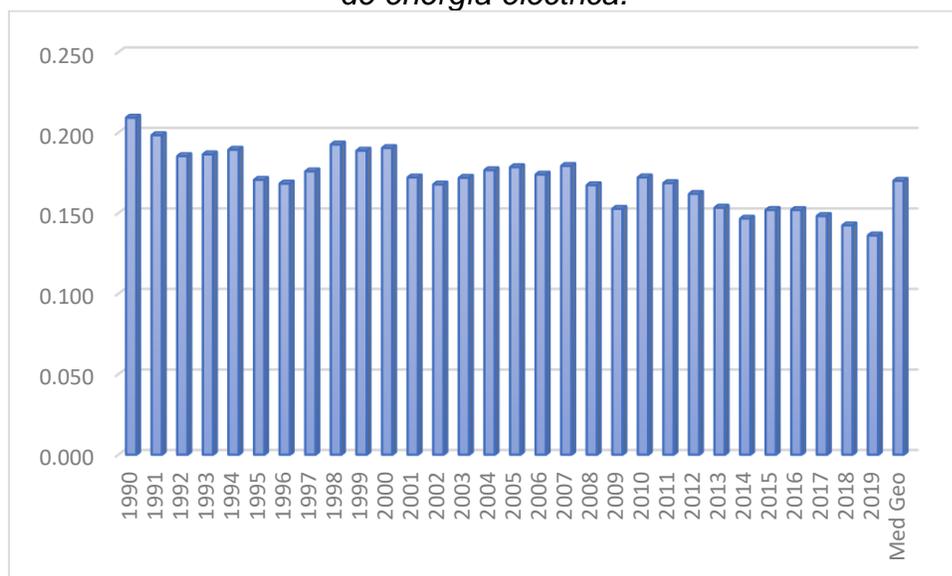


Fuente: Elaboración propia con datos de Proyecto KLEMS (2020) INEGI

Uno de los mayores niveles de ineficiencia para este sector fue registrado en 1996, año que se caracterizó por una fase de recuperación de la producción, luego de la contracción que sufrió un periodo antes. Además, la recuperación de la actividad económica contribuyó a un alza en el mercado laboral; sin embargo, a pesar del buen escenario económico, este sector mantuvo una evolución negativa de su eficiencia. Acorde a datos del Sistema de Cuentas Nacionales (INEGI, 2019), entre las manufacturas caracterizadas por su baja producción y, por tanto, de eficiencia, se encuentra el sector relacionado a la fabricación de equipo de generación de energía con una tasa de crecimiento preliminar de -0.9 por ciento a precios de 2013 para 2019.

De tal forma, la eficiencia media del sector resultó en 0.170 a lo largo del periodo de estudio. En la eficiencia del sector de fabricación de accesorios, aparatos eléctricos y equipo de generación de energía eléctrica se observó una conducta volátil con tendencia decreciente a lo largo del periodo de estudio (Ver Gráfico 24). En 1990 se obtuvo un óptimo indicador de eficiencia técnica de 0.209; caso contrario, los niveles presentados en los años 2014, 2018 y 2019, que fueron los niveles más altos de ineficiencia.

Gráfico 24. Eficiencia técnica. Evolución temporal para el sector 335: Fabricación de accesorios, aparatos eléctricos y equipo de generación de energía eléctrica.



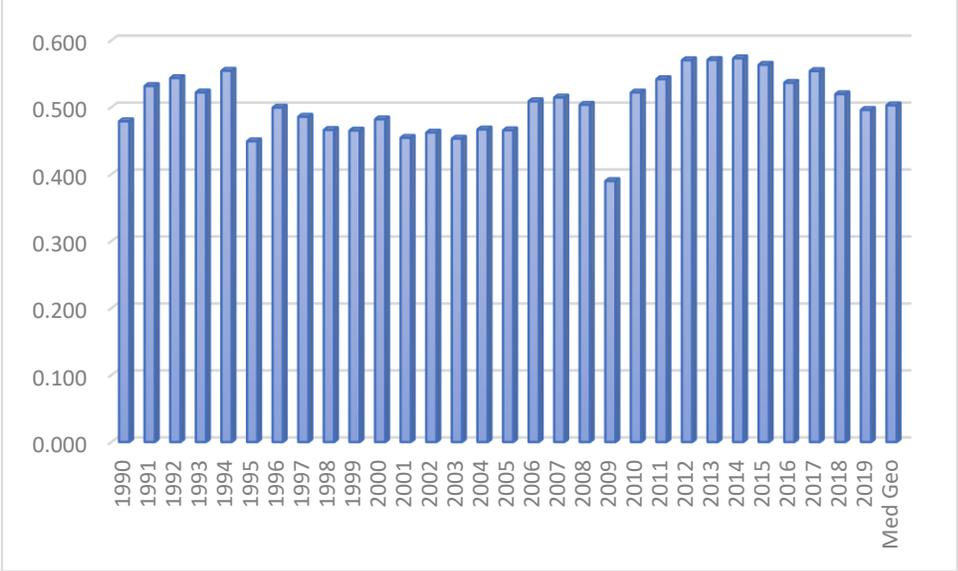
Fuente: Elaboración propia con datos de Proyecto KLEMS (2020) INEGI

Durante 2013, la actividad económica se mantuvo en aumento a un menor ritmo en comparación con otros periodos. El empleo tuvo un comportamiento ascendente que permitió observar una tendencia creciente a lo largo del año, derivado de un crecimiento de trabajadores asegurados en el IMSS, lo que redujo los niveles de desocupación nacional, mientras que, en 2014 considerando el clima económico descrito anteriormente y en conjunto con un aumento de exportaciones manufactureras, que permitieron incrementar la producción, la eficiencia alcanzó su cifra máxima en el sector de fabricación de equipo de transporte. De acuerdo con información de Banxico (2015), el sector registró un crecimiento de 5.6 por ciento en 2013 y de 12.1 por ciento en 2014, cifras que resultan congruentes con los niveles de eficiencia observados en esos periodos.

Por ello, la eficiencia técnica media del sector fue de 0.503, indicador que resulta congruente de acuerdo con el crecimiento observado del subsector manufacturero. El subsector de fabricación de equipo de transporte presentó una conducta ascendente durante el periodo de estudio tal como se aprecia en el Gráfico 25, donde los niveles de eficiencia técnica más altos fueron registrados en los años 2013 y 2014 con indicadores

de 0.571 y 0.573 respectivamente; en contraste, 2009 presentó el nivel más alto de ineficiencia con 0.390.

Gráfico 25. Eficiencia técnica. Evolución temporal para el sector 336: Fabricación de equipo de transporte.

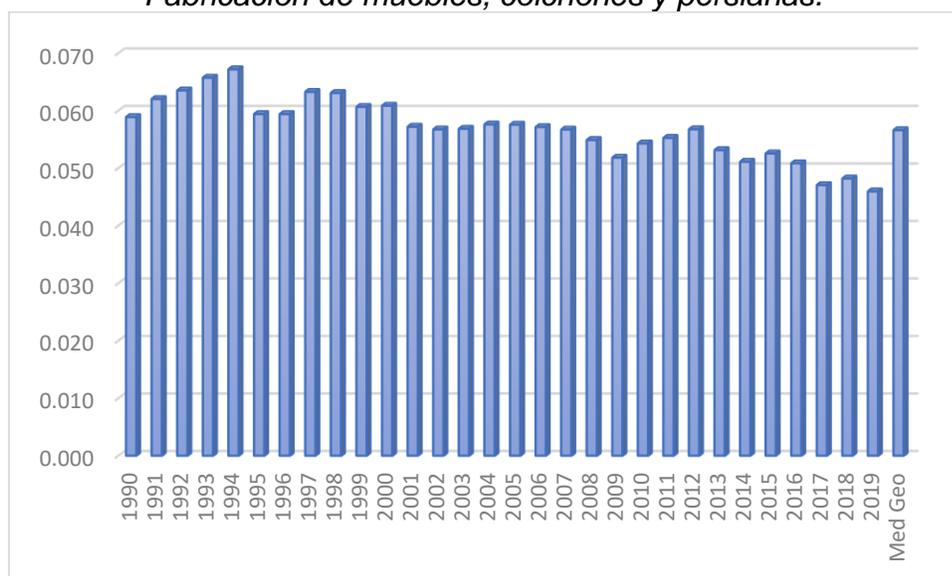


Fuente: Elaboración propia con datos de Proyecto KLEMS (2020) INEGI

Algunos de los periodos de mayor eficiencia después de 1994 fueron 1997 y 1998. Los bajos niveles de ineficiencia de estos años fueron consecuencia de la expansión de demanda interna y el buen desempeño de producción del sector manufacturero, esto permitió llegar a niveles altos de inversión y a un incremento de la cantidad de trabajadores asegurados en el IMSS, es decir, un aumento del empleo. Con base en los datos registrados en el Sistema de Cuentas Nacionales (INEGI, 2019), en los años de menor eficiencia se registró un -4.8 por ciento de crecimiento para 2017 y -3.6 por ciento para 2019 como efecto de las caídas de producción del sector manufacturero.

Así, el promedio de la eficiencia técnica durante el periodo de estudio del sector de fabricación de muebles, colchones y persianas fue de 0.057. En general, la eficiencia mostró una tendencia decreciente; sin embargo, las cifras registradas para los años 1993 y 1994 mostraron a la eficiencia en su mayor punto (0.066 y 0.067 respectivamente). Los puntos más altos de ineficiencia se observaron en los años 2018 y 2019 con una eficiencia registrada de 0.048 y 0.046 respectivamente, tal como se aprecia en el Gráfico 26.

Gráfico 26. Eficiencia técnica. Evolución temporal para el sector 337: Fabricación de muebles, colchones y persianas.



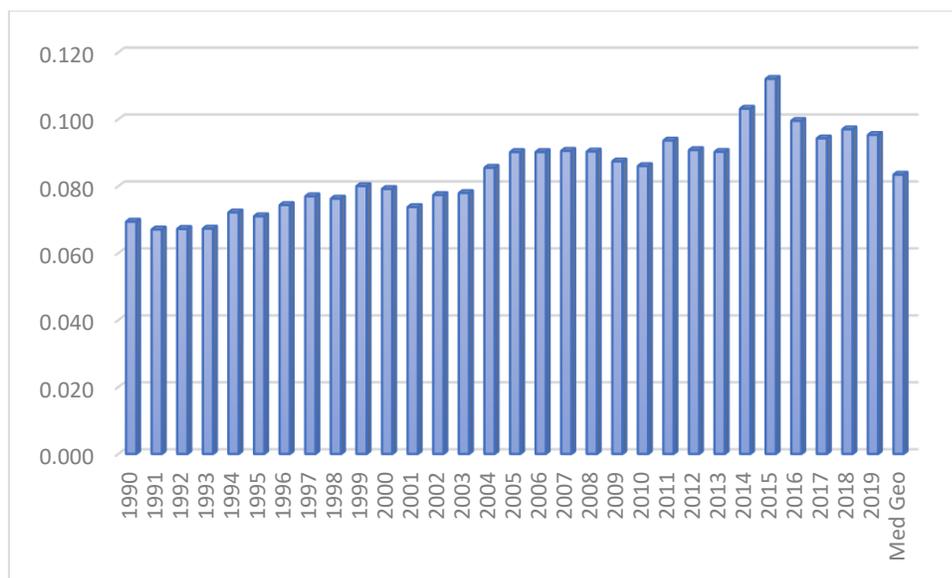
Fuente: Elaboración propia con datos de Proyecto KLEMS (2020) INEGI

El año de mayor eficiencia observado en otras industrias manufactureras se caracterizó por un estancamiento de las exportaciones manufactureras debido a una disminución de la demanda de productos mexicanos por Estados Unidos, que también atravesaba una fase de baja actividad industrial. A pesar de estos inconvenientes, la producción manufacturera mantuvo una tendencia positiva y una evolución favorable del mercado laboral que se reflejó en la eficiencia del sector en 2015. Acorde a datos del Sistema de Cuentas Nacionales de México (INEGI, 2016), la tasa de crecimiento de estas industrias a precios de 2008 fue de 4.7 por ciento de crecimiento en 2015 comparado con la tasa de crecimiento de 2002 de -3.2 por ciento a precios de 1993. Por lo tanto, estas cifras resultan congruentes con los factores relacionados a la eficiencia reportada en esos periodos de estudio.

De esta manera, la eficiencia técnica media del sector 339-Otras industrias manufactureras fue de 0.083, lo que significó que, a pesar del crecimiento del sector, la eficiencia se mantuvo en niveles bajos. Además, a lo largo del periodo de estudio, el sector presentó una tendencia creciente tal como se aprecia en el Gráfico 27. En particular, 2015 fue el año en donde el uso eficiente de factores llegó a su mejor punto

con un indicador de eficiencia técnica de 0.112; en contraste, en el periodo de 1991-1993 se presentaron los mayores niveles de ineficiencia.

Gráfico 27. Eficiencia técnica. Evolución temporal para el sector 339: Otras industrias manufactureras.



Fuente: Elaboración propia con datos de Proyecto KLEMS (2020) INEGI

Una vez realizado el análisis de la eficiencia considerando en la función de producción al acervo de capital, a continuación, se presenta el análisis considerando a la formación bruta de capital fijo, el cual permite contrastar los resultados obtenidos.

4.4 Análisis de la eficiencia técnica considerando la Formación Bruta de Capital Fijo en la función de producción.

Teóricamente, el análisis de funciones de producción de frontera estocástica establece que para su estimación se deben considerar variables de inversión y empleo. De esta manera empírica que sugiere que, particularmente la variable de inversión sea alguna variable de stock, sin embargo, en el caso de los análisis, en su mayoría se realizan con una variable de flujo y, por ello, en este apartado se estima a eficiencia técnica considerando a la Formación Bruta de Capital Fijo. Así, a continuación, se presentan los resultados obtenidos, al considerar en la función de producción a esta variable.

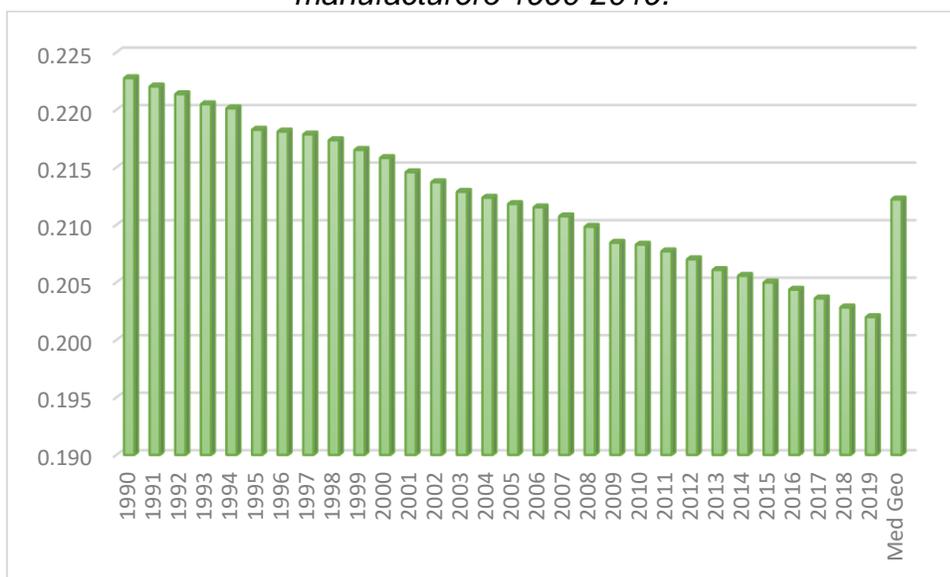
Es importante mencionar que la pérdida de dinamismo que presentó en general el sector manufacturero, surgida en 1995 fue en mayor parte consecuencia de la devaluación de la moneda nacional, que además generó una marcada contracción de la producción manufacturera, la inversión y el empleo. Además, hubo un incremento de la posición deudora de empresas y familias con el sistema financiero nacional.

De acuerdo con el informe anual de Banxico (1995), ante la falta de ahorro externo, la formación bruta de capital se financió con el ahorro interno bruto, consiguiendo una disminución de 23.5 por ciento en 1994 a 19.4 por ciento en 1995. Ante esta situación, el impacto fue directo en los niveles de eficiencia a lo largo del periodo de estudio, marcando una diferencia entre los periodos de 1990-1994 y 1995-2019, ya que la eficiencia técnica no logró alcanzar los altos niveles que obtuvo en los primeros años de estudio.

La eficiencia técnica de los subsectores del sector manufacturero presentó distintos niveles, debido a las diversas situaciones que enfrentaba el país. De acuerdo con los años registrados con la mejor eficiencia que fueron 1990 y 1991, la formación bruta de capital fijo se caracterizó por un incremento financiado por nuevas inversiones extranjeras, así como las reformas que indujeron a mejores niveles de eficiencia técnica.

