



**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE
SAN NICOLÁS DE HIDALGO**

Facultad de Contaduría y Ciencias Administrativas
División de Estudios de Posgrado

Doctorado en Administración

Tesis

**Análisis de efectos multiplicadores del mercado eléctrico
mayorista en la economía de México**

Línea de generación y aplicación del conocimiento

Modelos cuantitativos y cualitativos en la toma de decisiones

Que para obtener el grado de

Doctor en Administración

Presenta:

Jaime Mario Edmundo Vaca Serrano

DIRECTOR DE TESIS:

Dr. Antonio Kido Cruz

MORELIA, MICHOACÁN; OCTUBRE 2019





UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO
FACULTAD DE CONTADURÍA Y CIENCIAS ADMINISTRATIVAS
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO
DOCTORADO EN ADMINISTRACIÓN
ACREDITADO EN EL PNPC DEL CONACyT

Oficio No. 146/2019
Morelia, Michoacán a 17 de septiembre de 2019

Dr. Evaristo Galeana Figueroa

Director de la Facultad de Contaduría y Ciencias Administrativas de la
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

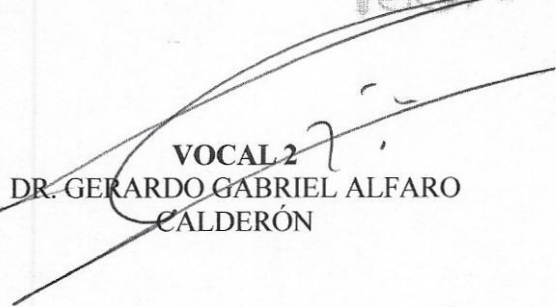
PRESENTE

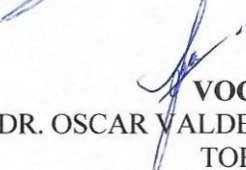
Los abajo firmantes de la mesa de jurado asignado al alumno(a): **Jaime Mario Edmundo Vaca Serrano**, para revisar su trabajo de tesis titulado: **“ANÁLISIS DE EFECTOS MULTIPLICADORES DEL MERCADO ELÉCTRICO MAYORISTA EN LA ECONOMÍA DE MÉXICO”**; comunicamos a usted, que después de haber revisado y sugerido las modificaciones pertinentes, y una vez que estas fueron realizadas por el alumno (a), hemos considerado que el trabajo reúne los requisitos establecidos en el Reglamento General para los estudios de Posgrado de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, por lo que dicho trabajo puede ser editado.

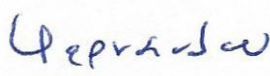
ATENTAMENTE


PRESIDENTE
DR. ANTONIO KIDO CRUZ


VOCAL 1
DR. CUAUHTÉMOC GUERRERO
DAVALOS


VOCAL 2
DR. GERARDO GABRIEL ALFARO
CALDERÓN


VOCAL 3
DR. OSCAR VALDEMAR DE LA TORRE
TORRES


VOCAL 4
DR. FERNANDO ÁVILA CARREÓN

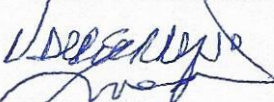
UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO
FACULTAD DE CONTADURÍA Y CIENCIAS ADMINISTRATIVAS
DOCTORADO EN ADMINISTRACIÓN

CARTA DE CESIÓN DE DERECHOS

En la ciudad de Morelia, Michoacán, el día 20 de septiembre de 2019 el que suscribe **JAIME MARIO EDMUNDO VACA SERRANO**, alumno del programa de Doctorado en Administración con matrícula 148877A, adscrito a la Facultad de Contaduría y Ciencias Administrativas (FCCA), manifiesta que es autor intelectual del presente trabajo de tesis bajo la dirección del Dr. Antonio Kido Cruz, y cede los derechos del trabajo titulado **Análisis de efectos multiplicadores del mercado eléctrico mayorista en la economía de México** a la **Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo** para su difusión con fines académicos y de investigación.

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, gráficas o datos del trabajo sin permiso expreso del autor y/o director del mismo. Este puede ser obtenido escribiendo a la siguiente dirección: jaimevaka@hotmail.com. Si el permiso se otorga, el usuario deberá citar la fuente y dar el crédito correspondiente.

ATENTAMENTE



JAIME MARIO EDMUNDO VACA SERRANO

ÍNDICE	PÁGINA
Índice de tablas y cuadros	7
Resumen	13
INTRODUCCIÓN	15
CAPÍTULO 1 ANTECEDENTES Y CONTEXTO ACTUAL	19
1.1 Liberalización del Sector Eléctrico a nivel mundial	19
1.2 Riesgos y oportunidades en la Industria Eléctrica en México	25
1.3 Evolución del Mercado Eléctrico Mayorista en México	26
1.4 Mercados Eléctricos a nivel mundial	31
1.5 Efectos multiplicadores del Mercado Eléctrico Mayorista en la economía de México	36
CAPÍTULO 2. FUNDAMENTACIÓN DEL PROBLEMA	41
2.1 Situación problemática	41
2.2 Planteamiento del problema	43
2.3 Preguntas de investigación	46
Pregunta general	46
Preguntas específicas	46

2.4	Objetivos de investigación	46
	Objetivo general de la investigación	46
	Objetivos específicos	47
2.5	Hipótesis de investigación	47
	Hipótesis general	47
	Hipótesis específicas	47
2.6	Justificación de la investigación	48
	Conveniencia	48
	Relevancia social	48
	Implicaciones prácticas	49
	Valor teórico	50
	Utilidad metodológica	51
	CAPÍTULO 3. MARCO TEÓRICO	52
3.1	Teoría del Modelo Insumo-Producto	52
	Introducción	52
	Desarrollo Matemático y Relaciones Básicas	59
	Desarrollo de la Ecuación de Leontief	67

Efectos multiplicadores	74
Índices de Rasmussen	77
3.2 Modelo de Precios	80
Modelo de precios en datos monetarios	81
3.3 Cuentas Nacionales	87
3.4 Teoría del Modelo Insumo-Producto de energía	92
Conceptos del análisis Insumo-Producto de energía	94
Formulación básica	96
CAPÍTULO 4. DISEÑO METODOLÓGICO	100
4.1 Base de datos	100
4.2 Contexto general de la Metodología Insumo-Producto	101
Obtención de Matriz de multiplicadores	106
Obtención de multiplicadores de producción	106
Obtención de multiplicadores de valor agregado	111
Aplicación del modelo de precios para una variable exógena	111
Obtención de multiplicadores de empleo	113
Cálculo de Índices de Rasmussen	122

4.3	Aplicación del Modelo de Precios	124
	Aplicación para una variable endógena	124
4.4	Aplicación de la Tabla Insumo-Producto en el análisis multisectorial del consumo de energía eléctrica para los 3 sectores primarios	127
CAPÍTULO 5. ANÁLISIS DE RESULTADOS		137
5.1	Análisis estadístico descriptivo de la industria eléctrica en México	137
5.2	Clasificación de subsectores de la economía de México aplicando índices de Rasmussen	141
5.3	Obtención de efectos multiplicadores en la producción de energía eléctrica	145
5.4	Obtención de efectos multiplicadores en el valor agregado	149
5.5	Análisis estadístico descriptivo del empleo en México	151
5.6	Obtención de efectos multiplicadores en remuneración de asalariados	154
5.7	Aplicación del modelo de precios debido a un incremento en Variables endógenas	157
5.8	Análisis multisectorial del consumo de energía eléctrica en 79	

subsectores	162
CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	165
Conclusiones y recomendaciones	165
Aportación de la investigación	176
Limitaciones en la investigación	177
Futuras líneas de investigación	178
BIBLIOGRAFÍA	179

ÍNDICE DE TABLAS Y CUADROS

TABLAS

Tabla 1	Factores motivadores de las reformas del sector eléctrico	20
Tabla 2	Principales riesgos identificados a nivel internacional en las empresas eléctricas	26
Tabla 3	Tipo de fuente de generación y capacidad de generación contratadas en las subastas eléctricas a largo plazo	30
Tabla 4	Volumen de trabajos correspondientes a la Revisión bibliográfica	37
Tabla 5	Definición de impacto directo, indirecto e inducido	38
Tabla 6	Aplicación de Análisis Insumo-Producto y Contabilidad Nacional en Sistemas Económicos	54
Tabla 7	Clasificación de Sectores de la economía de acuerdo con el valor de los Índices de Rasmussen	79
Tabla 8	Transacciones en términos monetarios	82
Tabla 9	Comparación de los Modelos de cantidad y de precios de Leontief	86

Tabla 10	Tabla Expandida de Flujo para una Economía de Dos Sectores	88
Tabla 11	Matriz de Insumo-Producto General de México, doméstica en millones de pesos a precios básicos de 2013	103
Tabla 12	MIP 2013 agregada a tres sectores, doméstica por tipo de actividad, precios en millones de pesos a precios básicos de 2013	105
Tabla 13	Matriz de Coeficientes Técnicos (A) para la MIP 2013 Doméstica por tipo de actividad	107
Tabla 14	Matriz de Multiplicadores (L) para la MIP 2013 Doméstica por tipo de actividad	109
Tabla 15	MIP 2013 agregada a tres sectores simplificada, doméstica por tipo de actividad, precios en millones de pesos a precios básicos de 2013	110
Tabla 16	Tabla de Precios en millones de pesos a precios básicos de 2013, agregando en un solo insumo primario: fuerza laboral	111
Tabla 17	MIP 2013 agregada a tres sectores simplificada, doméstica por tipo de actividad incluyendo remuneración de los asalariados precios en millones de pesos a precios básicos de 2013	115
Tabla 18	Demanda final y remuneración por asalariados, MIP 2013 agregada a tres sectores, doméstica por tipo de actividad, precios en millones de pesos a precios básicos de 2013	121
Tabla 19	Impacto en la remuneración por asalariados de cada sector de un incremento del 2.02% en la demanda final del sector industrial MIP 2013 agregada a tres sectores, doméstica por tipo de actividad, precios en millones de pesos a precios básicos de 2013	122
Tabla 20	Índices de Rasmussen para la MIP 2013 Doméstica por tipo de actividad	123
Tabla 21	Clasificación de Sectores de la MIP 2013 Doméstica por tipo de actividad	123

Tabla 22	Tabla Agregada a dos sectores, precios en millones de pesos a precios básicos de 2013	125
Tabla 23	MIP 2013 agregada a tres sectores simplificada, doméstica por tipo de actividad incluyendo consumo de energía eléctrica, precios en millones de pesos a precios básicos de 2013	132
Tabla 24	Impacto en el consumo de electricidad de un incremento del 20% en la demanda final del sector industrial MIP 2013 agregada a tres sectores, doméstica por tipo de actividad, precios en millones de Pesos a precios básicos de 2013	134
Tabla 25	Precios medios de energía eléctrica por tarifa año 2013 (Centavos por kilowatts-hora)	136
Tabla 26	Flujo de insumos que toma el subsector 221 Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica de los 10 principales subsectores que lo proveen, monto en millones de pesos, a precios básicos de 2013, y proporción en porcentaje	138
Tabla 27	Distribución de energía eléctrica por subsector de la economía de México para los 16 principales subsectores, monto en millones de pesos, a precios básicos de 2013, y proporción en porcentaje de cada subsector	140
Tabla 28	Sectores claves de la MIP 2013 Doméstica por tipo de actividad de la economía de México	142
Tabla 29	Principales subsectores impulsores de la MIP 2013 Doméstica por tipo de actividad de la economía de México	143
Tabla 30	Principales sectores estratégicos de la MIP 2013 Doméstica por tipo de actividad de la economía de México	144
Tabla 31	Principales sectores independientes de la MIP 2013 Doméstica por tipo de actividad de la economía de México	145
Tabla 32	Impacto de un incremento del 2.9% en la demanda final del subsector Generación, transmisión y distribución de energía para los 10 principales subsectores, monto en millones de pesos, a precios básicos de 2013, y proporción en porcentaje de cada	

	subsector	146
Tabla 33	Impacto de un incremento del 49.42% en la demanda final del subsector Generación, transmisión y distribución de energía para los 10 principales subsectores, monto en millones de pesos, a precios básicos de 2013, y proporción en porcentaje de cada subsector	148
Tabla 34	Impacto de un 30% de incremento en los precios en el subsector 221 Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica en los principales subsectores afectados de la economía de México	150
Tabla 35	Principales subsectores de Puestos de Trabajo Remunerados en unidades y porcentaje del total con base en la Matriz Insumo-producto de México a precios básicos de 2013	152
Tabla 36	Principales subsectores de Remuneración de los asalariados en millones de pesos y porcentaje del total con base en la Matriz Insumo-producto de México a precios básicos de 2013	153
Tabla 37	Impacto en ingresos/empleo de un incremento del 2.9% en la demanda final del subsector Generación, transmisión y distribución de energía para los 10 principales subsectores, monto en millones de pesos, a precios básicos de 2013, y proporción en porcentaje de cada subsector	155
Tabla 38	Impacto de un incremento del 49.42% en la demanda final del subsector Generación, transmisión y distribución de energía para los 10 principales subsectores, monto en millones de pesos, a precios básicos de 2013, y proporción en porcentaje de cada subsector	157
Tabla 39	Impacto de un incremento del 40% en los precios en una variable endógena (subsector 324 Fabricación de productos derivados del petróleo y el carbón) en los principales 10 subsectores afectados de la economía de México	159
Tabla 40	Impacto de un incremento del 5.58% en los precios en una	

	variable endógena (subsector 221 Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica) en los principales subsectores afectados de la economía de México	162
Tabla 41	Impacto en el consumo de energía eléctrica debido a un incremento del 5% en la demanda final de los 16 subsectores con mayor consumo de electricidad en la economía de México	163

CUADROS

Cuadro 1	Evolución de la capacidad de generación eléctrica (MW)	28
Cuadro 2	Evolución de la generación bruta (GWh)	28

AGRADECIMIENTOS

A mi esposa Linda, por su apoyo incondicional en la ejecución de esta investigación.

A mi hija Edlin, por proporcionarme parte de su tiempo para llevar a cabo este estudio.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por su valioso apoyo en la realización de los estudios de Doctorado en Administración.

A la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH) por haberme aceptado como estudiante en el Doctorado de Administración.

Al Dr. Antonio Kido Cruz, por su invaluable asesoramiento y orientación, así como por su gran apoyo a fin de materializar este proyecto.

A los sinodales: Dr. Cuauhtémoc Guerrero Dávalos, Dr. Gerardo Gabriel Alfaro Calderón, Dr. Óscar Valdemar de la Torre Torres y Dr. Fernando Ávila Carreón, por sus provechosas recomendaciones, aclaraciones y consejos, mediante los cuales se desarrolló y terminó este estudio.

Al Dr. Gaspar Núñez Rodríguez por su inestimable apoyo en la realización de la estancia doctoral.