De esta manera, la eficiencia media durante el periodo de estudio fue de 0.212, lo que significó que la eficiencia técnica se mantuvo en bajos niveles. En general, su comportamiento en el sector manufacturero de 1990-2019 muestra una tendencia decreciente (Ver Gráfico 28). Los indicadores de mejor eficiencia se encuentran en 1990 y 1991 con 0.223 y 0.222 respectivamente. Por otro lado, el punto más alto de ineficiencia se observó en año 2019 con un indicador de 0.202.

Gráfico 28. Eficiencia técnica. Media Geométrica del sector manufacturero 1990-2019.

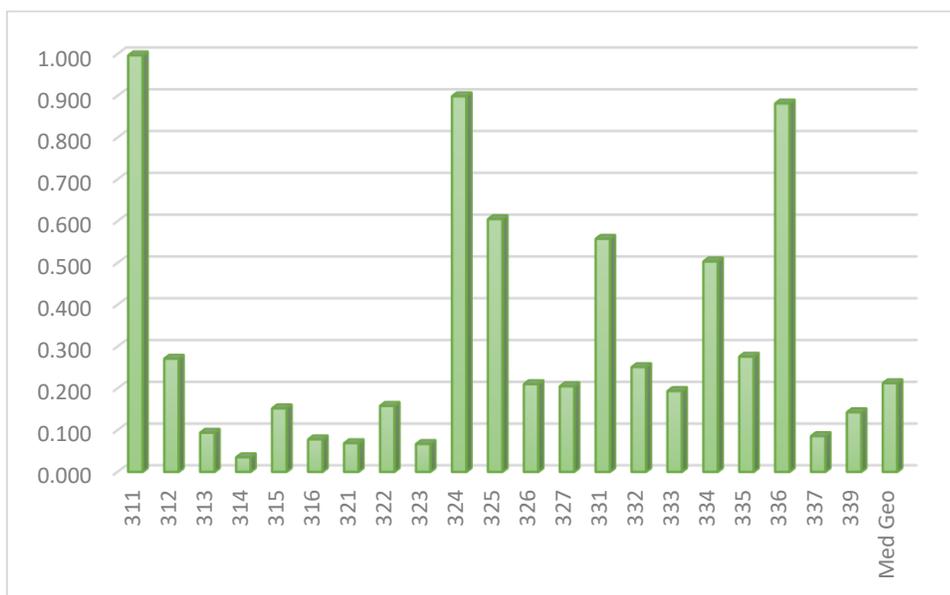


Fuente: Elaboración propia con datos de Proyecto KLEMS (2020) INEGI

De acuerdo con los niveles de eficiencia observados anteriormente, cabe mencionar que en 2019 destacó una menor producción, inversión y exportaciones. De igual manera, en 2019 la producción manufacturera mostró un menor dinamismo provocado en mayor medida por un descenso del consumo nacional. Con base en información del Sistema de Cuentas Nacionales (INEGI, 1999), la tasa de crecimiento de 1990 fue de 6.8 por ciento, mientras que, para 2019 fue de 0.2 por ciento.

Así, el nivel medio del sector manufacturero fue de 0.212, donde los subsectores que consiguieron los mejores niveles de eficiencia durante el periodo de estudio fueron, en promedio, el 311-Industria alimentaria, 324-Fabricación de productos derivados del petróleo y del carbón y 336-Fabricación de equipo de transporte con indicadores de 0.997, 0.899 y 0.882 respectivamente (Ver Gráfico 29). Por el contrario, la jerarquía de los subsectores con la mayor ineficiencia fue 314-fabricación de productos textiles, excepto prendas de vestir con un indicador de 0.035, 323-Impresión e industrias conexas con 0.067 y 321-Industria de la madera con un indicador de 0.069 de eficiencia técnica.

Gráfico 29. Eficiencia técnica. Media Geométrica de los subsectores del sector manufacturero 1990-2019.

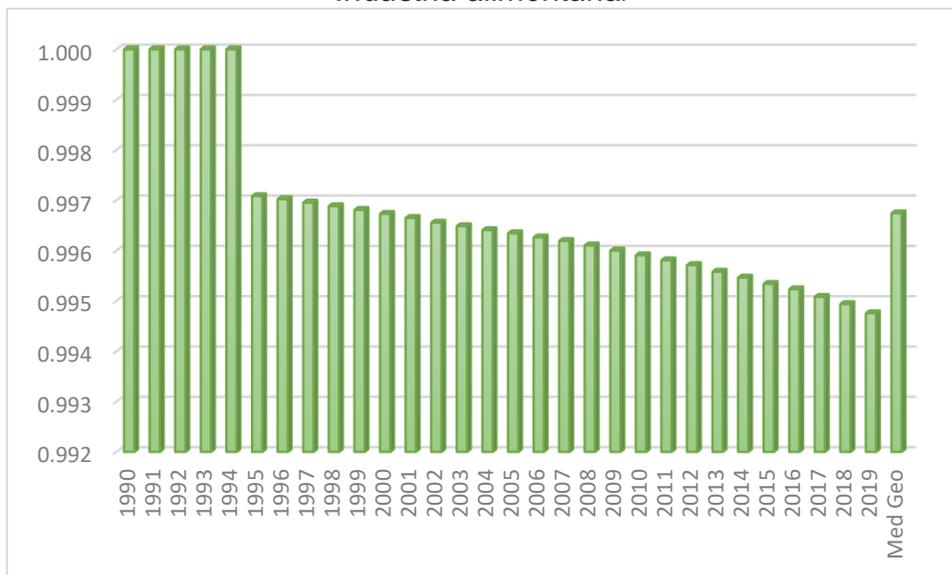


Fuente: Elaboración propia con datos de Proyecto KLEMS (2020) INEGI

Los primeros años de estudio de la industria alimentaria muestran a la eficiencia técnica en su máximo esplendor. Este comportamiento debió sus altos niveles al crecimiento de la producción, en conjunto con sus repercusiones favorables en el empleo. Por otro lado, un factor que propició la repentina caída que sufre la industria alimentaria mexicana en 1995 fue el incremento del desempleo. Considerando la base datos de Banxico (1995), el comportamiento de la industria alimentaria tuvo un menor avance en 1994 con un modesto crecimiento de 0.4 por ciento, a lo que se le atribuye la falta de desarrollo en cuanto a procesos de modernización, por lo que en 1995 no registró crecimiento ante el escenario económico.

Por consiguiente, la eficiencia media durante el periodo de estudio fue de 0.997 por lo que, a pesar de su tendencia decreciente, se mantuvo en niveles altos. Además, la industria alimentaria registró sus mejores niveles de eficiencia en los primeros cinco años del periodo de estudio; sin embargo, a partir del siguiente año, la eficiencia mostró un comportamiento descendente, hasta llegar a 2019 con un indicador de 0.995 (Ver Gráfico 30).

Gráfico 30. Eficiencia técnica. Evolución temporal para el sector 311: Industria alimentaria.

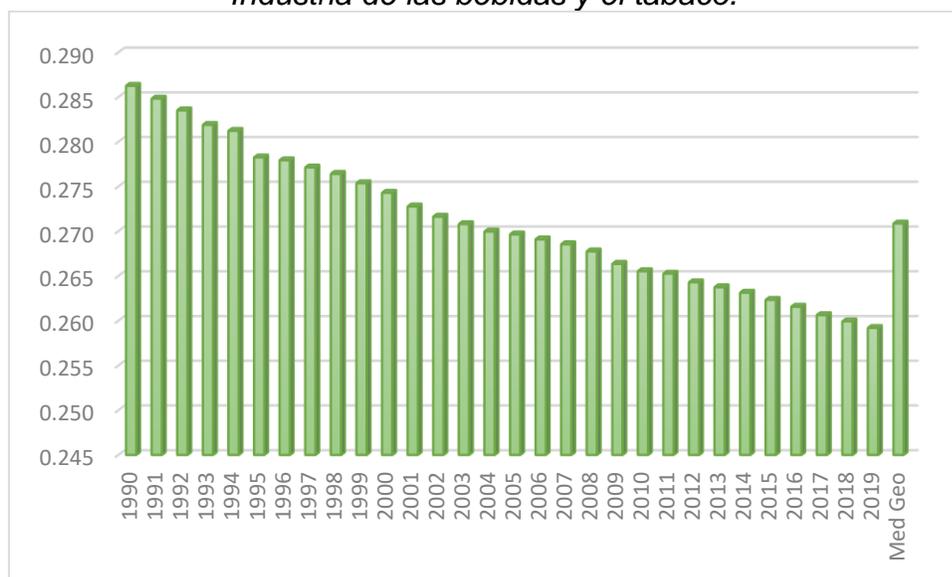


Fuente: Elaboración propia con datos de Proyecto KLEMS (2020) INEGI

Respecto a la evolución de la eficiencia en 1996, la recuperación tuvo base en el incremento de exportaciones que se tradujo en una evolución favorable de la inversión que facilitó una mayor producción manufacturera y un alza en la generación de empleos. Considerando información de Banxico (1996), se menciona que la formación bruta de capital aumentó 17.7 por ciento en dicho año como resultado de una evolución de 15.8 por ciento en la inversión privada y 24.7 en la inversión pública. En adición, entre las divisiones con menor crecimiento registrado para el mismo año se encuentra la industria de las bebidas y tabaco que registró un crecimiento de 3.2 por ciento respecto al año anterior.

En consecuencia, la eficiencia media registrada fue de 0.271 (Ver Gráfico 31), por lo que, en el sector de fabricación de prendas de vestir se apreció un indicador de 0.286 de eficiencia técnica en 1990. En particular, se observó una abrupta caída en 1995 seguida de una tendencia decreciente que llegó hasta 2019 con un indicador de 0.259.

Gráfico 31. Eficiencia técnica. Evolución temporal para el sector 312: Industria de las bebidas y el tabaco.

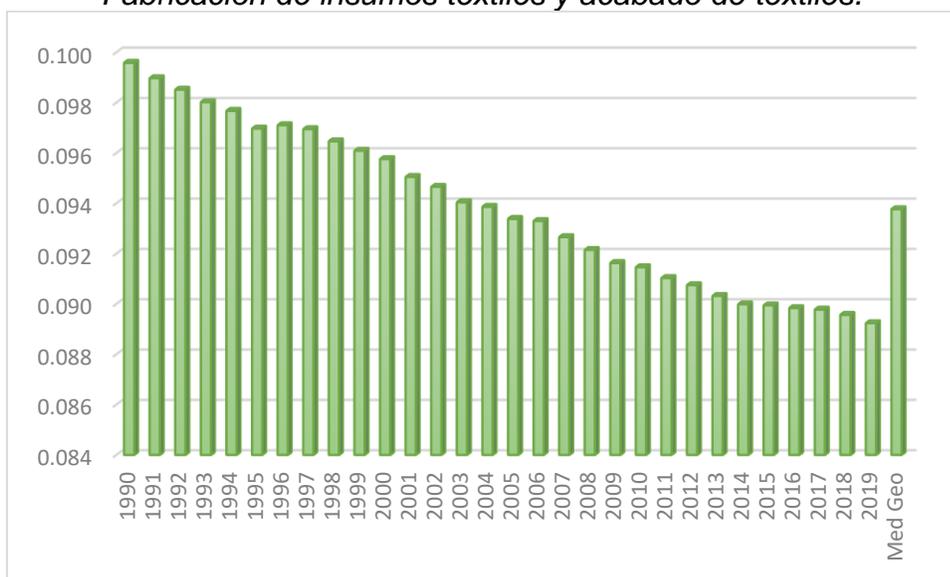


Fuente: Elaboración propia con datos de Proyecto KLEMS (2020) INEGI

La inversión fue la variable que tuvo gran significado en la obtención de la cantidad de eficiencia registrada en 1997 ya que permitió un crecimiento de la capacidad de producción, además, el mercado laboral se caracterizó por aumento de la demanda de trabajo, especialmente en el sector manufacturero. Según datos de Banxico (1997), la formación bruta de capital fijo aumentó 20.9 por ciento como respuesta a los incrementos de 25.7 por ciento de la inversión privada y 4.3 por ciento de la inversión pública. Durante el mismo año, la fabricación de insumos y acabado de textiles reportó un crecimiento de 9.5 por ciento.

De tal manera, el nivel medio de eficiencia para el sector 313-Fabricación de insumos textiles y acabado de textiles, durante el periodo de estudio fue de 0.094. En promedio, la eficiencia manifestó una conducta decreciente hasta el final del periodo de estudio, donde uno de los años con mayor nivel de ineficiencia fue registrado en 1995 con un indicador de 0.097. Los puntos más bajos de ineficiencia se encontraron en los años 1990 y 1991 con eficiencias registradas de 0.100 y 0.099 respectivamente (Ver Gráfico 32).

Gráfico 32. Eficiencia técnica. Evolución temporal para el sector 313: Fabricación de insumos textiles y acabado de textiles.

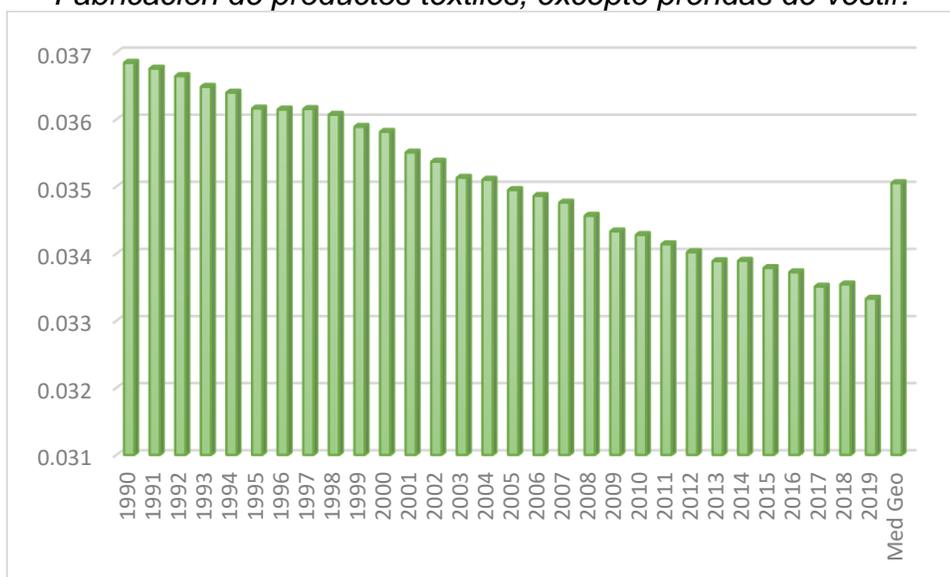


Fuente: Elaboración propia con datos de Proyecto KLEMS (2020) INEGI

En 1998, las perturbaciones del exterior determinaron la evolución de la economía nacional, por ejemplo, hubo una tendencia decreciente respecto a los precios del petróleo, materias primas y algunos productos manufacturados. El aumento de la inversión tuvo un impacto favorable ya que acrecentó la capacidad de producción, lo que originó un fortalecimiento del trabajo. Respecto a la inversión, la formación bruta de capital fijo del sector privado creció 16.9 por ciento en ese mismo año, diferenciándose en el primer trimestre respecto al año anterior con un crecimiento de 28.9 por ciento, de acuerdo con información acorde con datos obtenidos del informe anual de Banxico (1998).

Por consiguiente, la eficiencia media del subsector 314-Fabricación de productos textiles excepto prendas de vestir, durante el periodo de estudio fue de 0.035, donde el año que registró la ineficiencia más alta fue 2019 con un indicador de 0.033. Además, se observaron en particular dos destacadas caídas en los años de 1995 y 2009 con indicadores de 0.036 y 0.034 respectivamente (Ver Gráfico 33). Por lo tanto, las cifras indicaron que la eficiencia técnica del sector no presentó un comportamiento del todo favorable.

Gráfico 33. Eficiencia técnica. Evolución temporal para el sector 314: Fabricación de productos textiles, excepto prendas de vestir.

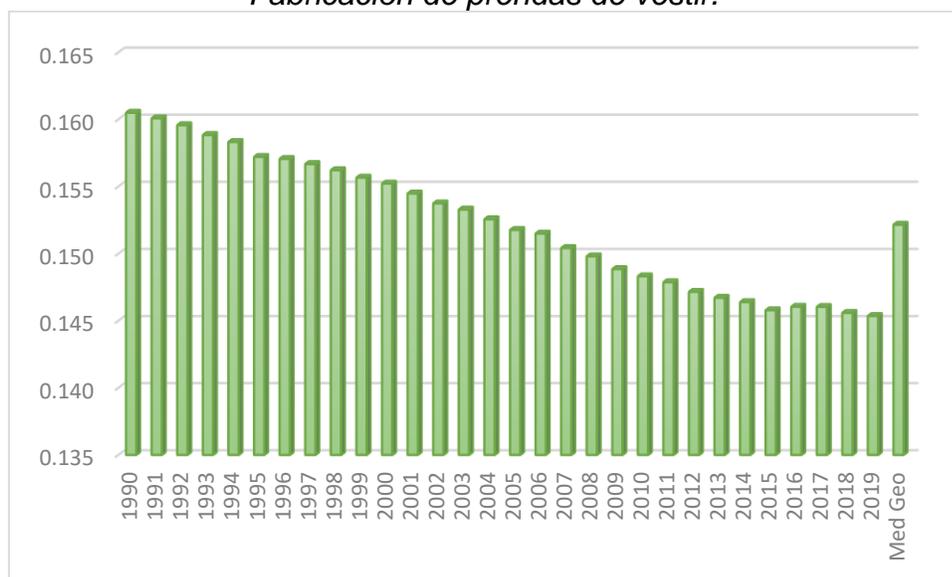


Fuente: Elaboración propia con datos de Proyecto KLEMS (2020) INEGI

El desempeño de la eficiencia de 1999 en el sector de fabricación de prendas de vestir se explicó por el dinamismo de ventas al mercado exterior e interior, obteniendo resultados positivos en cuanto a mano de obra y producción. Además, el ritmo creciente de la formación de capital fijo fue estimulado tanto por las exportaciones como por las empresas no exportadoras. Como lo mencionan datos del Banxico (1999), el dinamismo de la demanda de trabajo para ese año se reflejó en el número de trabajadores asegurados en el IMSS, que se tradujo en un crecimiento de 6.1 por ciento. Además, con base en el Sistema de Cuentas Nacionales de México (INEGI, 2011), para ese año registró una tasa de crecimiento del 3.1 por ciento en conjunto con el subsector de textiles y cuero del sector manufacturero.