RESUMEN

La aprobación de la Nueva Ley de la Industria Eléctrica en México significa una de las políticas públicas de mayor relevancia que se hayan aprobado en la historia del país, junto con la reforma energética. La importancia de la industria eléctrica y la creación de un mercado eléctrico mayorista, con la participación de iniciativa privada y regulado por un operador independiente del gobierno, derivan en potenciales inversiones con efectos multiplicadores en la economía de México.

La presente investigación tiene como propósito fundamental el análisis de efectos multiplicadores del Mercado Eléctrico Mayorista en la economía de México, el cual se realiza mediante la medición del impacto directo (inversiones, construcción, instalación y operación de centrales generadoras de electricidad) e indirecto (relación con el resto de sectores económicos implicados tanto en las inversiones en nuevas plantas como en la propia generación de energía) de las tres variables económicas de mayor aplicación en la medición del impacto económico de un país: producción, empleo y valor agregado.

En la medición del impacto económico se emplea el modelo de Insumo-Producto, que de acuerdo con la literatura existente es el más aplicado en la obtención de los efectos multiplicadores. Mediante simulaciones y pronósticos se plantean y analizan diferentes escenarios del Mercado Eléctrico Mayorista con la finalidad de evaluar los efectos multiplicadores a largo plazo en la economía del país.

Palabras claves: Análisis Insumo-Producto, Industria eléctrica, impactos en la economía, producción, empleo y valor agregado.

ABSTRACT

The approval of the New Law in the Electricity Industry in Mexico means one of the most important public policies that have been approved in the country's history, along with the energy reform. The importance of the electricity industry and the creation of a wholesale electricity market, with the participation of private initiative and regulated by an independent government operator, lead to potential investments with multiplier effects on the economy of Mexico.

The fundamental purpose of this research is the analysis of multiplier effects of the Wholesale Electricity Market on Mexico's economy, which is carried out by measuring the direct impact (investments, construction, installation and operation of electricity generating plants) and indirect (relative to the rest of the economic sectors involved both in investments in new plants and in the power generation itself) of the three economic variables most applicable of the three most applicable economic variables in measuring a country's economic impact: production, employment and value added.

In order to measure the economic impact, the Input-Output model is used, which according to the existing literature is the most applied in obtaining the multiplier effects. Through simulations and forecast, different scenarios of the Wholesale Electricity Market are planned and analyzed in order to evaluate the long-term multiplier effects in the country's economy.

INTRODUCCIÓN

La nueva Ley de la Industria Eléctrica establecida en México tiene como finalidad impulsar el desarrollo sustentable de la industria eléctrica, asegurando su operación de forma ininterrumpida, eficiente y segura en provecho de los consumidores, así como cumplir como organizaciones de servicio público y universal, de Energías Limpias y de Reducción de emisiones contaminantes (DOF, 2014, p. 1). La creación de un Mercado Eléctrico Mayorista, con la participación de iniciativa privada, regulado por un operador independiente del gobierno, deriva en potenciales inversiones con efectos multiplicadores en la economía nacional.

La apertura del Mercado Eléctrico Mayorista pretende fomentar la participación de inversión privada, con el fin de otorgar certidumbre, transparencia y precios más competitivos a todos los participantes; al mismo tiempo, con base en los mercados internacionales vigentes, busca participar exitosamente en un ambiente económico global de máxima competencia y mejorar el desarrollo social y económico de México (KPMG, 2014, p. 4; SENER, 2016, p. 19). En la mayoría de los países que tomaron este curso, los resultados han sido positivos mostrando una disminución en los precios de la electricidad, en las pérdidas de energía y mejorando la rentabilidad financiera de las empresas del sector (Erdogdu, 2010, p. 6). Estos resultados no se obtuvieron bajo el esquema inicial propuesto del Mercado Eléctrico Mayorista, sino que tuvieron que realizarse las adecuaciones necesarias y pertinentes para ajustar tanto al Mercado Eléctrico como a los agentes participantes en él.

En años recientes, a nivel mundial, se han realizado múltiples estudios del sector energético relacionados con la economía. Estas numerosas investigaciones han tenido su origen en la primera crisis energética ocurrida en 1973 y en la trascendencia de la energía en el desarrollo económico, desarrollándose en diversos entornos con objeto de reducir la dependencia energética de las naciones, establecer políticas de energía más favorables y analizar su efecto en la economía (Cardenete et al., 2009, p. 10).

Del mismo modo, el estudio de la industria eléctrica, desde una óptica que incluye a todos los sectores de una economía nacional, incorporando cada tipo de fuente de generación eléctrica, permite no solo la cuantificación de las transacciones y vínculos económicos de las ramas de este subsector con las de los otros subsectores económicos, sino también analizar los efectos multiplicadores en la economía debido a su participación como proveedor y agente del crecimiento económico (Cámara et al., 2011, p. 495). Por consiguiente, la aplicación de este tipo de estudios proporciona un valioso apoyo en la toma de decisiones correspondientes al establecimiento de políticas públicas relativas a economía, energía y medioambiente; lo cual es debido a que adicionan datos que permiten analizar el efecto multiplicador en la economía o el medioambiente (Cardenete y Fuentes, 2009, p. 9) .

El objetivo de la presente investigación es realizar un análisis a los efectos multiplicadores del Mercado Eléctrico Mayorista, de reciente creación, en la economía de México a través del análisis Insumo-Producto.

En el Capítulo 1 se presentan los antecedentes y contexto actual tanto del Mercado Eléctrico Mayorista como del análisis Insumo-Producto, esto con la finalidad de mostrar los antecedentes y estado actual correspondiente: Las condiciones que han llevado a algunos países a liberalizar y reestructurar su sector eléctrico; riesgos y Oportunidades del sector eléctrico en México; evolución del mercado eléctrico mayorista en México; como se han estructurado y como operan algunos mercados eléctricos a nivel mundial; y efectos multiplicadores del Mercado Eléctrico Mayorista en la economía de México.

El Capítulo 2 se centra en lo correspondiente a la fundamentación del problema, explicando la situación problemática que da origen a la presente investigación, la situación problemática por resolver, así como las preguntas, objetivos, hipótesis y justificación de la presente investigación, haciendo énfasis en la necesidad del estudio y los beneficios que este aportará.

El Capítulo 3 expone el marco teórico concerniente al presente trabajo, centrándose en la teoría del modelo Insumo-Producto de Leontief, detallando lo relacionado con: desarrollo matemático que la origina, las transacciones Insumo-Producto, los efectos multiplicadores, los índices de Rasmussen; el modelo de precios; así como la teoría del modelo Insumo-Producto de energía. Estos conceptos serán aplicados en el análisis de los efectos multiplicadores del Mercado Eléctrico Mayorista y serán la base para analizar diferentes escenarios de simulación.

En el Capítulo 4 se plantea y expone el diseño metodológico, explicando la función de cada metodología aplicada (en que consiste y cómo se aplica), así cómo se interpretan los resultados obtenidos para ejemplos simples (agregación a tres sectores de la economía nacional) con datos reales para cada metodología propuesta; asimismo se muestran y explican las bases de datos utilizadas correspondientes al Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) y de la Secretaría de Energía (SENER) en la obtención de resultados.

En el Capítulo 5 presenta los resultados obtenidos a través del diseño metodológico planteado.

El Capítulo 6 presenta las conclusiones y recomendaciones de la presente investigación, explicando los resultados y su relación con el análisis de los efectos multiplicadores del Mercado Eléctrico Mayorista en la economía de México.

Algunos autores utilizan de manera similar el concepto de “Sector Eléctrico” y de “industria Eléctrica”, en el presente trabajo y siguiendo el catálogo del Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte 2013 (SCIAN) se aplican de manera similar los conceptos “Industria Eléctrica” y “Subsector de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica” y la concepción de “Sector Eléctrico” se aplica para hacer alusión a otros países.

CAPÍTULO 1. ANTECEDENTES Y CONTEXTO ACTUAL

1.1 LIBERALIZACIÓN DEL SECTOR ELÉCTRICO A NIVEL MUNDIAL

Fernández (2003, pp. 70–71) indica que desde principios de la década de los 90 se han presentado enormes transformaciones en el sector eléctrico en gran parte del mundo. El principal elemento que incorporan estos cambios en la industria eléctrica es el correspondiente a competencia. En España, se cuenta con un Operador de Mercado (OM) OMEL, quien es el responsable de realizar los intercambios económicos de los mercados y facilitar las retribuciones y pagos; y un Operador del Sistema (OS) REE, que también actúa como transportista. No obstante, este no es el único tipo de modelo utilizado. Se cuenta, al menos, con tres opciones igualmente válidas que se aplican en los diferentes mercados organizados alrededor del mundo. En base a la situación inicial, el diseño del mercado eléctrico debe considerar diferentes opciones para: definir la estructura, la necesidad de nuevas instituciones, y determinar el modelo de los precios de contratación de energía. La diversidad en la toma de decisiones que determinarán el modelo de mercado eléctrico debe considerar las experiencias y resultados de modelos implantados por todo el mundo. Sin embargo, el precio es un factor de fácil comparación entre todos los tipos de mercado eléctrico. Durante las décadas de los 80 y 90, las reformas liberalizadoras del sector eléctrico que se realizaron en diversos países, tuvieron su origen en varios factores los cuales pueden ser clasificados en tres tipos, los cuales se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1. Factores motivadores de las Reformas del Sector Eléctrico

1. Económicos. La globalización de los artículos energéticos y el crecimiento de la magnitud de las líneas interconectadas de las redes de abastecimiento de electricidad y de gas han derivado en un incremento significativo de capacidad de los mercados de energía.
2. Técnicos. El crecimiento en la utilización de la turbina de gas ciclo combinado ha permitido reducir la dimensión mínimo eficiente en generación; así como la aplicación de tecnologías de información ha permitido disminuir el costo de medición y control.
3. Políticos. El establecimiento de un marco competitivo en la industria eléctrica facilita la eficiencia económica en los países desarrollados. En los países camino al progreso, un modo de conseguir recursos procedentes de la privatización o de captar nuevo financiamiento es a través de la incorporación de competencia en el sector eléctrico.

Fuente: Experiencias Internacionales en mercados eléctricos liberalizados (Fernández, 2003, p. 71).

De la cruz (2006, p. 3) en su estudio sobre Bases para el Diseño de los Mercados Eléctricos menciona que a principios de los noventa, dentro de los programas políticos de muchos gobiernos, uno de los mayores desafíos en relación a la teoría de la regulación está dado por la liberalización del sector eléctrico, ocupando de igual forma un lugar destacado la discusión de cómo introducir competencia y diseñar mercados en un sector cuya organización tradicional corresponde a un monopolio. El procedimiento adecuado para lograr una efectiva competencia no está claro todavía y está en función de las particularidades de cada país. Aun cuando en muchos países se ha realizado el proceso de liberalización, el cual incluye la creación de mercados eléctricos, el contexto de obstáculos, impedimentos y conflictos para modificar la estructura industrial y la regulación gubernamental del sector eléctrico han derivado en fracasos, lo que implica duda y desconfianza con relación al proceso de liberalización.

Explica este mismo autor que, en contraste en algunos países de Iberoamérica y ciertas corrientes de opinión han propuesto o reinstaurado tradicionales modelos de control público a través de la nacionalización de recursos o la participación mixta, debido a los fallos y abusos presentados en la privatización de las empresas públicas de electricidad, devolviendo al estado el mando de este sector fundamental. No obstante, es indiscutible que el proceso de liberalización del sector eléctrico, realizado donde estuvo presente la crítica coherente, ha reportado ventajas económicas y sociales. La experiencia adquirida a través de las grandes crisis, ha posibilitado mejorar el entendimiento de las dificultades técnicas y económicas que acompañan a la inclusión de competencia, favoreciendo el planteamiento y desarrollo de métodos de regulación apropiados para su fin (De la Cruz, 2006, p. 3).

Pérez, Batlle y Vázquez (2006, p. 1) en su estudio sobre mercados eléctricos en Europa indican que el contexto de regulación convencional del sector eléctrico, establecido para una compañía eléctrica con integración vertical y retribuida por su costo de servicio, dio lugar en la década de los 90s a una perspectiva completamente diferente, la cual se centró en separar las actividades correspondientes a un sistema de libre mercado de las que podían permanecer como monopolios regulados, dando lugar al establecimiento de mercados de electricidad y con esto otorgando la posibilidad de que los clientes tuvieran poder de decisión en cuanto a la elección de su suministrador.

Asimismo mencionan que diversas han sido las razones que originaron el cambio del marco regulatorio y estructura del sector eléctrico: el predominio de

la políticas neoliberales de los años 80, basadas en la disminución de la participación del estado y el incremento del sector privado; favorecer la competencia en la producción de electricidad mediante potentes redes de transmisión de electricidad en grandes regiones, como el caso del continente europeo; la introducción de nuevas tecnologías con ciclos combinados, con menores costos de inversión e inferiores tiempos de construcción y puesta en servicio en relación a las tecnologías convencionales; costos menores de los insumos necesarios para la generación de electricidad y disminución en las tasas de interés, lo que en general derivó en un precio incremental de la nueva generación menor al costo medio de la actual; la gestión eficiente de compradores particulares, posible gracias a la extensa disposición de medios informáticos y administración de la información. Posterior a esto, el camino de la reforma ha incluido el sello individual de cada región del mundo y cada país que la ha realizado, por lo que no existe una estructura o proyecto universal normalizado. Después cada región del mundo y cada país que ha emprendido el camino de la reforma han puesto su sello individual, de forma que no puede hablarse de un diseño común estándar (Pérez et al., 2006, p. 2).

Zhang (2010, Cap. 2) menciona que en las últimas dos décadas la industria eléctrica ha requerido rigurosas modificaciones en su conformación alrededor del mundo. La reestructuración básicamente se centra en la desvinculación operativa de un sistema integrado verticalmente, lo que permite una viable competencia. Las necesidades y preferencias de cada región o país han determinado diversas configuraciones, así han dado origen a diferentes diseños

de modelos de mercados. La implementación de los mercados competitivos de energía refleja las condiciones particulares de cada área, y ha venido acompañado de un proceso evolutivo, el cual ha sido difícil para algunos de ellos. Como sistema económico, las interacciones de la red eléctrica en el sistema de electricidad presentan complicaciones en el diseño de los organismos y en la fijación de precios del mercado eléctrico. Entender que el mercado para la transmisión y distribución y el mercado para generar electricidad están inherentemente unidos y que los organismos necesarios para el accionar de estos mercados no operan de manera independiente llevó algo de tiempo. Han sido necesarios años de pruebas y experimentos para que algunos mercados eléctricos diseñados y rediseñados de manera adecuada hayan alcanzado madurez y sean capaces de demostrar la eficacia de la competencia. Los fundamentos comunes del diseño de mercados eléctricos tienden a confluir a medida que unos mercados eléctricos aprenden del éxito de otros a través de los años. De manera que, existen diferencias significantes en el diseño e implementación entre varios mercados eléctricos.