De modo que, el nivel medio de eficiencia de la fabricación de prendas de vestir resultó en 0.152. En general, la eficiencia presentó una tendencia decreciente; sin embargo, 0.160 fue el indicador registrado para los años 1990 y 1991, donde la eficiencia estuvo en sus niveles máximos. Por otra parte, el punto más alto de ineficiencia se observó en 2019 con una eficiencia registrada de 0.145, tal como se aprecia en el Gráfico 34.

Gráfico 34. Eficiencia técnica. Evolución temporal para el sector 315: Fabricación de prendas de vestir.

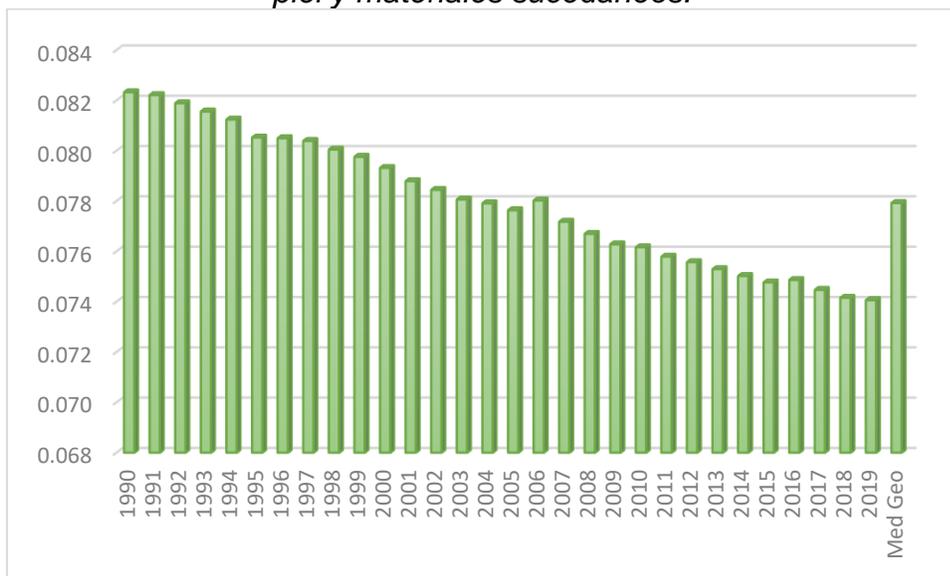


Fuente: Elaboración propia con datos de Proyecto KLEMS (2020) INEGI

El nivel de eficiencia técnica apreciado en 2006 debió sus niveles al incremento que obtuvo la producción y la balanza comercial derivado de un aumento de la demanda externa. Asimismo, el dinamismo de la actividad económica mejoró el empleo formal y las remuneraciones de los sectores; no obstante, la tasa de desocupación nacional se mantuvo en niveles similares de 2005. La formación bruta de capital fijo registró un avance del 10 por ciento, avance que superó a los del crecimiento del periodo 2000-2005 según Banxico (2006). Asimismo, este subsector manufacturero fue considerado como uno de los más importantes ya que contribuyó en gran medida al crecimiento del PIB en ese periodo.

Por lo tanto, el nivel promedio de eficiencia de 1990-2019 fue de 0.078 (Ver Gráfico 35), donde el subsector relacionado con el cuero, piel y materiales sucedáneos del sector manufacturero presentó sus niveles de eficiencia más altos en el primer y segundo año del periodo de estudio, con una cantidad de 0.82 registrada para ambos años (1990 y 1991). No obstante, en 2018 y 2019 se consiguió un nivel de eficiencia mínimo de 0.074 en ambos años.

Gráfico 35. Eficiencia técnica. Evolución temporal para el sector 316: Curtido y acabado de cuero y piel, y fabricación de productos de cuero, piel y materiales sucedáneos.

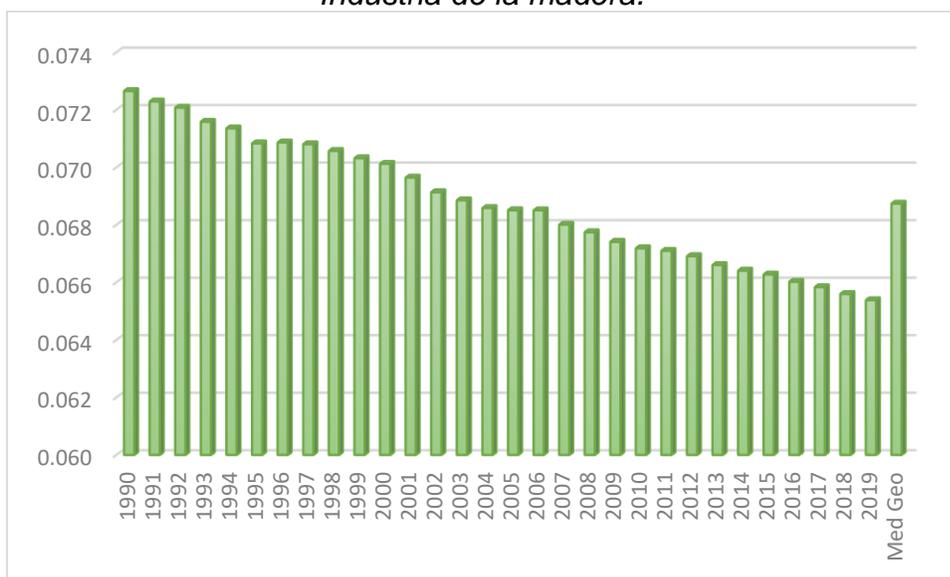


Fuente: Elaboración propia con datos de Proyecto KLEMS (2020) INEGI

El comportamiento de la eficiencia del año 2000 de la industria de la madera se sustentó en la expansión de la economía de Estado Unidos ya que propició una evolución favorable en la economía nacional que favoreció la inversión. Hubo una mejora en cuanto al empleo, pero también existió una ligera caída en la producción destinada a exportaciones. De acuerdo con información de Banxico (2000) se dice que la formación bruta de capital fijo creció 10 por ciento comparada con la tasa de 7.7 por ciento de 1999, por lo que fueron tasas de crecimiento significativas. La tasa de desempleo disminuyó y alcanzó sus niveles más bajos. La tasa de crecimiento registrada en 2000 a precios de 1993 fue de 3.9 por ciento, mientras que la tasa de 1999 fue de 0.5 por ciento.

De forma que, el nivel promedio de eficiencia técnica registrada fue de 0.069 (Ver Gráfico 36), donde la industria de la madera destacó un indicador máximo de 0.073 de eficiencia en el primer año del periodo de estudio. Después, se observó una abrupta caída en 1995 y una tendencia decreciente que inicia en el mismo año hasta llegar a 2019, por lo que fueron pocos los periodos que registraron un crecimiento significativo.

Gráfico 36. Eficiencia técnica. Evolución temporal para el sector 321: Industria de la madera.

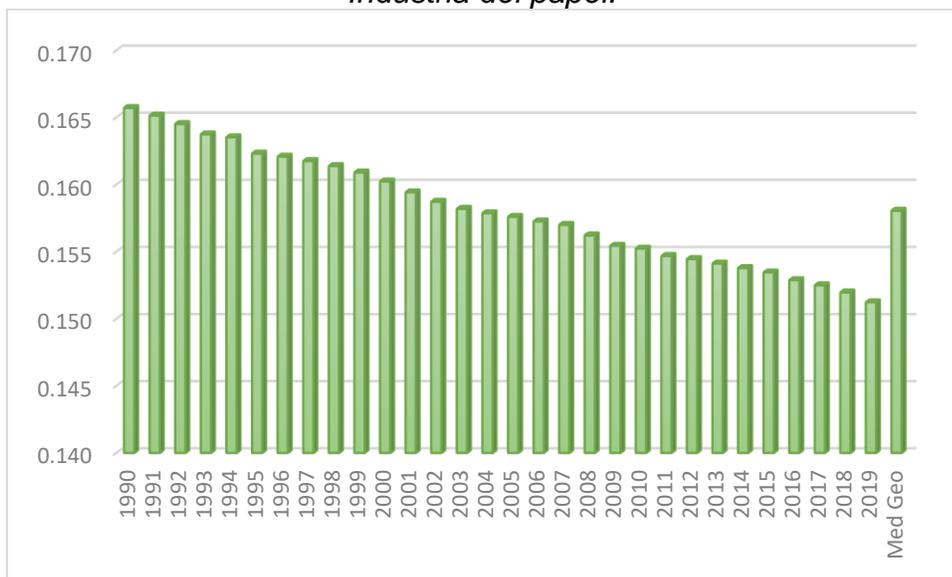


Fuente: Elaboración propia con datos de Proyecto KLEMS (2020) INEGI

La desaceleración observada en 2001 se vio particularmente afectada por los sucesos terroristas en Estados Unidos. Esta situación originó una pérdida en la actividad económica y, particularmente, en los sectores relacionados a exportaciones, donde la pérdida de producción tuvo presencia en casi todos los subsectores manufactureros. La inversión y el empleo descendieron debido a un nivel de confianza desfavorable en cuanto a productividad y eficiencia en las empresas. La tasa de crecimiento para 2001 a precios de 1993 para el sector, en conjunto con el subsector relacionado a la imprenta, fue de -4.3 por ciento según datos del Sistema de Cuentas Nacionales (INEGI, 2002), cifra que resulta congruente con el nivel de eficiencia obtenido durante el periodo de estudio.

Así, la eficiencia media registrada durante el periodo de estudio fue de 0.158, lo que significó que la eficiencia se mantuvo en bajos niveles. Asimismo, el sector 332- Industria del papel presentó un comportamiento descendente a través del tiempo (Ver Gráfico 37). Se observó el nivel más alto de ineficiencia en el año 2019 con una cantidad de 0.151. Por el contrario, los dos periodos con los mejores indicadores de eficiencia técnica fueron 1990 y 1991 con niveles de 0.166 y 0.165 respectivamente.

Gráfico 37. Eficiencia técnica. Evolución temporal para el sector 322: Industria del papel.

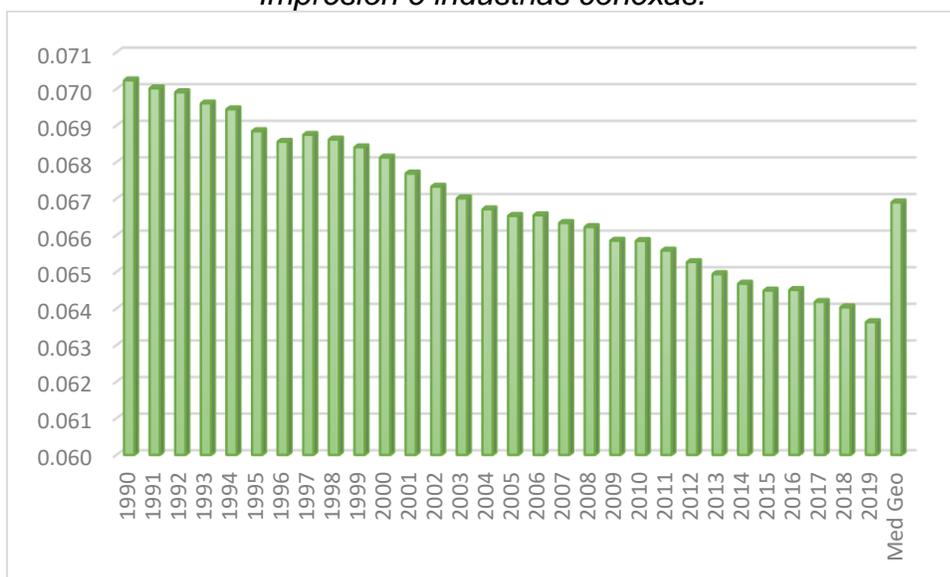


Fuente: Elaboración propia con datos de Proyecto KLEMS (2020) INEGI

Una de las posibles causas de la disminución de la eficiencia para 2003 del sector 323- Impresión e industrias conexas, fue el efecto de la incertidumbre política en el mundo, ocasionado por la guerra en Irak, la cual afectó a la inversión en México, ya que esta variable se contrajo, causando menor producción y pérdida de empleos reportando un descenso de la actividad manufacturera en 2 por ciento. Con base en el Sistema de Cuentas Nacionales (INEGI, 2004), el crecimiento del sector relacionado a la impresión registró una tasa de crecimiento de -1.0 por ciento para ese periodo en conjunto con el sector de papel.

En consecuencia, la eficiencia media resultó en 0.067 (Ver Gráfico 38), en el cual, el sector de impresión e industrias conexas presentó una disminución de la eficiencia técnica a través del tiempo, donde 0.070 fue el nivel máximo registrado en 1990 y, por el contrario, 0.064 fue el indicador de ineficiencia máxima ubicado en el año 2019. En particular, se observaron dos caídas, la primera en 1995 y la segunda en 1996, las cuales fueron el principio de la tendencia decreciente que mostró este sector.

Gráfico 38. Eficiencia técnica. Evolución temporal para el sector 323: Impresión e industrias conexas.

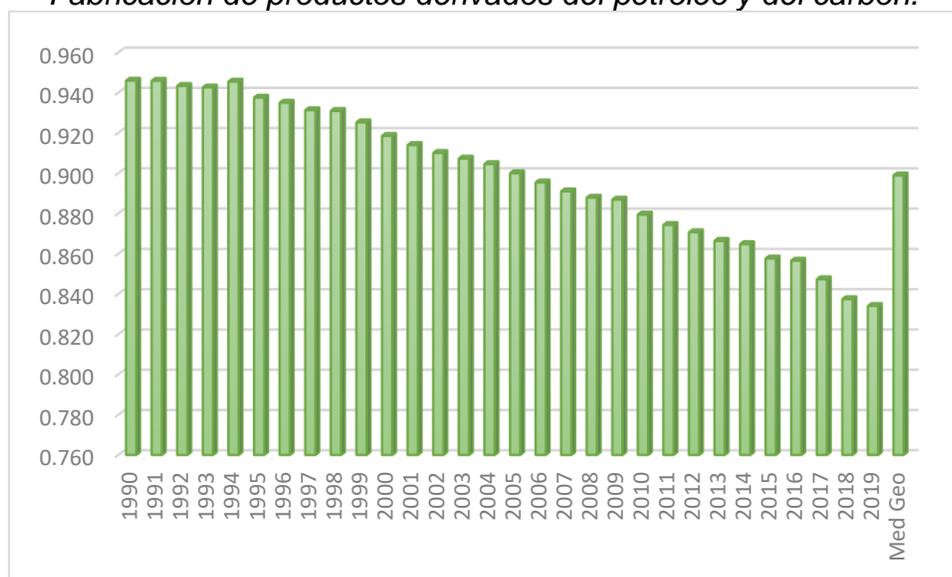


Fuente: Elaboración propia con datos de Proyecto KLEMS (2020) INEGI

Después de los niveles de eficiencia apreciados en los primeros cuatro años, la economía experimentó un crecimiento aún mayor gracias a la recuperación de la actividad económica del país. El aumento de 8.1 por ciento de la formación bruta de capital surgió como consecuencia de las oportunidades de inversión a través de la entrada en vigor del Tratado Trilateral de Libre Comercio. Acorde con información de Banxico (1994), el sector de productos derivados del petróleo y carbón registró un crecimiento notable de 5.1 por ciento, derivado también de la disminución del desempleo y un alza en la inversión del mismo año.

Por consiguiente, el nivel medio de eficiencia para el sector número 324-Fabricación de productos derivados del petróleo y del carbón durante el periodo de estudio fue de 0.899, lo que significó que la eficiencia técnica del sector se mantuvo dentro de los niveles deseados a lo largo del periodo de estudio. La eficiencia técnica mostró una conducta descendente a través de los años; sin embargo, la eficiencia tuvo su mayor auge en 1994 con un indicador de 0.945. Los puntos más altos de ineficiencia se encontraron en los años 2018 y 2019 con indicadores registrados de 0.837 y 0.834 respectivamente (Ver Gráfico 39).