En el resumen de su Tesis, Pacheco (2012), señala que la incorporación de la competencia en la generación, suministro y comercialización de la electricidad, es uno de elementos de mayor relevancia a considerar en la liberalización de este sector, la creación de un mercado de electricidad dirigido por preceptos de competencia a fin de determinar el precio de la electricidad, y, finalmente, la gradual liberalización del consumo, lo que permite a los consumidores finales, de acuerdo a sus necesidades, la libertad de seleccionar a la suministradora de

energía eléctrica. Por otra parte, dado que el desarrollo de la liberalización es un acontecimiento relativamente nuevo, no se dispone de suficiente literatura sobre las series de precios del suministro de electricidad, por lo que hay gran interés del propio mercado y del ámbito académico en el análisis de este tema.

García y Moreno (2012, p. 106) mencionan que uno de los objetivos principales de contar con un mercado de electricidad con mayor competencia es la disminución de los precios de la electricidad a los usuarios. No obstante con relación a los precios de la electricidad para zonas residenciales, los beneficios de ampliar la competencia se mantiene como asunto de discusión, ya que una apertura del mercado no involucra ciertamente una real competencia y precios diferenciados. El logro de tasaciones competitivas está en función de la cantidad de empresas participantes, las particularidades de la propuesta y del tipo de requerimiento de los consumidores.

De acuerdo con Vargas y Hernández (2013, p. 6) la privatización del sector eléctrico se ha realizado con diferentes proporciones de participación privada alrededor del mundo, de manera parcial, total o en ciertos procesos de la estructura del sistema eléctrico. Empresas totalmente privadas solo están presentes en España y Japón. En Bélgica y Estados Unidos el sector privado es propietario del 75% del total, en tanto que en Suecia, el estado y los privados intervienen en igualdad de porcentaje.

1.2 RIESGOS Y OPORTUNIDADES EN LA INDUSTRIA ELÉCTRICA EN MÉXICO

El estudio del potencial de inversión, tanto físico (empleo) como monetario (inversiones), acompañado de sus correspondientes riesgos, facilita el análisis de los efectos multiplicadores en el ámbito nacional de México, por lo que a partir de la teoría de la demanda en términos agregados y el vector final de la demanda se pueden determinar estos efectos multiplicadores del Mercado Eléctrico Mayorista en la economía de México. Bajo este nuevo escenario es esencial conocer las reglas del juego para cada uno de los participantes, quienes previo a la entrada a este mercado deberán conocer las oportunidades y riesgos del negocio.

Bazan y Ortiz (2011, p. 1) mencionan que a nivel mundial las organizaciones de financiamiento mantienen una permanente inquietud en determinar con claridad los peligros que deben encarar las empresas de la energía, y que para la electricidad, han empujado a la Administración Federal y a la Comisión Federal de Electricidad (CFE) a originar unidades especiales de análisis y prevención de tales peligros, asimismo a favorecer la determinación de oportunidades en la actualización y alternación de las operaciones. Asimismo, está presente la propensión mundial de implantar un “gobierno corporativo”, con la finalidad de abrir y transparentar la operación, a través de la colaboración externa de miembros con facultades otorgadas en el análisis y advertencia de mejoras en la previsión de riesgos y en la ubicación de oportunidades, así como la consecuencia en las finanzas del desempeño de los administradores. La implementación de un gobierno corporativo con buenas prácticas permite

identificar de manera implícita los peligros y establecer un método particular de solución por los órganos de gobierno de las empresas y organizaciones. De acuerdo con las normas financieras que rigen la actuación de las empresas, la información financiera debe presentar de forma evidente el efecto de los riesgos, presentes o contingentes en la posición financiera y los resultados de operación de las entidades. De manera que, a nivel internacional las empresas eléctricas han identificado como principales riesgos los mostrados en la Tabla 2.

Tabla 2. Principales riesgos identificados a nivel internacional en las empresas eléctricas.

• Incumplimiento e incertidumbre en la regulación ambiental;
• Variaciones importantes en costo y disposición de capital;
• Desarrollo de tecnologías para generar con bajas emisiones de carbono;
• Crecimiento, modernización y mantenimiento de red de transmisión y distribución;
• La cadena de suministro de equipos de generación de energía eléctrica;
• Disposición de combustibles, a precios competitivos y a largo plazo;
• Capacidad de respuesta adecuada la liberalización del mercado y apoyo al patrimonio nacional;
• El efecto de los ciclos económicos a corto, mediano y largo plazo en la demanda de energía eléctrica;
• Empleados capacitados y con un nivel de desempeño adecuado, personal cercano a la jubilación;
• Cambios en la regulación de los mercados de energía y servicios públicos, debido a intervenciones del gobierno, así como el riesgo de la aceptación pública.

Fuente: Riesgos y Oportunidades en el Sector Eléctrico (Bazán N. y Ortiz M., 2011, p. 1).

1.3 EVOLUCIÓN DEL MERCADO ELÉCTRICO MAYORISTA EN MÉXICO

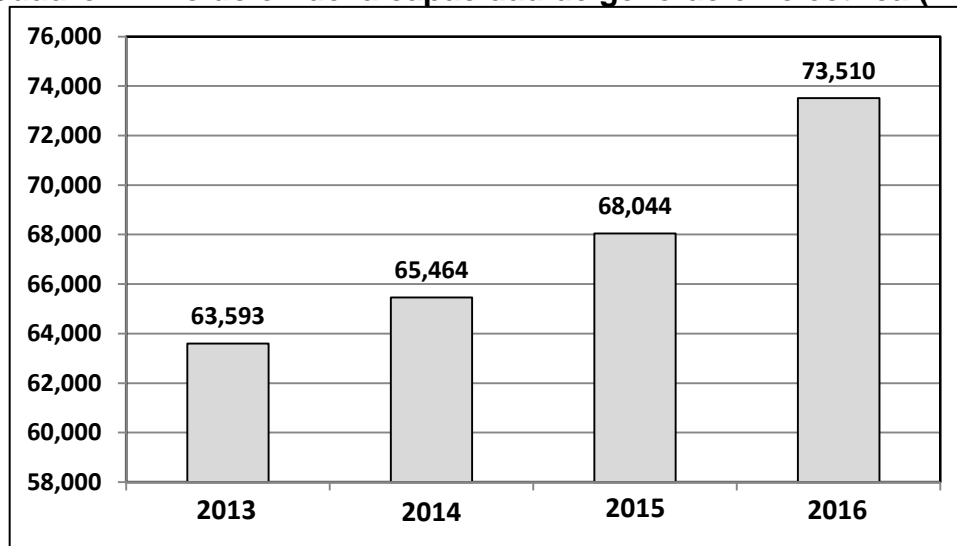
En 2014 se establece en México la nueva Ley de la Industria Eléctrica, buscando promover el desarrollo sustentable de este sector, a fin de operar de manera continua, eficiente y segura, incorporando energías limpias y reduciendo emisiones contaminantes; así mismo se fomenta la incorporación de

empresas privadas en la generación de energía eléctrica. De acuerdo con Shields (2018: sec. Introducción) la creación de un mercado eléctrico mayorista permitirá fomentar y aumentar el uso de energía renovables, tales como la solar y la eólica, mediante la realización de las subastas de contratos de generación de energía, lo cual se ha visto reflejado en las tres subastas realizadas, con lo cual se han determinado precios para diversas fuentes y tecnologías de generación, incorporando un creciente número de concurrentes.

Según indica la Secretaría de Energía (SENER: 2017, p. 65) la nueva estructura del Sector Eléctrico ha sido diseñada a fin de incorporar nuevas inversiones que promuevan el crecimiento económico. Por lo que es indispensable asegurar que el desarrollo del mercado eléctrico facilite la generación, transmisión y distribución de la electricidad de manera confiable y continua, proceso en el cual los precios del servicio deben ser claros y coherentes al entorno internacional, en consideración de lo trascendental de entender el escenario mundial en el que se ubica este sector.

De acuerdo con la Prospectiva del Sector Eléctrico 2017-2031 publicada por la Secretaría de Energía (SENER, 2017: p. 49), la evolución de la capacidad de generación eléctrica en el periodo 2013-2106 presenta un incremento de 9,917 MW, es decir un 15.59% en la capacidad de generación, tal como se presenta el Cuadro 1. Con base en las estimaciones de demanda se proyecta un crecimiento anual medio para el escenario de planeación de 3.0% en los próximos 15 años. (Se considera este periodo debido a que la base de datos aplicada en esta investigación es a precios básicos de 2013).

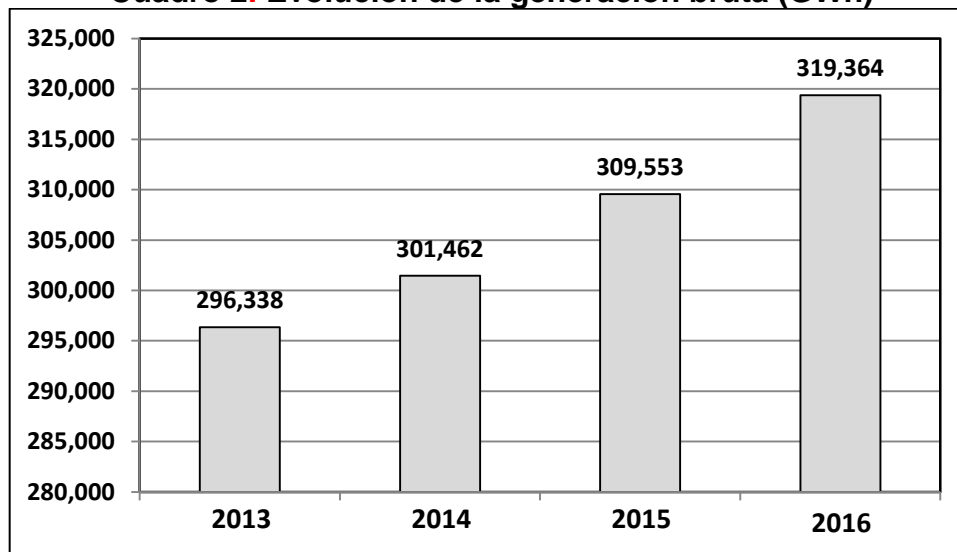
Cuadro 1. Evolución de la capacidad de generación eléctrica (MW)



Fuente: SENER (2017: p. 49)

La evolución de la generación bruta se incrementó en 23,026 GWh, es decir en un 7.77%, tal como se presenta en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Evolución de la generación bruta (GWh)



Fuente: SENER (2017: p. 53)

Bajo el escenario de planeación en el Sistema Eléctrico Nacional se espera para el período de 2017-2031 que el consumo bruto de energía eléctrica tenga un crecimiento medio anual de 2.9%, pasando de 306,230 GWh en 2017 a

457,561 GWh en 2031, lo que equivale un aumento de aproximadamente 151,331 GWh, es decir un incremento del 49.42%.

El Mercado Eléctrico Mayorista (MEM) inició sus operaciones en 2016 y es actualmente un mercado de energía a corto plazo basado en los costos, con un mercado diario y un mercado en tiempo real. Desde el principio de sus operaciones los precios marginales locales han sido comunicados por el operador independiente del mercado y sistema eléctrico, el Centro Nacional de Control de Energía (CENACE). La segunda fase del mercado a corto plazo contempla la incorporación de un mercado con una hora de anticipación, eliminando las limitaciones, dando lugar a ofertas libres y no ofertas basadas en costos. Se espera que la segunda fase inicie en 2018, en función de la concurrencia de participantes en el mercado.

En los dos primeros años de acción la participación en los mercados se compone en su mayor parte de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) y, con menor aportación, de algunas corporaciones privadas, advirtiéndose un incremento en la cantidad de concurrentes del mercado. Es importante señalar que la realización de las actividades correspondientes al desarrollo de los mercados eléctricos son de larga duración y complejas, sin embargo lo realizado a la fecha significa un progreso significativo en el tiempo en el corto periodo de operación que tiene el Mercado Eléctrico Mayorista (Irastorza y Montalvo, 2018).

Los resultados de las tres primeras subastas eléctricas a largo plazo realizadas a la fecha en el Mercado Eléctrico Mayorista (MEM) se presentan en la Tabla 3, en la cual se observa la participación con fuentes renovables de energía.

Tabla 3. Tipo de fuente de generación y capacidad de generación contratadas en las subastas eléctricas a largo plazo

Capacidad contratada	Primera subasta	Segunda subasta	Tercera subasta
Solar	1,691 MW	1,853 MW	1,323 MW
Eólica	394 MW	1,283 MW	689 MW
Geotermia		25 MW	
Gas			550 MW
Precio promedio USD por MWh	\$41.8	\$33.47	\$20.57

Fuente: (Zendejas, 2018)

La implementación de la Reforma Energética ha permitido la promoción de energías limpias, coadyuvar a disminuir la emisión de contaminantes, así como incorporar diversas fuentes de generación de electricidad. En los recientes tres años se han invertido 134 mil millones de dólares en generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, con lo cual se establece una coyuntura para incrementar la competencia en el sector eléctrico. Las tres subastas a largo plazo realizadas representan 9 mil millones de dólares en apoyo a más de 19 estados, el programa contempla la construcción y puesta en operación de 70 centrales eléctricas, correspondiendo a energías limpias 67 de ellas (G. García, 2018).

1.4 MERCADOS ELÉCTRICOS A NIVEL MUNDIAL

Un sistema eléctrico tiene como objetivo satisfacer los requerimientos de energía eléctrica demandados por la población. Su organización convencional involucra cuatro tipos de procesos, en los cuales participan las organizaciones involucradas:

- Producción,
- Conducción,
- Suministro, y
- Venta

La producción se realiza por medio de las empresas generadoras, que producen electricidad a través de diferentes fuentes de energía. Actualmente existen varias opciones con particularidades muy diferentes (Gallego y Victoria, 2012, p. 5)

De la Cruz (2006, p. 4) enfatiza que los resultados obtenidos al principio del funcionamiento de los mercados eléctricos organizados en Sudamérica (el primer país en aplicar la liberalización del sector eléctrico fue Chile), Australia, Estados Unidos y Europa, evidencia que la liberalización del sector eléctrico es un fenómeno que tiene que producirse y del que no se puede desentender, dado que su desarrollo conlleva un largo proceso de pausado progreso con destino a la competencia, requiriéndose constantes ajustes y adaptaciones a fin

de solventar las dificultades y contratiempos que se van presentando durante la implementación del mercado eléctrico.

Por otra parte, menciona este autor que dentro de la discusión política debe entenderse que la regulación está obligada a buscar estabilidad entre intereses confrontados con frecuencia, por ejemplo: rentabilidad apropiada de las compañías vs estímulo de nuevas inversiones, la garantía del suministro, el control de los precios para consumidores industriales y residenciales y como medio participante en la inflación y la estabilidad macroeconómica, la protección del medio ambiente, entre otros. La amplia experiencia en este tema, señala que los resultados más deseables se han obtenido a través de una logística de largo plazo, que privilegie la selección de un modelo congruente con el establecimiento de competencia, basado en el respeto a los tiempos coherentes de establecimiento a fin de conseguir ganancias de eficiencia; en cambio las tácticas políticas de sujetar el mercado eléctrico a la participación concreta del estado con objeto de satisfacer intereses sectoriales a corto plazo pueden dañar todo el proceso, como ocurrió en la denominada crisis de California, o suscitar la lentitud y disfuncionalidad debido a medidas regulatorias como se ha presentado en muchos mercados eléctricos (De la Cruz, 2006, p. 5).