Gráfico 39. Eficiencia técnica. Evolución temporal para el sector 324: Fabricación de productos derivados del petróleo y del carbón.

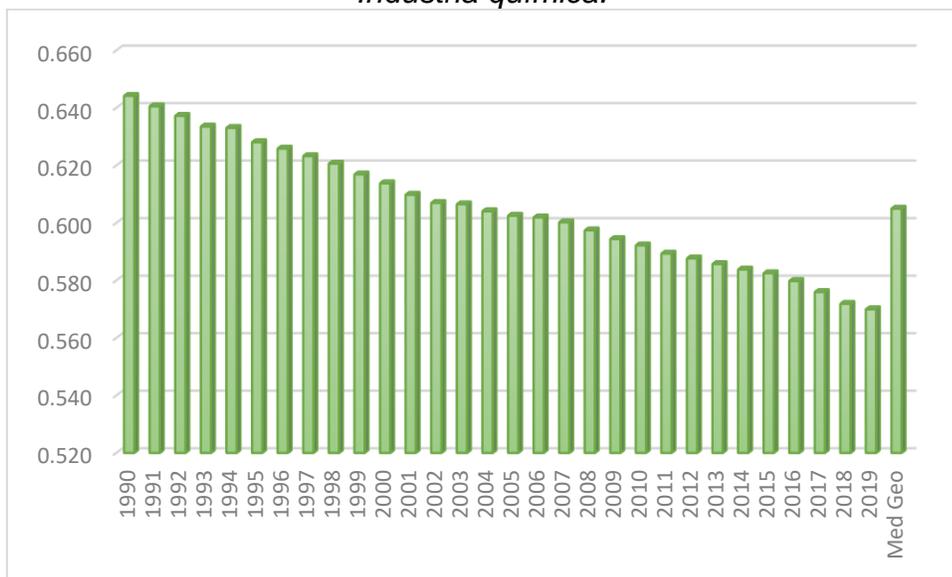


Fuente: Elaboración propia con datos de Proyecto KLEMS (2020) INEGI

Durante 2006 se reportó un crecimiento de la actividad económica y de la inversión; sin embargo, a finales de año la industria manufacturera se desaceleró de forma significativa, resultado de un menor dinamismo en las exportaciones. También hubo un incremento de trabajadores afiliados al IMSS que afectó positivamente a los niveles de empleo. La tasa de crecimiento del sector del año 2006 a precios de 2003 presentó una variación anual de 4.0 por ciento, comparado con la cifra de crecimiento de 2015 de 2.8 por ciento, con base en información obtenida del Sistema de Cuentas Nacionales (INEGI, 2019).

En consecuencia, la eficiencia media del sector resultó en 0.605, cifra que significó un óptimo aprovechamiento de los factores productivos. Dentro de la conducta de la eficiencia del sector 325-Industria química durante el periodo de estudio, destacó una tendencia decreciente (Ver Gráfico 40) donde 1990 obtuvo un indicador de eficiencia técnica de 0.644, por lo que el mínimo nivel de ineficiencia se observó en ese año; sin embargo, en el periodo 2002-2019 se presentó un pronunciado descenso de la eficiencia, donde el sector mostró su mayor nivel ineficiencia en 2019 con un indicador de 0.570.

Gráfico 40. Eficiencia técnica. Evolución temporal para el sector 325: Industria química.

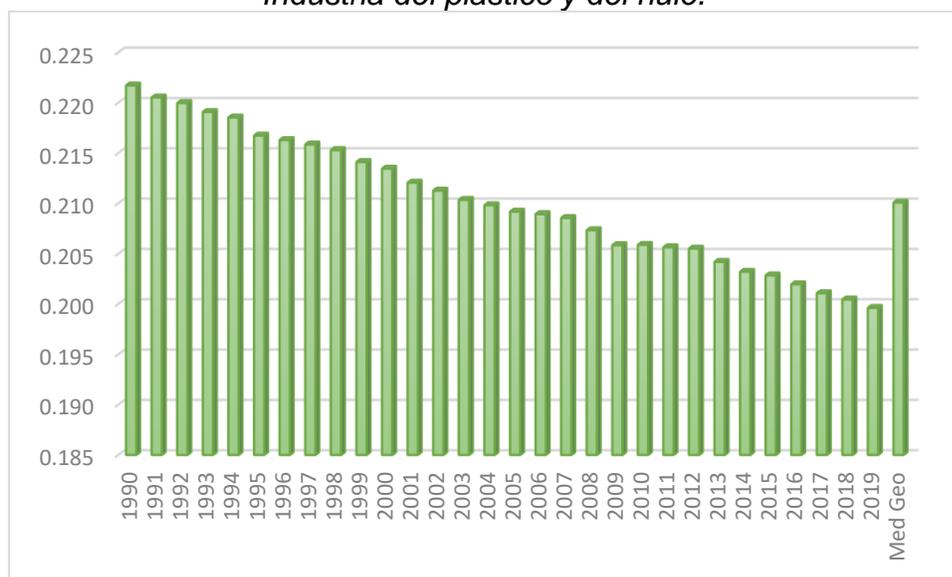


Fuente: Elaboración propia con datos de Proyecto KLEMS (2020) INEGI

El periodo de 2008 significó un año de variaciones en el mercado internacional que impactó en el desempeño de la producción mexicana por disminuciones de la demanda externa inducidas por la recesión en Estados Unidos y otros socios comerciales de México, asimismo, las ventas internas disminuyeron 6.8 por ciento que afectaron los niveles de eficiencia de ese año. De acuerdo con información de Banxico (2009) respecto a la formación bruta de capital, la inversión inició el año con una tendencia creciente registrada desde 2004; sin embargo, casi a finales de año se comportó de manera negativa en la formación bruta. La tasa de crecimiento registrada para la industria de hule y plástico de 2008 a precios de 2003 fue de -1.7, cifra que se consideró en bajos niveles de caída en comparación con otros subsectores, según Banxico (2009).

Así, el sector 326-Industria del plástico y hule presentó una eficiencia promedio de 0.210, donde el comportamiento de la eficiencia técnica mostró una tendencia decreciente a lo largo del tiempo; sin embargo, en 1990 se presentó a la eficiencia en su mayor punto con un indicador de 0.222. Los puntos más altos de ineficiencia se observaron en 2018 y 2019 con un indicador de eficiencia de 0.200 para ambos años, tal como se aprecia en el Gráfico 41.

Gráfico 41. Eficiencia técnica. Evolución temporal para el sector 326: Industria del plástico y del hule.

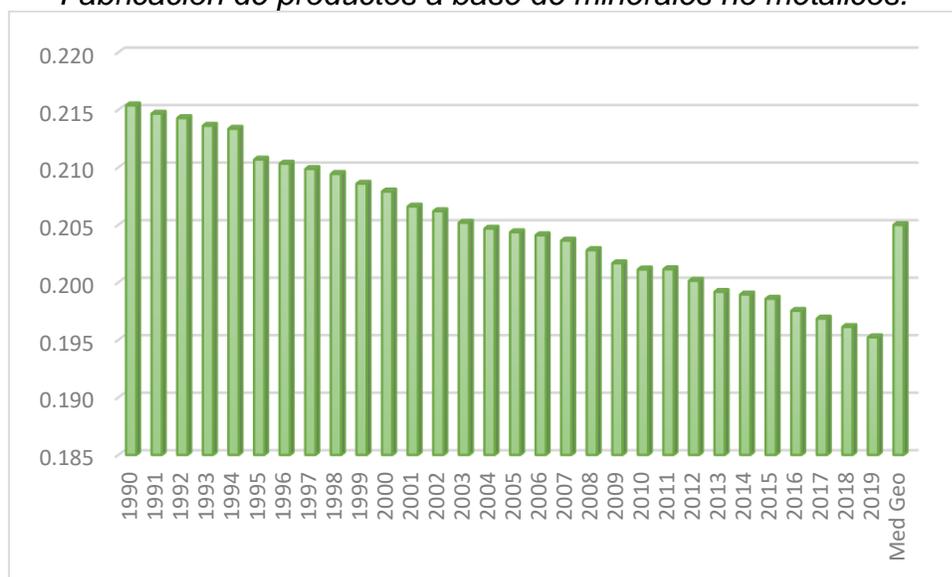


Fuente: Elaboración propia con datos de Proyecto KLEMS (2020) INEGI

El nivel de eficiencia apreciado en 2010 debió sus niveles al efecto que obtuvo el aumento de la demanda externa del sector manufacturero sobre la producción. Asimismo, el dinamismo de la actividad económica mejoró el empleo formal y la masa salarial. La recuperación productiva condujo a mayores niveles de utilización de capacidad instalada; no obstante, la capacidad utilizada permaneció por debajo de los observados en otros periodos. La tasa de crecimiento del sector relacionado con productos a base de minerales no metálicos a precios de 2003 fue de 3.1 por ciento, de acuerdo con las cifras del Sistema de Cuentas Nacionales de México (INEGI, 2011).

Así pues, la eficiencia media del sector durante el periodo de estudio fue de 0.205, donde el sector 327-Fabricación de productos a base de minerales no metálicos registró sus mejores niveles de eficiencia en los primeros cinco años del periodo de estudio, es decir, fueron los años con menores niveles de ineficiencia. Sin embargo, los mayores niveles de ineficiencia comenzaron a partir de la abrupta caída de la eficiencia en 1995, año en el cual, se observó el inicio de una tendencia descendiente. (Ver Gráfico 42).

Gráfico 42. Eficiencia técnica. Evolución temporal para el sector 327: Fabricación de productos a base de minerales no metálicos.



Fuente: Elaboración propia con datos de Proyecto KLEMS (2020) INEGI

En 2011, como consecuencia de una desaceleración de las ventas de productos manufacturados a Estados Unidos, las exportaciones experimentaron una pérdida de dinamismo, de esta manera, el comportamiento del sector manufacturero reflejó la desaceleración externa, mostrando la moderación del ritmo de producción en los subsectores manufactureros. La incertidumbre de los mercados financieros impactó de manera negativa en la inversión y a su vez, la tasa de ocupación permaneció en niveles elevados. De acuerdo con datos del Sistema de Cuentas Nacionales (INEGI, 2012), la tasa de crecimiento de las industrias metálicas básicas fue de 3.3 por ciento para 2011, cifra que resulta congruente con el nivel de eficiencia presentado en el mismo año.

Por ello, el nivel promedio de eficiencia resultó en 0.558, por lo que ésta se mantuvo dentro de los niveles deseados respecto al uso óptimo de factores de producción. De esta forma, el subsector de industrias metálicas básicas del sector manufacturero presentó pocas variaciones en su eficiencia a lo largo del periodo de estudio (Ver Gráfico 43). El año que obtuvo el mejor nivel de eficiencia fue 1990 con un indicador de 0.585; en contraste, los años que presentaron destacadas caídas en los niveles de eficiencia técnica fueron 1995 y 2009 con indicadores de 0.574 y 0.547 respectivamente.

Gráfico 43. Eficiencia técnica. Evolución temporal para el sector 331: Industrias metálicas básicas.

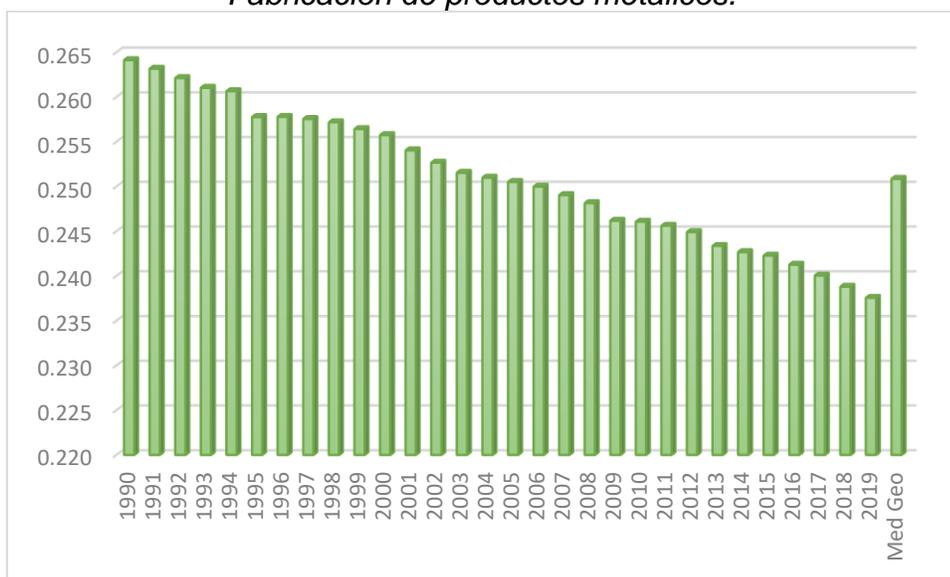


Fuente: Elaboración propia con datos de Proyecto KLEMS (2020) INEGI

Durante el cuarto trimestre de 2014, la producción mostró una modesta recuperación, esto fue reflejo de la evolución positiva de exportaciones y de la inversión. No obstante, no hubo cambios significativos en los niveles de inversión que permitieran afirmar la existencia de una recuperación económica sólida. A pesar de que el número de trabajadores afiliados al IMSS aumentó durante este periodo, el empleo total no registró una reactivación. Con base en información obtenida del Sistema de Cuentas Nacionales (INEGI, 2015), la tasa de crecimiento del sector 332-Fabricación de productos metálicos fue de -3.3 por ciento.

Así, el nivel promedio de eficiencia del sector 332-Fabricación de productos metálicos fue de 0.251, tal como se muestra en el Gráfico 44, donde el sector presentó sus niveles de eficiencia técnica más altos en el periodo de 1990-1994 con indicadores de 0.264 y 0.261 respectivamente; no obstante, en 2018 y 2019 se presentaron indicadores mínimos de eficiencia de 0.239 y 0.238 respectivamente, lo que se tradujo en los mayores niveles de ineficiencia a lo largo del periodo de estudio.

Gráfico 44. Eficiencia técnica. Evolución temporal para el sector 332: Fabricación de productos metálicos.

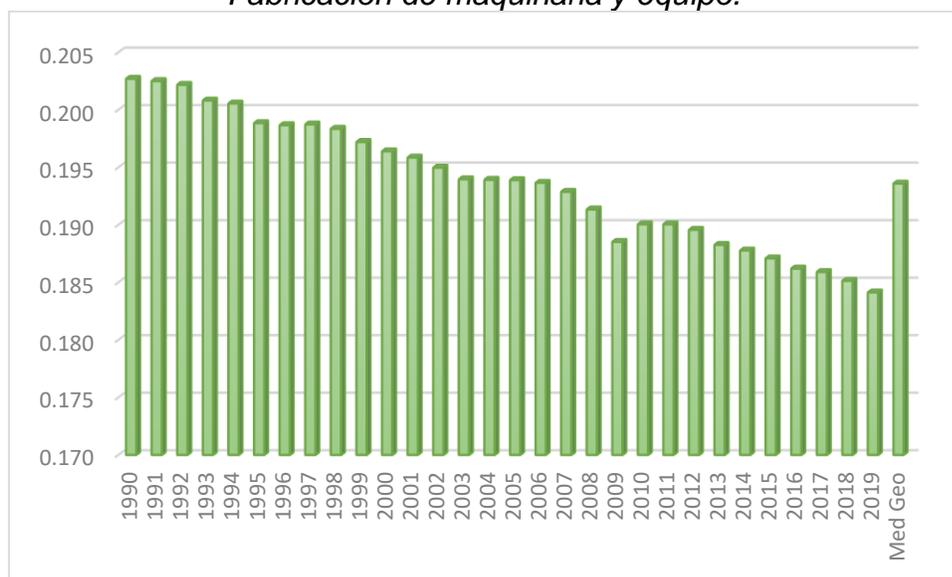


Fuente: Elaboración propia con datos de Proyecto KLEMS (2020) INEGI

En 2009, la situación mundial provocó que México enfrentara caídas en las exportaciones manufactureras y, en conjunto con el brote de influenza A (H1N1) que azotaba al país, los niveles de actividad productiva disminuyeron 6.5 por ciento anual comparado con los niveles durante la crisis de 1995 de 6.2 por ciento, según datos de Banxico (2009). En cuanto al empleo, la caída de la producción significó una menor demanda de trabajo que se reflejó en una contracción de los trabajadores asegurados en el IMSS, además, los indicadores de desocupación se mantuvieron en niveles elevados.

Por lo tanto, el promedio de eficiencia registrado durante el periodo de estudio fue de 0.194, indicador que se ubicó en niveles bajos en comparación con otros subsectores manufactureros. Así, el sector 332-Fabricación de maquinaria y equipo presentó una eficiencia técnica poco variable a través del tiempo con una tendencia decreciente. Se percibe en particular una caída muy pronunciada en cuanto al uso óptimo de factores en el año 2009 con un indicador de 0.189 de eficiencia técnica. El indicador del nivel máximo de eficiencia fue de 0.203 en 1990 y, el indicador del nivel mínimo de eficiencia fue 0.184 en 2019 (Ver Gráfico 45).

Gráfico 45. Eficiencia técnica. Evolución temporal para el sector 333: Fabricación de maquinaria y equipo.

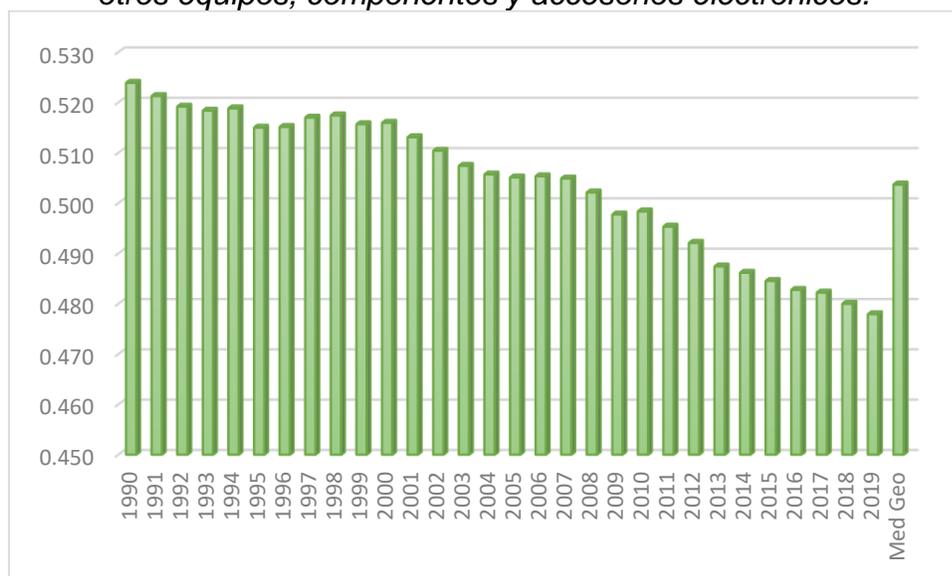


Fuente: Elaboración propia con datos de Proyecto KLEMS (2020) INEGI

A finales de 2016 la actividad económica obtuvo crecimientos a un menor ritmo; sin embargo, el débil desempeño de la inversión continuó con esa tendencia. Uno de los factores significativos que dio origen a los bajos niveles de eficiencia de 2016 e inicios de 2017 fue el comunicado del presidente de Estados Unidos sobre la implementación de medidas que llevarían a un deterioro de la relación económica entre ese país y México, lo que influyó negativamente en la confianza de los inversionistas, es decir, tuvo un impacto negativo en la inversión. Acorde con datos del Sistema de Cuentas Nacionales (INEGI, 2017), la tasa de crecimiento del sector relacionado a la fabricación de equipo fue de 6.1 por ciento.

Así, el nivel medio de eficiencia para el sector 334-Fabricación de equipo de computación, comunicación, medición y de otros equipos, componentes y accesorios electrónicos, durante el periodo de estudio fue de 0.504. Asimismo, la eficiencia mostró un comportamiento variable con tendencia a la baja; sin embargo, 0.524 fue el indicador más alto de eficiencia que se presentó en 1990. Por otro lado, los puntos más altos de ineficiencia se encontraron en los años 2018 y 2019 con indicadores de 0.480 y 0.478 respectivamente (Ver Gráfico 46).

Gráfico 46. Eficiencia técnica. Evolución temporal para el sector 334: Fabricación de equipo de computación, comunicación, medición y de otros equipos, componentes y accesorios electrónicos.

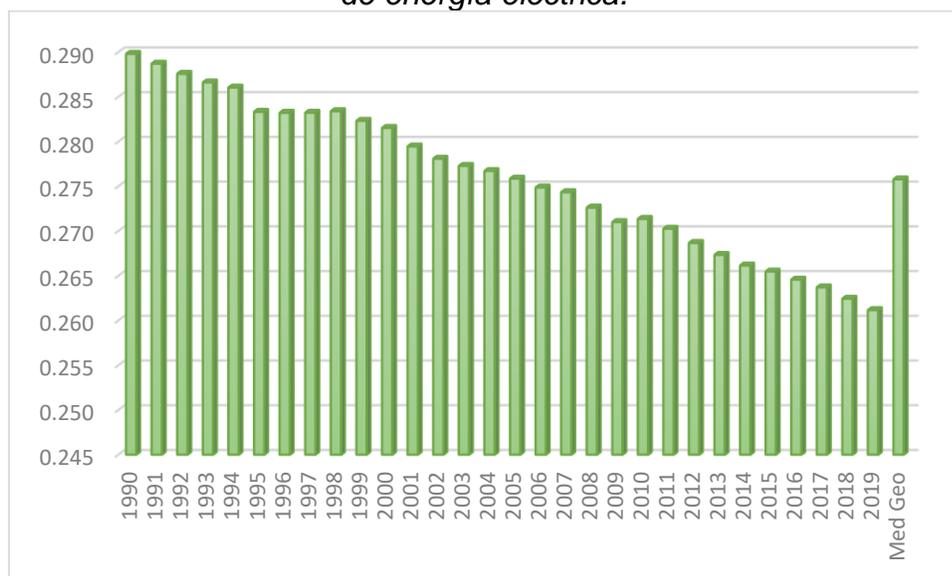


Fuente: Elaboración propia con datos de Proyecto KLEMS (2020) INEGI

Durante los últimos meses de 2017, la economía de México presentó un crecimiento gracias al dinamismo del sector de servicios; sin embargo, la inversión no logró obtener niveles significativos debido a la incertidumbre surgida por los efectos de los sismos ocurridos en septiembre y la caída de la producción petrolera. Por otro lado, la inversión se vio afectada negativamente por la influencia de la incertidumbre respecto a la renegociación del TLCAN. Según Banxico (2018), la tasa de crecimiento para el sector 335-Fabricación de accesorios, aparatos eléctricos y equipo de generación de energía eléctrica fue de 1.0 por ciento.

Por consiguiente, el nivel medio de eficiencia para el sector relacionado con aparatos y energía eléctrica durante el periodo de estudio fue de 0.276. En promedio, la eficiencia manifestó una tendencia decreciente, donde el periodo de 1990-1994 presentó a la eficiencia en sus mayores niveles con indicadores de 0.290 y 0.286 respectivamente. El nivel más alto de ineficiencia se presentó en 2019 con un indicador de eficiencia de 0.261 como respuesta de la abrupta caída en 1995, año donde comenzó la tendencia descendiente (Ver Gráfico 47).

Gráfico 47. Eficiencia técnica. Evolución temporal para el sector 335: Fabricación de accesorios, aparatos eléctricos y equipo de generación de energía eléctrica.

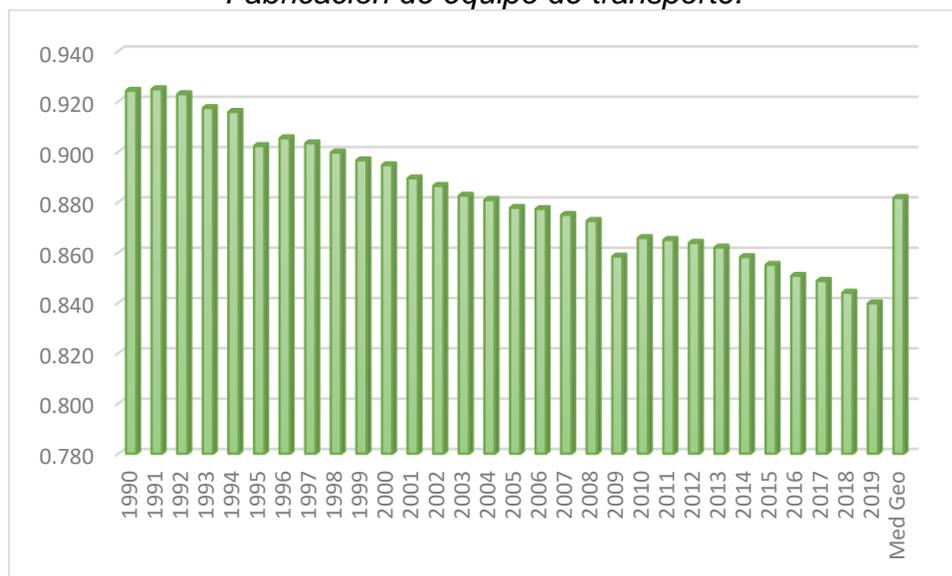


Fuente: Elaboración propia con datos de Proyecto KLEMS (2020) INEGI

En 1993 destacó una incertidumbre derivada de la ratificación del Tratado Trilateral de Libre Comercio con Estados Unidos y Canadá que desalentó la inversión y el consumo, situación que permitió explicar el comportamiento de las variables de producción y empleo en ese año. El cambio estructural y la reasignación de recursos físicos llevo a una desaceleración económica y, aunado a la posición del mercado mexicano ante la competencia del exterior, la situación se reflejó en un incremento de la tasa de desempleo. Con base en información obtenida de Banxico (1996), la fabricación de equipo de transporte se ubicó entre las actividades más dinámicas de 1993 con una tasa de crecimiento de 21.4 por ciento, situación reflejada en el nivel de eficiencia del sector relacionado al equipo de transporte para el mismo año.

Por lo tanto, la eficiencia media del sector relacionado al transporte resultó en 0.882, por lo que, en la eficiencia del sector 336-Fabricación de equipo de transporte se observó una conducta decreciente a través del tiempo (Ver Gráfico 48), donde 1991 obtuvo un indicador de 0.925 que significó el mayor nivel de eficiencia; caso contrario a 1995 y 2009, que se presentaron como dos de los puntos más bajos de eficiencia técnica. Además, el mayor nivel de ineficiencia se mostró en 2019 con un indicador de eficiencia de 0.840.

Gráfico 48. Eficiencia técnica. Evolución temporal para el sector 336: Fabricación de equipo de transporte.

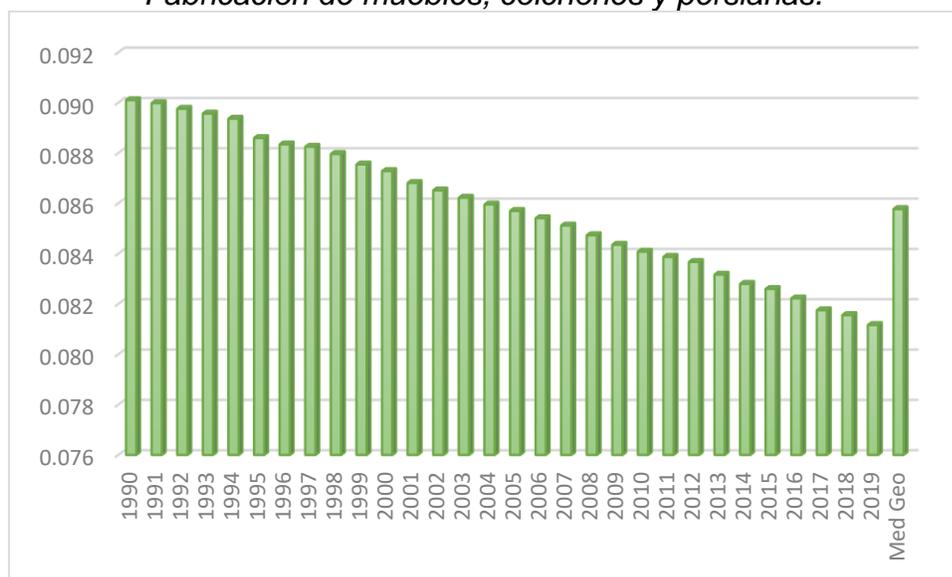


Fuente: Elaboración propia con datos de Proyecto KLEMS (2020) INEGI

La desaceleración de la actividad económica en 2018 tuvo origen en la disminución de exportaciones y de las actividades secundarias debido a factores internos, por ejemplo, el desabasto de gasolina en algunos estados mexicanos e interrupciones de las vías férreas. Las manufacturas presentaron un modesto desempeño debido al impacto desfavorable de la inversión. Respecto al desempleo, el número de trabajadores afiliados al IMSS mostró una pérdida de dinamismo en su ritmo de crecimiento. De acuerdo con datos del Sistema de Cuentas Nacionales (INEGI, 2019), la tasa de crecimiento de 2018 del sector relacionado a la fabricación de muebles fue de 6.4 por ciento.

Así, el nivel medio de eficiencia para el sector número 337-Fabricación de muebles, colchones y persianas, durante el periodo de estudio fue de 0.086. En general, la eficiencia presentó un comportamiento decreciente con una destacada caída en 1995. Los puntos más bajos de ineficiencia son presentados en 1990 y 1991 con un indicador registrado de 0.090 para ambos años, situación que se aprecia en el Gráfico 49.

Gráfico 49. Eficiencia técnica. Evolución temporal para el sector 337: Fabricación de muebles, colchones y persianas.

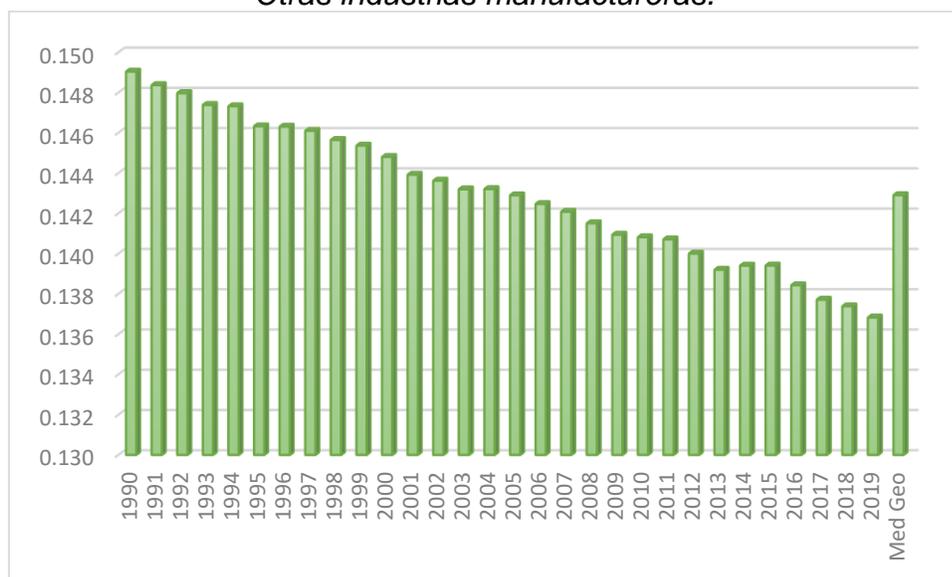


Fuente: Elaboración propia con datos de Proyecto KLEMS (2020) INEGI

Durante los últimos meses de 2019 se presentó una contracción en la actividad económica como consecuencia de una disminución de la inversión que llevó a un descenso de los niveles de producción en conjunto con el comportamiento de las exportaciones manufactureras afectadas por el menor crecimiento del comercio mundial y el modesto desempeño de la actividad manufacturera en Estados Unidos. La tasa de participación de la fuerza laboral mostró un incremento, derivado de la mayor participación de las mujeres en el mercado laboral, de acuerdo con información obtenida del Sistema de Cuentas Nacionales (INEGI, 2019).

De modo que, el nivel promedio de eficiencia fue de 0.143, donde el sector 339-Otras industrias manufactureras, mostró un comportamiento descendiente durante el periodo de estudio (Ver Gráfico 50). El periodo registrado con la eficiencia más alta fue 1990 con un indicador de eficiencia técnica de 0.149. Después, se observó en general una caída de la eficiencia a través del tiempo, donde uno de los puntos más bajos de eficiencia se presentó en 2013 y el siguiente en 2019, que fue el mayor punto de ineficiencia con indicador de 0.137.

Gráfico 50. Eficiencia técnica. Evolución temporal para el sector 339: Otras industrias manufactureras.