García y Palacios (2006, p. 120), en su estudio sobre la integración energética de los países nórdicos, refieren que en años recientes la integración de mercados es una tendencia manifiesta en la economía mundial y que las ventajas competitivas de esta táctica difícilmente han sido aprovechadas. La función del sector eléctrico es relevante en el desarrollo económico de la gran

mayoría de los países dada que se encarga de generar, distribuir y comercializar parte de la energía requerida por empresas, comercios, zonas agrícolas y hogares, así como por servicios que serían inconcebibles de realizar sin este suministro. El sector eléctrico no es ajeno a este evento y por ello su mercado exhibe una directa disposición a la integración regional y suprarregional encaminada a la configuración de mercados eléctricos generales para diversos países; por lo tanto, las empresas del sector eléctrico deben dirigir su accionar hacia estos objetivos, dado que es la condición predominante del mercado en el futuro cercano.

En conclusión, se puede afirmar que el proceso de reestructuración del sector eléctrico nórdico ha sido exitoso, dado que las reformas instauradas a fin de lograr este intercambio han facilitado que las diferentes tecnologías se complementen unas con otras en la generación de electricidad y con ello obtener el mayor beneficio conjunto, dado que se ha garantizado el suministro de energía eléctrica en esta región del mundo. No obstante, el problema presentado de congestión en algunas de las redes de transmisión durante cierto tiempo y las rentas derivadas de éstas sigue limitando la eficiencia del sistema en términos de costos; por lo que es necesario ampliar la infraestructura actual a fin de minimizar y en su caso resolver estos problemas (García y Palacios, 2006, p. 137).

Erdogdu (2010, p. 6) menciona que la electricidad es un bien fundamental para los hogares y un insumo básico para los comercios, agricultura e industria en casi todas las economías, su trascendencia es tan evidente que no es

necesario gastar tiempo en su explicación. A partir de 1980, numerosos esfuerzos y recursos financieros han sido destinados en la implementación de reformas en la industria eléctrica de los países desarrollados y en los en vía de desarrollo. Los pioneros en poner en funcionamiento las reformas eléctricas son Chile, Reino Unido y Noruega, reformas que se han extendido a todo el mundo. La reforma eléctrica, en casi todos los países que la han implementado, representa una de las políticas de mayor amplitud hacia una economía liberal de mercado. La reforma del sector eléctrico implica que los tradicionales servicios públicos integrados verticalmente sean objeto de una reestructuración y desagregación a fin de incluir la competencia en los mercados mayoristas y minoristas de la industria eléctrica. Por otra parte, las empresas de transmisión y distribución han permanecido de manera usual como monopolios regionales o nacionales y operan bajo el ordenamiento de un sector regulador independiente. La reforma eléctrica incluye la introducción de mercados eléctricos al por mayor y al contado, la instauración de mercados imparciales y operadores del sistema y, en determinadas condiciones, la privatización. La causa que origina la modificación de la estructura del sector eléctrica es diferente para cada país, empero en común, la razón principal es que la reforma mejoren la eficiencia del sector, una reducción en los márgenes precio-costo y mejor calidad en el servicio. Un objetivo adicional, en países desarrollados, puede ser la captación de inversiones en el sector eléctrico.

En su estudio comparativo de los cinco principales mercados eléctricos del mundo, Estados Unidos de América (California), Reino Unido, Australia,

Noruega y Chile, Srivastava y Kamalasadán (2011, p. 198) presentan como principal conclusión que el proceso en algunos países en los cuales se lleva a cabo la liberalización y reestructuración del sector eléctrico, puede ser diseñado de mejor forma si se consideran el aleccionamiento ocurrido en los mercados existentes y la forma como se manejó, en cada caso, el entorno político, técnico y económico, con lo cual se podrían alcanzar grandes beneficios viables. No obstante, en caso de que las reformas no sean realizadas de manera ordenada y meticulosa, el incremento de costos podría manifestarse como una contingencia significativa. Algunas de las lecciones aprendidas se resumen de la siguiente manera (Srivastava et al., 2011, pp. 194–196):

- Los factores más importantes a tomar en cuenta para el logro de la operación de un mercado eléctrico son: la integración vertical del mercado, la integración horizontal en la aptitud de la transmisión y la claridad de los mercados de contado y auxiliares;
- Es de suma relevancia, antes de las reformas, y durante la implementación del mercado eléctrico, considerar la muy probable concurrencia de un poder de mercado, a fin de que la fuerza de este poder de mercado no represente un riesgo en la operación y crecimiento del mercado eléctrico;
- Es fundamental que los organismos reguladores dispongan de una buena red de transmisión y distribución y que la operación de esta sea continua, adecuada y considerar contar con un programa de atención inmediata a fin de garantizar el suministro oportuno de electricidad;

- El desarrollo y crecimiento de la red de transmisión y distribución es esencial a fin de que funcione de manera apropiada, es decir con el menor tiempo de regreso y sin interrupciones de ser posible;
- El diseño del mercado perfecto y de sus términos y condiciones facilitarán la competitividad y éxito del mercado eléctrico minorista;
- Es necesario darle mayor atención a la respuesta ampliada del mercado eléctrico mayorista de contado;
- Aun cuando la reforma del sector eléctrico pareciera ser un proceso de mejora continua, un proceso de continua reforma de reformas permite en general potenciales costos y beneficios; y
- Es fundamental un sólido compromiso político en la realización de los cambios metódicos y sistemáticos en las reformas.

1.5 EFECTOS MULTIPLICADORES DEL MERCADO ELÉCTRICO MAYORISTA EN LA ECONOMÍA DE MÉXICO

El sector eléctrico es uno de los principales sectores estratégicos en la economía globalizada. La energía es un sostén fundamental que ha de contribuir al bienestar y la competitividad de México. La creación de un Mercado Eléctrico Mayorista deberá ser clave para mantener un suministro estable, diversificado y de calidad.

En un entorno de incertidumbre y escasos recursos económicos, es fundamental para la administración pública considerar el retorno de sus

inversiones y poner mayor atención a los proyectos que derivan en mayores ganancias para la sociedad, por lo que es esencial comprender las repercusiones de las políticas públicas sobre la economía y el empleo (PwC, 2012, p. 3). De igual forma, la reforma realizada para llevar a cabo la creación de un mercado eléctrico mayorista implica una repercusión económica del sector eléctrico en la economía de México. Los estudios económicos correspondientes a la cuantificación de este evento consideran los efectos multiplicadores, así como identifican las siguientes variables como las más utilizadas en el análisis: 1) La producción nacional, 2) El valor agregado y 3) El empleo (Siadeco, 2015, p. 1).

La literatura existente sobre la cuantificación de los efectos multiplicadores, originados por un sector en la economía de una región o país, mediante la aplicación del modelo Insumo-Producto es muy extensa. La revisión bibliográfica realizada en la presente investigación comprende el análisis de alrededor de 399 trabajos, entre libros, tesis, artículos de revista, actas de congreso, reportes y documentos de trabajo, correspondientes a los temas mostrados en la Tabla 4.