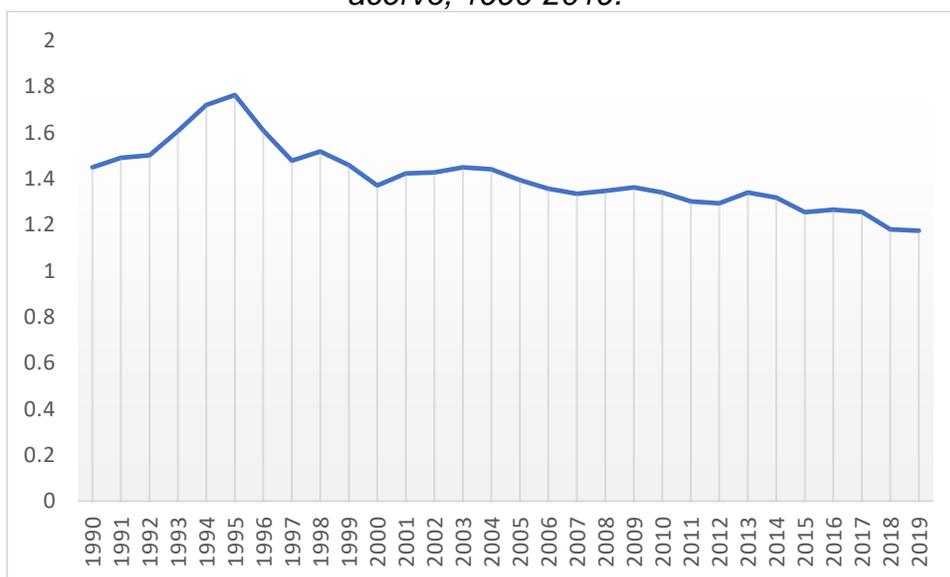
Fuente: Elaboración propia con datos de Proyecto KLEMS (2020) INEGI

4.5 Convergencia en la eficiencia técnica de la industria manufacturera.

En la literatura clásica existen dos conceptos de convergencia: *sigma-convergencia* y *beta-convergencia*, según Sala-i-martin (1994, 1996a, 1996b). La primera hace referencia a una reducción en la dispersión, es decir, implica una desviación típica del logaritmo de la eficiencia; mientras que, la segunda analiza si los menores niveles de eficiencia experimentan mayores ganancias.

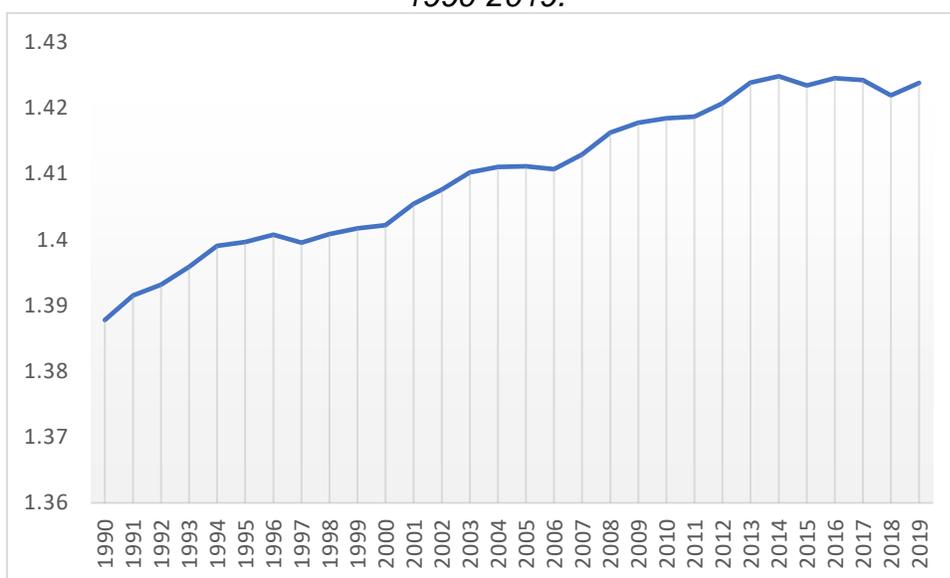
Así, el estudio de sobre la convergencia comienza en los niveles de eficiencia de los subsectores del sector manufacturero de México durante el periodo 1990-2019 analizando la sigma convergencia a través de la desviación típica del indicador de eficiencia, que permite obtener información sobre la dispersión a lo largo del periodo. El gráfico correspondiente a la inversión como variable de acervo de capital muestra un comportamiento que indica una disminución en las dispersiones durante el periodo analizado (Ver Gráfico 51). Por su lado, el comportamiento de la inversión como variable de flujo muestra una trayectoria creciente a través del periodo de estudio, lo cual sugiere que las dispersiones aumentaron (Ver Gráfico 52).

Gráfico 51. Coeficiente de variación considerando a la inversión como variable de acervo, 1990-2019.



Fuente: Elaboración propia con datos del Proyecto KLEMS (2020) INEGI

Gráfico 52. Coeficiente de variación considerando a la inversión como variable de flujo, 1990-2019.



Fuente: Elaboración propia con datos del proyecto KLEMS (2020) INEGI

Como resultado del estudio del análisis de convergencia realizado, se observa una relación entre la convergencia y los niveles de eficiencia técnica obtenidos para el caso de la inversión considerada como variable de acervo, donde se reduce la dispersión y se da un acercamiento en los niveles de eficiencia técnica; no obstante, el análisis

permite distinguir que a inversión como variable de flujo muestra un comportamiento que tiende a divergir; sin embargo, dicho proceso podría estar limitado a la existencia de características, tales como mano de obra, tecnología, entre otros.

4.6 Conclusiones

Derivado del análisis, se han identificado diferencias y similitudes en los resultados obtenidos, en función del uso de dos diferentes variables proxy a la inversión, siendo una de acervo y la otra de flujo.

La media geométrica del sector manufacturero en el periodo de 1990-2019 presentó un indicador de 0.130 para la variable de acervo y 0.212 para la variable de flujo. Ambas variables presentaron el punto más alto de eficiencia en 1990; sin embargo, la formación bruta de capital fijo mostró una tendencia decreciente más destacada que el acervo de capital. Además, en 1995 el incremento de la ineficiencia sobresale de forma destacable, mientras que el bajo nivel de eficiencia en de los subsectores del sector manufacturero en 2009 causado por el brote de influenza A (H1N1) fue menos notorio en la variable de flujo. Los niveles de eficiencia de ambas variables se mantuvieron en rango aceptable de diferencia.

Respecto a la media geométrica de los subsectores del sector manufacturero los indicadores de eficiencia técnica resultaron en 0.130 para el acervo de capital y en 0.212 para la formación bruta de capital fijo. En general, el acervo de capital mostró niveles más altos de eficiencia respecto a la variable de flujo; los subsectores que mostraron el mejor comportamiento de eficiencia técnica en ambos casos fueron el 311- Industria alimentaria, 324-Fabricación de productos derivados del petróleo y del carbón y 336-Fabricación de equipo de transporte. Por otro lado, los subsectores que presentaron los niveles más altos de ineficiencia en ambas variables fueron el 314-Fabricación de productos textiles, excepto prendas de vestir, 323-Impresión e industrias conexas y 321-Industria de la madera.

El sector 311-Industria alimentaria manifestó un comportamiento decreciente en ambos casos, con altos niveles de eficiencia técnica en los primeros cinco años del periodo de estudio; no obstante, en la formación bruta de capital fijo los niveles de eficiencia se

mantuvieron dentro de los márgenes deseados durante todo el periodo de estudio, en cambio, la tendencia decreciente de la eficiencia en el acervo de capital llevó a la industria alimentaria a un indicador de 0.453 en 2019, comparada con la de la variable formación bruta de capital de 0.995 para el mismo año.

La industria de las bebidas y el tabaco mostró rangos similares de eficiencia técnica tanto en el acervo de capital como en la formación bruta de capital fijo, el mejor indicador de eficiencia en ambos casos se presentó en 1990, pero los niveles de mayor ineficiencia fueron en 2002 para la variable de acervo y 2019 para la variable de flujo, con indicadores de 0.186 y 0.259 respectivamente.

El sector 313-Fabricación de insumos textiles y acabado de textiles manifestó un comportamiento similar en el rango de los niveles de eficiencia en las variables de acervo y de flujo. El año 1990 fue el punto más alto de eficiencia técnica de estas variables, 1995 mostró la misma caída que en otros subsectores; sin embargo, en los siguientes dos periodos de 1996 y 1997 la eficiencia se recuperó y después continuó con su tendencia decreciente en ambas variables hasta finalizar el periodo de estudio.

En el caso del sector de fabricación de productos textiles, excepto prendas de vestir, la media geométrica del sector fue de 0.025 en la variable de acervo y 0.035 en la variable de flujo. El comportamiento de la eficiencia en el primer caso fue volátil a través del tiempo, alcanzando el nivel máximo en 1998 con un indicador de 0.031, mientras que el comportamiento de la formación bruta de capital fijo fue de tendencia decreciente y su nivel máximo se ubicó en 1990 con 0.037.

Para la eficiencia del sector de fabricación de prendas de vestir se encuentra una media geométrica de 0.088 para el acervo de capital y de 0.152 para la formación bruta de capital fijo, ambas variables muestran un comportamiento con tendencia decreciente de sus eficiencias, donde los niveles más altos de ineficiencia comenzaron a partir de 2009 hasta llegar al último año del periodo de estudio.

El sector 316-Curtido y acabado de cuero y piel, y fabricación de productos de cuero, piel y materiales sucedáneos, muestra como primer caso, a la variable de acervo con una media geométrica de 0.051 y a sus niveles de eficiencia técnica más altos en el periodo de 1991-1994 seguidos de una tendencia a la baja. Como segundo caso, la

variable de flujo muestra una media geométrica de 0.078 y sus niveles máximos de eficiencia en los dos primeros años del periodo de estudio, y a continuación, una tendencia decreciente a través del tiempo.

En cuanto a la variable de acervo, la industria de la madera obtuvo una media geométrica de 0.049, además, presentó niveles de eficiencia volátiles a través del tiempo, su punto máximo de eficiencia fue en 1990 con un indicador de 0.061. Por otro lado, en el comportamiento de la eficiencia de la variable de flujo para este sector se destacó una tendencia decreciente, su media geométrica resultó en 0.069 y de la misma manera que la variable anterior su punto máximo de eficiencia se ubicó en 1990 con un indicador de 0.073.

La industria del papel registró una media geométrica de 0.096 y un comportamiento ascendente en sus niveles de eficiencia que fue destacable a partir de 2004, lo que le permitió llegar a su nivel mínimo de ineficiencia en el año 2017 con un indicador de 0.111 en cuanto a la variable de acervo. Por su parte, la variable de flujo para el sector mostró una media geométrica de eficiencia de 0.158, la evolución del nivel de eficiencia en este caso presentó un comportamiento descendente. El nivel máximo de eficiencia fue en 1990 y el mínimo en 2019, con indicadores de 0.166 y 0.151 respectivamente.

Respecto a la impresión e industrias conexas, y en cuanto al acervo de capital, la media geométrica obtenida fue de 0.042, los niveles de eficiencia mostraron una conducta volátil y en conjunto, una tendencia constante a través del tiempo. Los puntos más altos de eficiencia se ubicaron en 1998 y 1999, con un indicador de 0.046 para ambos años. En cuanto a la formación bruta de capital fijo, la conducta de los niveles fue descendente y la media geométrica resultó en 0.067, y el punto más alto de eficiencia de ubicó en 1990 con un indicador de 0.070. Cabe destacar que, en los indicadores de eficiencia de ambas variables, la misma caída abrupta del año 1996 se observa de manera destacada, derivado de que el sector no registró crecimiento alguno durante ese año.

Para el sector 324-Fabricación de productos derivados del petróleo y del carbón, la evolución de los indicadores de eficiencia técnica mostró un comportamiento similar a lo largo del tiempo, el mejor nivel de eficiencia técnica respecto al acervo de capital se observa en 1994 de la misma manera que en la formación bruta de capital fijo, con

indicadores de 1.000 y 0.945 respectivamente para cada variable; no obstante, a partir de entonces, la evolución de la eficiencia se comportó de forma descendente hasta finalizar el periodo de estudio.

En cuanto a la industria química, la eficiencia técnica mostró una tendencia descendente tanto en la variable de acervo como en la variable de flujo; ambas variables presentaron su indicador más alto de eficiencia en 1990 con 0.518 para el acervo de capital y 0.644 para la formación bruta de capital fijo, asimismo, el nivel más alto de ineficiencia se ubicó en 2019 con indicadores de 0.257 y 0.570 para cada variable, respectivamente.

La industria del plástico y hule manifestó una conducta variable a través del tiempo; sin embargo, el acervo de capital se destacó por una tendencia constante y la formación bruta de capital fijo por una tendencia decreciente. El nivel mínimo de eficiencia de la variable de acervo se presentó en 2003 con un indicador de 0.111, mientras que el de la variable de flujo se ubicó en 2019 con 0.200.

El comportamiento de los niveles de eficiencia técnica del sector 327-Fabricación de productos a base de minerales no metálicos, respecto a la formación bruta de capital fijo fue descendente a través del tiempo, los primeros cinco años fueron los indicadores máximos de eficiencia técnica, asimismo, la variable de acervo mostró los mismos niveles óptimos de eficiencia durante esos años, además presentó una tendencia ascendente durante el periodo de estudio.

En general, el acervo de capital presentó sus mínimos niveles ineficiencia en el periodo de 1996-2008, siendo 2006 el año con el mejor indicador de eficiencia técnica y 2009 el año que presentó la menor eficiencia con un indicador de 0.280. Por otro lado, la formación bruta de capital fijo manifestó una tendencia decreciente donde en 2009 sufrió una caída abrupta del nivel de eficiencia, pero, el nivel máximo de ineficiencia se registró en 2019 con un indicador de 0.527.

Respecto a la fabricación de productos metálicos básicos, tanto la variable de acervo como la variable de flujo presentaron el mayor nivel de eficiencia en 1990 con indicadores de 0.171 y 0.264 respectivamente; de la misma forma, en 1995 se observó una gran caída de la eficiencia en ambas variables.

En cuanto al sector relacionado con maquinaria y equipo, los niveles de eficiencia técnica correspondientes a la formación bruta de capital fijo presentaron comportamientos decrecientes similares a otros subsectores del sector manufacturero; por otra parte, el comportamiento del acervo de capital fue ligeramente decreciente. Ambas variables de acervo y flujo presentaron uno de sus niveles más altos de ineficiencia durante año 2009.

El sector 334-Fabricación de equipo de computación, comunicación, medición y de otros equipos, componentes y accesorios electrónicos, manifestó una tendencia decreciente a través del tiempo; sin embargo, a pesar de este comportamiento, tanto los niveles relacionados al acervo de capital como de la formación bruta de capital fijo, mostraron niveles óptimos durante la mitad del periodo de estudio.

En general, los indicadores de eficiencia técnica de la fabricación de accesorios, aparatos eléctricos y equipo de generación de energía eléctrica mantuvieron un comportamiento de pérdida de dinamismo a lo largo del periodo de estudio, además, la variable de acervo destacó también algunas ligeras variaciones en sus eficiencias. Por otra parte, tanto la formación bruta de capital fijo como el acervo de capital mostraron en 1990 y 2019, sus mayores y menores indicadores de eficiencia técnica, respectivamente.

Por otra parte, el sector 336-Fabricación de equipo de transporte, presentó un comportamiento variable y creciente a través del tiempo respecto al acervo de capital en comparación a la formación bruta de capital fijo que mostró una tendencia decreciente; sin embargo, ambas variables registraron notables niveles de pérdidas de eficiencia técnica en 1995 y 2009.

De acuerdo con los indicadores de eficiencia técnica del sector 337-Fabricación de muebles, colchones y persianas, tanto la variable acervo como la variable de flujo ubicaron sus mayores niveles de eficiencia técnica entre los primeros cinco años del periodo de estudio, no obstante, la primera variable mantuvo una tendencia variable y en general, constante; mientras que, la segunda variable manifestó una evolución que iba disminuyendo a lo largo del tiempo.

Finalmente, el sector 339-Otras industrias manufactureras, presentaron una tendencia ascendente en la variable de acervo, donde el punto óptimo de eficiencia técnica se alcanzó en 2015 con un indicador de 0.112; por otro lado, respecto a la variable de flujo, este sector mostró una tendencia descendiente que llegó a su nivel más alto de ineficiencia técnica en 2019 con un indicador de 0.137.

4.7 Referencias

- Banco de México, (1991). Informe Anual 1990. Banco de México, México, D. F. Recuperado el 20 de Enero de 2022, de <https://www.banxico.org.mx/publicaciones-y-prensa/informes-anuales/%7B64924483-0464-FE97-DF60-59620D53930A%7D.pdf>
- Banco de México, (1992). Informe Anual 1991. Banco de México, México, D. F. Recuperado el 20 de Enero de Diciembre de 2022, de <https://www.banxico.org.mx/publicaciones-y-prensa/informes-anuales/%7BDD0C5FD8-052C-2F9F-4280-98C534EF28F3%7D.pdf>
- Banco de México, (1993). Informe Anual 1992. Banco de México, México, D. F. Recuperado el 20 de Enero de 2022, de <https://www.banxico.org.mx/publicaciones-y-prensa/informes-anuales/%7B750A4128-CE1F-0E87-39E9-CF515DB21B68%7D.pdf>
- Banco de México, (1994). Informe Anual 1993. Banco de México, México, D. F. Recuperado el 20 de Enero de 2022, de <https://www.banxico.org.mx/publicaciones-y-prensa/informes-anuales/%7BD133B5DA-B686-7D8D-4C20-5943C0E1F8E6%7D.pdf>
- Banco de México, (1995). Informe Anual 1994. Banco de México, México, D. F. Recuperado el 20 de Enero de 2022, de <https://www.banxico.org.mx/publicaciones-y-prensa/informes-anuales/%7B0F2D589F-92A4-9C48-C456-643595B46CE5%7D.pdf>
- Banco de México, (1996). Informe Anual 1995. Banco de México, México, D. F. Recuperado el 20 de Enero de 2022, de

<https://www.banxico.org.mx/publicaciones-y-prensa/informes-anuales/%7B04840DAE-89CE-942C-ADC0-7F8D6DD0971D%7D.pdf>

- Banco de México, (1997). Informe Anual 1996. Banco de México, México, D. F. Recuperado el 20 de Enero de 2022, de <https://www.banxico.org.mx/publicaciones-y-prensa/informes-anuales/%7B04840DAE-89CE-942C-ADC0-7F8D6DD0971D%7D.pdf>
- Banco de México, (1998). Informe Anual 1997. Banco de México, México, D. F. Recuperado el 20 de Enero de 2022, de <https://www.banxico.org.mx/publicaciones-y-prensa/informes-anuales/%7B0F42A5BC-2A40-7A18-F783-CEEAC11BA16C%7D.pdf>
- Banco de México, (1999). Informe Anual 1998. Banco de México, México, D. F. Recuperado el 20 de Enero de 2022, de <https://www.banxico.org.mx/publicaciones-y-prensa/informes-anuales/%7B290408FB-1C3D-7FCF-F161-CBAC9DC88828%7D.pdf>
- Banco de México, (2000). Informe Anual 1999. Banco de México, México, D. F. Recuperado el 20 de Enero de 2022, de <https://www.banxico.org.mx/publicaciones-y-prensa/informes-anuales/%7B7539B3DE-FF16-8491-5C24-A74375C7A848%7D.pdf>
- Banco de México, (2001). Informe Anual 2000. Banco de México, México, D. F. Recuperado el 20 de Enero de 2022, de <https://www.banxico.org.mx/publicaciones-y-prensa/informes-anuales/%7B6C6CF158-238C-8338-2621-67AC63898D22%7D.pdf>
- Banco de México, (2002). Informe Anual 2001. Banco de México, México, D. F. Recuperado el 20 de Enero de 2022, de <https://www.banxico.org.mx/publicaciones-y-prensa/informes-anuales/%7B845FCC5A-DA37-A61D-1D20-B3CED62F5DC5%7D.pdf>
- Banco de México, (2003). Informe Anual 2002. Banco de México, México, D. F. Recuperado el 20 de Enero de 2022, de <https://www.banxico.org.mx/publicaciones-y-prensa/informes-anuales/%7B2399E8F1-D56E-E150-2D88-9C9A224E827E%7D.pdf>
- Banco de México, (2004). Informe Anual 2003. Banco de México, México, D. F. Recuperado el 20 de Enero de 2022, de

[https://www.banxico.org.mx/publicaciones-y-prensa/informes-
anuales/%7BED15A1E3-8C6A-432D-BE55-3DAD8D754847%7D.pdf](https://www.banxico.org.mx/publicaciones-y-prensa/informes-
anuales/%7BED15A1E3-8C6A-432D-BE55-3DAD8D754847%7D.pdf)

- Banco de México, (2005). Informe Anual 2004. Banco de México, México, D. F. Recuperado el 20 de Enero de 2022, de [https://www.banxico.org.mx/publicaciones-y-prensa/informes-
anuales/%7BCE564E62-9CDF-94CD-B3E0-92D793573312%7D.pdf](https://www.banxico.org.mx/publicaciones-y-prensa/informes-
anuales/%7BCE564E62-9CDF-94CD-B3E0-92D793573312%7D.pdf)
- Banco de México, (2006). Informe Anual 2005. Banco de México, México, D. F. Recuperado el 20 de Enero de 2022, de [https://www.banxico.org.mx/publicaciones-y-prensa/informes-
anuales/%7BEE7FC9DD-5495-B3FD-7F4B-E9E79215B98F%7D.pdf](https://www.banxico.org.mx/publicaciones-y-prensa/informes-
anuales/%7BEE7FC9DD-5495-B3FD-7F4B-E9E79215B98F%7D.pdf)
- Banco de México, (2007). Informe Anual 2006. Banco de México, México, D. F. Recuperado el 20 de Enero de 2022, de [https://www.banxico.org.mx/publicaciones-y-prensa/informes-
anuales/%7B7BB037E8-F68C-26AD-6E88-AA07B9E9AAC3%7D.pdf](https://www.banxico.org.mx/publicaciones-y-prensa/informes-
anuales/%7B7BB037E8-F68C-26AD-6E88-AA07B9E9AAC3%7D.pdf)
- Banco de México, (2008). Informe Anual 2007. Banco de México, México, D. F. Recuperado el 20 de Enero de 2022, de [https://www.banxico.org.mx/publicaciones-y-prensa/informes-
anuales/%7B6EEA73F3-E688-1FF3-83E9-9C5E99C2F89A%7D.pdf](https://www.banxico.org.mx/publicaciones-y-prensa/informes-
anuales/%7B6EEA73F3-E688-1FF3-83E9-9C5E99C2F89A%7D.pdf)
- Banco de México, (2009). Informe Anual 2008. Banco de México, México, D. F. Recuperado el 20 de Enero de 2022, de [https://www.banxico.org.mx/publicaciones-y-prensa/informes-
anuales/%7B27E0486F-9932-63AA-548C-7B325FF8C46E%7D.pdf](https://www.banxico.org.mx/publicaciones-y-prensa/informes-
anuales/%7B27E0486F-9932-63AA-548C-7B325FF8C46E%7D.pdf)
- Banco de México, (2010). Informe Anual 2009. Banco de México, México, D. F. Recuperado el 20 de Enero de 2022, de [https://www.banxico.org.mx/publicaciones-y-prensa/informes-
anuales/%7BAB7391C0-18F2-0705-B832-531AF9151D83%7D.pdf](https://www.banxico.org.mx/publicaciones-y-prensa/informes-
anuales/%7BAB7391C0-18F2-0705-B832-531AF9151D83%7D.pdf)
- Banco de México, (2011). Informe Anual 2010. Banco de México, México, D. F. Recuperado el 20 de Enero de 2022, de [https://www.banxico.org.mx/publicaciones-y-prensa/informes-
anuales/%7B0778D580-5929-C9A3-AEAB-D7CDEAD8490D%7D.pdf](https://www.banxico.org.mx/publicaciones-y-prensa/informes-
anuales/%7B0778D580-5929-C9A3-AEAB-D7CDEAD8490D%7D.pdf)
- Banco de México, (2012). Informe Anual 2011. Banco de México, México, D. F. Recuperado el 20 de Enero de 2022, de

[https://www.banxico.org.mx/publicaciones-y-prensa/informes-
anuales/%7B1C6DCB59-C152-B56C-D4B1-35FFBD492663%7D.pdf](https://www.banxico.org.mx/publicaciones-y-prensa/informes-
anuales/%7B1C6DCB59-C152-B56C-D4B1-35FFBD492663%7D.pdf)

- Banco de México, (2013). Informe Anual 2012, Banco de México., México, D. F. Recuperado el 20 de Enero de 2022, de [https://www.banxico.org.mx/publicaciones-y-prensa/informes-
anuales/%7BC58EAA68-F391-244E-9F07-F00A113B1E30%7D.pdf](https://www.banxico.org.mx/publicaciones-y-prensa/informes-
anuales/%7BC58EAA68-F391-244E-9F07-F00A113B1E30%7D.pdf)
- Banco de México, (2014). Compilación de Informes Trimestrales 2013, Banco de México., México, D. F. Recuperado el 25 de Enero de 2022, de [https://www.banxico.org.mx/publicaciones-y-prensa/informes-
anuales/%7BEA277C6D-E723-7F50-4127-05EA6F2B6575%7D.pdf](https://www.banxico.org.mx/publicaciones-y-prensa/informes-
anuales/%7BEA277C6D-E723-7F50-4127-05EA6F2B6575%7D.pdf)
- Banco de México, (2015). Compilación de Informes Trimestrales 2014, Banco de México., México, D. F. Recuperado el 25 de Enero de 2022, de [https://www.banxico.org.mx/publicaciones-y-prensa/informes-
anuales/%7BE7D8B25E-E27C-5350-85F8-FE1E850D004D%7D.pdf](https://www.banxico.org.mx/publicaciones-y-prensa/informes-
anuales/%7BE7D8B25E-E27C-5350-85F8-FE1E850D004D%7D.pdf)
- Banco de México, (2016). Compilación de Informes Trimestrales 2015, Banco de México., México, D. F. Recuperado el 25 de Enero de 2022, de [https://www.banxico.org.mx/publicaciones-y-prensa/informes-
anuales/%7B39D145F3-CDA2-5963-8992-52CDA172BB32%7D.pdf](https://www.banxico.org.mx/publicaciones-y-prensa/informes-
anuales/%7B39D145F3-CDA2-5963-8992-52CDA172BB32%7D.pdf)
- Banco de México, (2017). Compilación de Informes Trimestrales 2016, Banco de México., México, D. F. Recuperado el 25 de Enero de 2022, de [https://www.banxico.org.mx/publicaciones-y-prensa/informes-
anuales/%7B88B89228-6FCE-5BE7-51C0-1154E784843E%7D.pdf](https://www.banxico.org.mx/publicaciones-y-prensa/informes-
anuales/%7B88B89228-6FCE-5BE7-51C0-1154E784843E%7D.pdf)
- Banco de México, (2018). Compilación de Informes Trimestrales 2017, Banco de México., México, D. F. Recuperado el 25 de Enero de 2022, de [https://www.banxico.org.mx/publicaciones-y-prensa/informes-
anuales/%7B9AFC07A9-8815-9C56-BAE7-A20162AA0E56%7D.pdf](https://www.banxico.org.mx/publicaciones-y-prensa/informes-
anuales/%7B9AFC07A9-8815-9C56-BAE7-A20162AA0E56%7D.pdf)
- Banco de México, (2019). Compilación de Informes Trimestrales 2018, Banco de México., México, D. F. Recuperado el 25 de Enero de 2022, de [https://www.banxico.org.mx/publicaciones-y-prensa/informes-
anuales/%7B36AAF21D-FB2A-510C-6F84-79269AD3EC35%7D.pdf](https://www.banxico.org.mx/publicaciones-y-prensa/informes-
anuales/%7B36AAF21D-FB2A-510C-6F84-79269AD3EC35%7D.pdf)
- Banco de México, (2020). Compilación de Informes Trimestrales 2019, Banco de México., México, D. F. Recuperado el 25 de Enero de 2022, de

<https://www.banxico.org.mx/publicaciones-y-prensa/informes-anuales/%7BE7EB840F-C4E6-9253-205E-9D7A71BBF101%7D.pdf>

- Barro, R. J. y Sala-i-Martin, (1995). *Economic Growth*. *Mc Graw Hill*. Cambridge, MA. USA, pp. 539.
- Ramírez Vigoya A., (2015). Función de producción al sector financiero en Colombia. *Revista de la Facultad de Ciencias Económicas: Investigación y Reflexión*, XXIII(1),141-156.

Conclusiones generales

Esta investigación enmarcó la importancia del sector manufacturero en México y contextualizó el entorno económico nacional durante el periodo de estudio y, además, los diversos escenarios que ha enfrentado el país, derivado de un contexto internacional cambiante y, de forma particular, de sus principales socios comerciales.

Con base en la literatura y antecedentes empíricos y, de la aplicación del análisis de fronteras estocásticas aplicado a datos en panel, se realiza la estimación de la eficiencia técnica, considerando a la inversión como una variable de acervo de capital y como variable de flujo. Posteriormente, de los resultados obtenidos, se ejecuta un análisis gráfico, explicado a partir de los análisis nacionales e internacionales registrados en los informes expedidos por Banxico, con la finalidad de demostrar la influencia mundial dentro de la actividad económica nacional y, de manera particular, a los niveles de eficiencia técnica del sector manufacturero.

Se ha logrado identificar que los subsectores 324-Fabricación de productos derivados del petróleo y carbón, 311-Industria alimentaria y 336-Fabricación de equipo de transporte, son los subsectores principales en cuanto a óptimos niveles de eficiencia técnica. Para el caso de la inversión considerada como acervo de capital, los subsectores previamente mencionados se posicionaron en el primer, segundo y tercer lugar respectivamente. Respecto a la inversión considerada como variable de flujo, el subsector líder en niveles de eficiencia técnica fue el 311-Industria alimentaria, seguido del relacionado a productos derivados del petróleo y carbón y, finalmente el 336-Fabricación de equipo de transporte.

El estudio sobre los contrastes de especificación relacionados con la función de producción y ecuación de ineficiencia permitió identificar que el uso de una función de producción translogarítmica es la más adecuada para la estimación de la eficiencia técnica, dado el rechazo de la hipótesis nula planteada.

Finalmente, el análisis de convergencia realizado mediante el coeficiente de variación para los subsectores del sector manufacturero, mostró que la inversión considerada como acervo de capital tiene a homogeneizar la eficiencia técnica, es decir, el comportamiento de los niveles del sector de manera general tienden a igualarse a lo largo del tiempo; por su lado, los indicadores de los niveles de eficiencia técnica con la

inversión como variable de flujo mostraron un comportamiento que presentó disparidades ya que estos se reportaron por debajo de la unidad o muy cercanos a ella, lo que puede explicar la divergencia que exhibe la inversión en este contexto.

Para concluir, el panorama de la inversión como acervo, muestra óptimos niveles de eficiencia técnica en la mayoría de sus subsectores, gracias al uso adecuado de los factores productivos, mientras que, la inversión como variable de flujo sostuvo una tendencia decreciente en sus niveles de eficiencia técnica, comportamiento que podría ser explicado por la falta de procesos innovadores. Por ello, se acepta la hipótesis de trabajo planteada al inicio de esta investigación de que en México existe un proceso de convergencia en la eficiencia técnica del sector manufacturero considerando a la inversión como variable de acervo de capital; no obstante, se ha verificado que en el caso de la inversión como variable de flujo se rechaza la hipótesis de trabajo planteada dado el comportamiento divergente que muestran de los niveles de eficiencia técnica a lo largo del periodo de estudio. Asimismo, se logra el objetivo referente a la realización de la estimación de la eficiencia técnica de los subsectores durante 1990-2019.

Anexos

Anexo A-1. Estimaciones de las ecuaciones generadas por el contraste de especificación. Inversión como variable de flujo.

	Coefficient	Standard-error	t-ratio
beta 0	16.612	0.736	22.585
beta 1	-0.224	0.122	-1.830
beta 2	-0.577	0.098	-5.908
beta 3	0.101	0.012	8.635
beta 4	-0.043	0.005	-7.782
beta 5	-0.005	0.008	-0.596
delta 0	1.892	0.054	35.082
delta 1	0.004	0.001	3.048
delta 2	-2.104	0.064	-33.064
delta 3	-0.639	0.063	-10.185
delta 4	0.421	0.071	5.975
delta 5	1.406	0.099	14.253
delta 6	-0.064	0.071	-0.895
delta 7	0.606	0.076	7.924
delta 8	0.732	0.084	8.733
delta 9	-0.102	0.055	-1.841
delta10	0.758	0.087	8.749
delta11	-1.836	0.069	-26.561
delta12	-1.444	0.060	-23.866
delta13	-0.385	0.068	-5.659
delta14	-0.362	0.058	-6.198
delta15	-1.361	0.057	-23.723
delta16	-0.564	0.062	-9.098
delta17	-0.304	0.074	-4.103
delta18	-1.260	0.061	-20.680
delta19	-0.657	0.059	-11.212
delta20	-1.820	0.061	-29.941
delta21	0.511	0.078	6.568
sigma-squared	0.017	0.002	10.961
gamma	0.034	0.006	5.469

Fuente: Elaboración propia con datos del programa FRONTIER (Versión 4.1c)

Anexo A-2. Estimaciones de las ecuaciones generadas por el contraste de especificación. Inversión como variable de acervo de capital.

	Coefficient	Standard-error	t-ratio
beta 0	15.200	1.155	13.162
beta 1	0.451	0.218	2.074
beta 2	-0.973	0.106	-9.153
beta 3	0.145	0.014	10.312

beta 4	-0.082	0.012	-7.112
beta 5	-0.019	0.008	-2.288
delta 0	2.362	0.043	55.108
delta 1	0.008	0.001	5.886
delta 2	-1.845	0.041	-45.220
delta 3	-0.690	0.041	-16.969
delta 4	0.381	0.043	8.894
delta 5	1.197	0.085	14.139
delta 6	-0.061	0.045	-1.351
delta 7	0.498	0.072	6.959
delta 8	0.538	0.092	5.854
delta 9	-0.141	0.036	-3.903
delta10	0.686	0.051	13.379
delta11	-1.981	0.045	-43.905
delta12	-1.431	0.045	-31.640
delta13	-0.395	0.038	-10.413
delta14	-0.356	0.038	-9.299
delta15	-1.394	0.040	-34.822
delta16	-0.553	0.038	-14.673
delta17	-0.292	0.040	-7.256
delta18	-1.339	0.044	-30.767
delta19	-0.716	0.038	-18.615
delta20	-1.798	0.045	-39.837
delta21	0.385	0.056	6.865
sigma-squared	0.014	0.001	17.179
gamma	1.000	0.000	18429354.000

Fuente: Elaboración propia con datos del programa FRONTIER (Versión 4.1c)

Anexo A-3. Estimaciones de eficiencia técnica del sector manufacturero utilizando la inversión como variable de flujo, 1990-2019.

No. S.	Firma	Subsector	1990	1991	1992
311	1	Industria Alimentaria	1.000	1.000	1.000
312	2	Industria de las bebidas y del tabaco	0.286	0.285	0.284
313	3	Fabricación de insumos textiles y acabado de textiles	0.100	0.099	0.099
314	4	Fabricación de productos textiles, excepto prendas de vestir	0.037	0.037	0.037
315	5	Fabricación de prendas de vestir	0.160	0.160	0.160
316	6	Curtido y acabado de cuero y piel, y fabricación de productos de cuero, piel y materiales sucedáneos	0.082	0.082	0.082
321	7	Industria de la madera	0.073	0.072	0.072
322	8	Industria del papel	0.166	0.165	0.165
323	9	Impresión e industrias conexas	0.070	0.070	0.070
324	10	Fabricación de productos derivados del petróleo y del carbón	0.946	0.946	0.943
325	11	Industria química	0.644	0.641	0.637
326	12	Industria del plástico y del hule	0.222	0.221	0.220
327	13	Fabricación de productos a base de minerales no metálicos	0.215	0.215	0.214
331	14	Industrias metálicas básicas	0.585	0.582	0.580
332	15	Fabricación de productos metálicos	0.264	0.263	0.262

333	16	Fabricación de maquinaria y equipo	0.203	0.202	0.202
334	17	Fabricación de equipo de computación, comunicación, medición y de otros equipos, componentes y accesorios electrónicos	0.524	0.521	0.519
335	18	Fabricación de accesorios, aparatos eléctricos y equipo de generación de energía eléctrica	0.290	0.289	0.288
336	19	Fabricación de equipo de transporte	0.924	0.925	0.923
337	20	Fabricación de muebles, colchones y persianas	0.090	0.090	0.090
339	21	Otras industrias manufactureras	0.149	0.148	0.148
		Media Geométrica	0.223	0.222	0.221

Fuente: Elaboración propia con datos del programa FRONTIER (Versión 4.1c)

Anexo A-3. Estimaciones de eficiencia técnica del sector manufacturero utilizando la inversión como variable de flujo, 1990-2019 (Continuación).

1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
1.000	1.000	0.997	0.997	0.997	0.997	0.997	0.997	0.997
0.282	0.281	0.278	0.278	0.277	0.276	0.275	0.274	0.273
0.098	0.098	0.097	0.097	0.097	0.096	0.096	0.096	0.095
0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036
0.159	0.158	0.157	0.157	0.157	0.156	0.156	0.155	0.154
0.082	0.081	0.081	0.080	0.080	0.080	0.080	0.079	0.079
0.072	0.071	0.071	0.071	0.071	0.071	0.070	0.070	0.070
0.164	0.164	0.162	0.162	0.162	0.161	0.161	0.160	0.159
0.070	0.069	0.069	0.069	0.069	0.069	0.068	0.068	0.068
0.943	0.945	0.937	0.935	0.931	0.931	0.925	0.918	0.914
0.633	0.633	0.628	0.626	0.623	0.621	0.617	0.614	0.610
0.219	0.219	0.217	0.216	0.216	0.215	0.214	0.213	0.212
0.214	0.213	0.211	0.210	0.210	0.209	0.209	0.208	0.207
0.579	0.578	0.574	0.575	0.574	0.572	0.570	0.569	0.566
0.261	0.261	0.258	0.258	0.258	0.257	0.256	0.256	0.254
0.201	0.201	0.199	0.199	0.199	0.198	0.197	0.196	0.196
0.518	0.519	0.515	0.515	0.517	0.517	0.516	0.516	0.513
0.287	0.286	0.283	0.283	0.283	0.283	0.282	0.282	0.279
0.917	0.916	0.902	0.905	0.903	0.900	0.897	0.895	0.889
0.090	0.089	0.089	0.088	0.088	0.088	0.088	0.087	0.087
0.147	0.147	0.146	0.146	0.146	0.146	0.145	0.145	0.144
0.220	0.220	0.218	0.218	0.218	0.217	0.217	0.216	0.215

Fuente: Elaboración propia con datos del programa FRONTIER (Versión 4.1c)

Anexo A-3. Estimaciones de eficiencia técnica del sector manufacturero utilizando la inversión como variable de flujo, 1990-2019 (Continuación).

2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
0.997	0.996	0.996	0.996	0.996	0.996	0.996	0.996	0.996
0.272	0.271	0.270	0.270	0.269	0.269	0.268	0.266	0.266
0.095	0.094	0.094	0.093	0.093	0.093	0.092	0.092	0.091

0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.034	0.034
0.154	0.153	0.153	0.152	0.151	0.150	0.150	0.149	0.148
0.078	0.078	0.078	0.078	0.078	0.077	0.077	0.076	0.076
0.069	0.069	0.069	0.069	0.069	0.068	0.068	0.067	0.067
0.159	0.158	0.158	0.158	0.157	0.157	0.156	0.155	0.155
0.067	0.067	0.067	0.067	0.067	0.066	0.066	0.066	0.066
0.910	0.907	0.904	0.900	0.895	0.891	0.888	0.887	0.879
0.607	0.606	0.604	0.602	0.602	0.600	0.597	0.594	0.592
0.211	0.210	0.210	0.209	0.209	0.209	0.207	0.206	0.206
0.206	0.205	0.205	0.204	0.204	0.204	0.203	0.202	0.201
0.564	0.562	0.560	0.559	0.558	0.556	0.554	0.547	0.547
0.253	0.252	0.251	0.251	0.250	0.249	0.248	0.246	0.246
0.195	0.194	0.194	0.194	0.194	0.193	0.191	0.189	0.190
0.510	0.507	0.506	0.505	0.505	0.505	0.502	0.498	0.498
0.278	0.277	0.277	0.276	0.275	0.274	0.273	0.271	0.271
0.886	0.883	0.881	0.878	0.877	0.875	0.873	0.858	0.866
0.087	0.086	0.086	0.086	0.085	0.085	0.085	0.084	0.084
0.144	0.143	0.143	0.143	0.142	0.142	0.142	0.141	0.141
0.214	0.213	0.212	0.212	0.212	0.211	0.210	0.208	0.208

Fuente: Elaboración propia con datos del programa FRONTIER (Versión 4.1c)

Anexo A-3. Estimaciones de eficiencia técnica del sector manufacturero utilizando la inversión como variable de flujo, 1990-2019 (Continuación).

2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
0.996	0.996	0.996	0.995	0.995	0.995	0.995	0.995	0.995
0.265	0.264	0.264	0.263	0.262	0.262	0.261	0.260	0.259
0.091	0.091	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.089
0.034	0.034	0.034	0.034	0.034	0.034	0.034	0.034	0.033
0.148	0.147	0.147	0.146	0.146	0.146	0.146	0.146	0.145
0.076	0.076	0.075	0.075	0.075	0.075	0.074	0.074	0.074
0.067	0.067	0.067	0.066	0.066	0.066	0.066	0.066	0.065
0.155	0.154	0.154	0.154	0.153	0.153	0.152	0.152	0.151
0.066	0.065	0.065	0.065	0.064	0.065	0.064	0.064	0.064
0.874	0.871	0.866	0.865	0.858	0.857	0.847	0.837	0.834
0.589	0.588	0.586	0.584	0.582	0.580	0.576	0.572	0.570
0.206	0.205	0.204	0.203	0.203	0.202	0.201	0.200	0.200
0.201	0.200	0.199	0.199	0.199	0.198	0.197	0.196	0.195
0.545	0.543	0.541	0.541	0.537	0.534	0.533	0.530	0.527
0.246	0.245	0.243	0.243	0.242	0.241	0.240	0.239	0.238
0.190	0.190	0.188	0.188	0.187	0.186	0.186	0.185	0.184
0.495	0.492	0.487	0.486	0.485	0.483	0.482	0.480	0.478
0.270	0.269	0.267	0.266	0.265	0.265	0.264	0.262	0.261
0.865	0.864	0.862	0.858	0.855	0.851	0.849	0.844	0.840
0.084	0.084	0.083	0.083	0.083	0.082	0.082	0.082	0.081
0.141	0.140	0.139	0.139	0.139	0.138	0.138	0.137	0.137
0.208	0.207	0.206	0.206	0.205	0.204	0.204	0.203	0.202

Fuente: Elaboración propia con datos del programa FRONTIER (Versión 4.1c)

Anexo A-4. Estimaciones de eficiencia técnica del sector manufacturero utilizando la inversión como variable de acervo, 1990-2019.

No S.	Firma		1990	1991	1992
311	1	Industria Alimentaria	0.710	0.678	0.663
312	2	Industria de las bebidas y del tabaco	0.217	0.200	0.186
313	3	Fabricación de insumos textiles y acabado de textiles	0.084	0.077	0.073
314	4	Fabricación de productos textiles, excepto prendas de vestir	0.027	0.027	0.027
315	5	Fabricación de prendas de vestir	0.107	0.108	0.108
316	6	Curtido y acabado de cuero y piel, y fabricación de productos de cuero, piel y materiales sucedáneos	0.064	0.068	0.067
321	7	Industria de la madera	0.061	0.058	0.058
322	8	Industria del papel	0.097	0.095	0.091
323	9	Impresión e industrias conexas	0.043	0.042	0.044
324	10	Fabricación de productos derivados del petróleo y del carbón	0.698	0.760	0.775
325	11	Industria química	0.518	0.485	0.459
326	12	Industria del plástico y del hule	0.146	0.136	0.137
327	13	Fabricación de productos a base de minerales no metálicos	0.124	0.123	0.128
331	14	Industrias metálicas básicas	0.329	0.304	0.307
332	15	Fabricación de productos metálicos	0.171	0.164	0.158
333	16	Fabricación de maquinaria y equipo	0.109	0.114	0.118
334	17	Fabricación de equipo de computación, comunicación, medición y de otros equipos, componentes y accesorios electrónicos	0.470	0.395	0.338
335	18	Fabricación de accesorios, aparatos eléctricos y equipo de generación de energía eléctrica	0.209	0.198	0.185
336	19	Fabricación de equipo de transporte	0.479	0.532	0.544
337	20	Fabricación de muebles, colchones y persianas	0.059	0.062	0.064
339	21	Otras industrias manufactureras	0.069	0.067	0.067
		Media Geométrica	0.150	0.146	0.144

Fuente: Elaboración propia con datos del programa FRONTIER (Versión 4.1c)

Anexo A-4. Estimaciones de eficiencia técnica del sector manufacturero utilizando la inversión como variable de acervo, 1990-2019 (Continuación).

1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
0.666	0.674	0.642	0.600	0.570	0.547	0.531	0.515	0.510
0.174	0.177	0.163	0.159	0.154	0.152	0.150	0.148	0.141
0.070	0.069	0.064	0.071	0.074	0.070	0.069	0.069	0.061
0.027	0.027	0.026	0.028	0.030	0.031	0.029	0.030	0.026
0.105	0.105	0.097	0.102	0.104	0.105	0.105	0.106	0.101
0.065	0.063	0.054	0.059	0.063	0.061	0.061	0.057	0.051
0.052	0.052	0.047	0.052	0.056	0.057	0.056	0.057	0.051
0.088	0.091	0.089	0.089	0.089	0.089	0.090	0.089	0.086
0.043	0.043	0.040	0.038	0.044	0.046	0.046	0.045	0.041
0.868	1.000	0.946	0.854	0.807	0.877	0.806	0.707	0.686
0.434	0.465	0.439	0.408	0.387	0.374	0.344	0.330	0.306
0.137	0.138	0.128	0.129	0.130	0.131	0.123	0.124	0.115

0.129	0.137	0.110	0.111	0.114	0.117	0.114	0.114	0.106
0.325	0.334	0.321	0.365	0.375	0.380	0.373	0.381	0.363
0.155	0.162	0.137	0.145	0.151	0.158	0.159	0.162	0.148
0.108	0.114	0.102	0.103	0.113	0.117	0.109	0.107	0.110
0.340	0.353	0.311	0.306	0.338	0.359	0.344	0.377	0.351
0.186	0.189	0.171	0.168	0.176	0.193	0.189	0.190	0.172
0.522	0.554	0.449	0.499	0.486	0.466	0.465	0.482	0.454
0.066	0.067	0.059	0.059	0.063	0.063	0.061	0.061	0.057
0.067	0.072	0.071	0.074	0.077	0.076	0.080	0.079	0.074
0.142	0.146	0.133	0.136	0.140	0.141	0.138	0.137	0.128

Fuente: Elaboración propia con datos del programa FRONTIER (Versión 4.1c)

Anexo A-4. Estimaciones de eficiencia técnica del sector manufacturero utilizando la inversión como variable de acervo, 1990-2019 (Continuación).

2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
0.491	0.490	0.490	0.495	0.494	0.497	0.496	0.487	0.487
0.140	0.141	0.144	0.151	0.155	0.158	0.164	0.163	0.163
0.059	0.054	0.055	0.052	0.054	0.053	0.049	0.046	0.048
0.026	0.023	0.025	0.024	0.025	0.025	0.024	0.021	0.022
0.096	0.097	0.094	0.088	0.088	0.084	0.080	0.076	0.074
0.049	0.047	0.048	0.048	0.051	0.050	0.047	0.043	0.045
0.045	0.044	0.044	0.044	0.045	0.046	0.043	0.041	0.042
0.085	0.086	0.090	0.093	0.097	0.101	0.098	0.096	0.098
0.040	0.038	0.037	0.038	0.042	0.043	0.045	0.042	0.045
0.670	0.664	0.681	0.641	0.606	0.571	0.560	0.568	0.518
0.298	0.325	0.319	0.329	0.352	0.356	0.347	0.332	0.329
0.115	0.111	0.113	0.116	0.123	0.126	0.118	0.109	0.120
0.111	0.106	0.109	0.115	0.122	0.126	0.121	0.110	0.114
0.371	0.374	0.382	0.398	0.402	0.390	0.358	0.280	0.324
0.140	0.136	0.139	0.145	0.150	0.148	0.146	0.129	0.137
0.108	0.102	0.111	0.116	0.122	0.121	0.112	0.085	0.117
0.336	0.311	0.310	0.330	0.364	0.391	0.367	0.311	0.355
0.168	0.172	0.177	0.179	0.174	0.179	0.167	0.153	0.172
0.462	0.453	0.467	0.466	0.509	0.515	0.504	0.390	0.522
0.057	0.057	0.058	0.058	0.057	0.057	0.055	0.052	0.054
0.077	0.078	0.085	0.090	0.090	0.091	0.090	0.087	0.086
0.126	0.123	0.126	0.128	0.132	0.132	0.128	0.117	0.124

Fuente: Elaboración propia con datos del programa FRONTIER (Versión 4.1c)

Anexo A-4. Estimaciones de eficiencia técnica del sector manufacturero utilizando la inversión como variable de acervo, 1990-2019 (Continuación).

2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
0.484	0.486	0.473	0.470	0.469	0.475	0.468	0.465	0.453
0.172	0.170	0.174	0.179	0.179	0.183	0.181	0.184	0.186

0.047	0.047	0.045	0.045	0.047	0.047	0.046	0.048	0.047
0.022	0.022	0.022	0.023	0.024	0.025	0.023	0.024	0.023
0.072	0.072	0.072	0.072	0.072	0.072	0.073	0.075	0.076
0.043	0.043	0.043	0.042	0.042	0.041	0.041	0.041	0.041
0.044	0.048	0.046	0.045	0.047	0.047	0.048	0.047	0.047
0.099	0.101	0.101	0.104	0.107	0.109	0.111	0.110	0.106
0.045	0.043	0.040	0.040	0.040	0.041	0.042	0.043	0.040
0.494	0.467	0.477	0.457	0.414	0.447	0.373	0.294	0.292
0.311	0.311	0.311	0.308	0.314	0.305	0.292	0.256	0.257
0.126	0.135	0.122	0.118	0.122	0.120	0.116	0.116	0.114
0.122	0.124	0.119	0.125	0.130	0.126	0.125	0.124	0.119
0.318	0.311	0.298	0.323	0.306	0.299	0.302	0.286	0.263
0.144	0.146	0.134	0.136	0.140	0.137	0.130	0.125	0.118
0.127	0.130	0.113	0.115	0.112	0.109	0.113	0.111	0.105
0.330	0.298	0.244	0.250	0.248	0.238	0.244	0.236	0.231
0.169	0.162	0.153	0.147	0.152	0.152	0.148	0.142	0.136
0.542	0.570	0.571	0.573	0.563	0.537	0.554	0.520	0.496
0.055	0.057	0.053	0.051	0.053	0.051	0.047	0.048	0.046
0.094	0.091	0.090	0.103	0.112	0.100	0.094	0.097	0.095
0.125	0.125	0.120	0.121	0.122	0.121	0.119	0.116	0.113

Fuente: Elaboración propia con datos del programa FRONTIER (Versión 4.1c)