Tabla 4. Volumen de trabajos correspondientes a la Revisión bibliográfica

Grupo de Revisión bibliográfica	Número de trabajos
Mercados eléctricos a nivel mundial	163
Metodología Insumo-Producto	118
Tabla de Insumo-Producto para el sector energético e industria eléctrica.	77
Eficiencia e intensidad energética	41

Fuente: Elaboración propia.

Se identifican como efectos multiplicadores a aquellos cambio originados por variaciones en una variable exógena en un sector de la economía de un país, por ejemplo la demanda final, (Ramos et al. , 2013, p. 57). Un estudio desagregado por ramas de actividad de la circulación y distribución de insumos, productos, bienes y servicios, posibilita determinar el impacto global de cada una de ellas en cada sector y subsector de la economía total (Club Español de la Energía, 2014, p. 188). Este impacto global está conformado por impactos directos, indirectos e inducidos, la Tabla 5 muestra la definición de cada uno de estos impactos:

Tabla 5. Definición de impacto directo, indirecto e inducido

Impacto directo: importe de la contribución de un sector, para este caso el eléctrico, a la economía de un país, es decir el capital, producción, empleo y valor agregado originado únicamente en el interior de su particular actividad.
Impacto indirecto: capital, producción, empleo y valor agregado causado en otras ramas de actividad que tienen dependencia directa o indirecta de las actividades de otro sector, como el eléctrico, provenientes de las inversiones y consumos que éste efectúa en la obtención de insumos, productos, bienes y servicios para el desarrollo de su actividad. Estos datos se obtienen del análisis Insumo-Producto.
Impacto inducido: es el proveniente como resultado del ingreso de la renta de los empleados/consumidores que participan directa o indirectamente en el sector en estudio (sector eléctrico). El incremento del ingreso de la renta involucra un incremento en el consumo y utilización de bienes y servicios finales, con lo cual se origina inversión, producción, empleo y valor agregado en los sectores en los cuales se realiza el gasto. Estos datos se obtienen igualmente del análisis Insumo-Producto.

Fuente: El Sector Energético Español y su Aportación a la Sociedad (Club Español de la Energía, 2014, p. 188).

Por otra parte, De acuerdo con PwC (2012, p. 4) el impacto directo se identifica a través de la producción (valor añadido bruto) y el empleo que se originan en los sectores que reciben las inversiones de forma directa, de igual forma se considera al gasto que se incorpora con el desarrollo de la nueva infraestructura, la reforma normativa o regulatoria. El impacto indirecto compete

a la producción y el empleo ocasionado en los sectores cuyo beneficio se presenta indirectamente debido a las inversiones y gasto, esto es, aquellos que venden a los sectores directamente afectados los insumos, bienes y servicios necesarios para satisfacer su demanda final y producción total. El impacto inducido concierne a la inversión, producción, productos, bienes y servicios que realizan los empleados de los sectores beneficiados de forma directa o indirecta.

Las actividades económicas que genera un sector determinado indican los impactos directos; los impactos indirectos se refieren a las actividades económicas que tienen un origen total o parcial en las actividades de este sector, aun cuando físicamente se realicen fuera de él (F. J. Fernández, Galarraga, González, y Bhogal, 1999, p. 15).

Debido a lo anterior se determina la aplicación de un modelo Insumo-Producto en la presente investigación, considerando que los resultados emanados de este tipo de modelo son utilizados como base para la ejecución de políticas económicas fundamentales, así como permiten la aplicación de técnicas que identifican adecuadamente la importancia e interrelación de un subsector con el resto (encadenamientos). Igualmente, resulta interesante comprender los distintos coeficientes que constituyen una tabla de Insumo-Producto y la forma en que se ven afectados cuando estos se modifican (e.g. sensibilidad de coeficientes técnicos). Por tal razón, se hace preciso identificar las potencialidades y limitaciones de la modelización Insumo-Producto correspondiente al subsector *de generación, transmisión y distribución de*

energía eléctrica en México, y con ello determinar los efectos multiplicadores del Mercado Eléctrico Mayorista en la producción nacional, el valor agregado y el empleo.

Dado que la base de un análisis Insumo-Producto es la cohesión entre la información que se obtiene de una tabla Insumo-Producto, el enfoque que se use (demanda u oferta) y las formulaciones que emanan de un razonamiento lógico, se hace imprescindible revisar estos elementos, es decir, analizar la información que contiene una Tabla de Insumo-Producto y justificar el uso de un modelo de demanda u oferta, así como las técnicas que se utilizarán para efectuar el análisis.

El análisis Insumo-Producto puede emplearse con la finalidad de conocer y prever la evolución y relevancia del mercado eléctrico mayorista en la economía de México en su conjunto y, en concreto, analizar sus efectos multiplicadores en los niveles de producción, valor agregado y empleo.

CAPÍTULO 2. FUNDAMENTACIÓN DEL PROBLEMA

2.1 SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

La importancia de la industria eléctrica y la creación de un mercado eléctrico mayorista, con la participación de iniciativa privada y regulado por un operador independiente del gobierno, derivan en potenciales inversiones con efectos multiplicadores en la economía de México.

En consideración de que el suministro de energía eléctrica constituye una industria clave en la economía de México, dado que su distribución está presente en cada uno de los subsectores de la economía nacional; el establecimiento de una política correspondiente al subsector de *generación, transmisión y distribución de energía eléctrica* debe hacer compatibles los objetivos de seguridad del suministro eléctrico, protección del medioambiente y competitividad del Mercado Eléctrico Mayorista con un crecimiento sostenible.

De igual modo, el suministro de energía eléctrica es un bien esencial en el desarrollo de la vida de las personas, el cual presenta una relación directa con el bienestar de los ciudadanos. De acuerdo con el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía de España (Deloitte, 2011, p. 5) debido a la creciente importancia de la industria eléctrica en la economía de los países, se hace imperativo conocer los efectos económicos que se han producido, así como las previsiones de crecimiento de las diferentes tecnologías, lo cual incluye la contribución directa al Producto Interno Bruto (PIB), el impacto indirecto en la economía y las exportaciones e importaciones.

Loizou, Chatzitheodoridis, Michailidis, Tsakiri y Theodossiou en su investigación denominada “Vínculos del sector económico en la economía griega” (2015, p. 394) mencionan que los sectores de la energía tienen una contribución fundamental en la economía nacional, contribuyen el producto nacional, las inversiones, el valor agregado y el empleo, por lo que es esencial determinar su vinculación ascendente y descendente e interacciones con los otros sectores del sistema económico.

Precisar cuáles son los subsectores dependientes de la energía y a cuáles afecta, así como identificar los efectos multiplicadores, influye de manera importante indirectamente en una economía, a través de la relación con otros subsectores. Para realizar este estudio y determinar tales relaciones, se aplica un análisis Insumo-Producto, mediante el cual se construye un modelo a través del cual se pueden examinar en detalle los sectores energéticos de la economía de un país, así como analizar los efectos multiplicadores y vinculaciones en términos de producción nacional, valor agregado y empleo.

Dado que la nueva Ley Eléctrica significa la regulación en la planeación y el control del Sistema Eléctrico Nacional, en el Servicio Público de Transmisión y Distribución de Energía Eléctrica, así como las demás actividades de la industria eléctrica y dado que las disposiciones de esta Ley son de interés social y orden público, así como se tiene por finalidad promover el desarrollo sustentable de la industria eléctrica y garantizar su operación continua, eficiente y segura en beneficio de los usuarios, así como el cumplimiento de las obligaciones de servicio público y universal, de Energías Limpias y de reducción

de emisiones contaminantes (DOF, 2014, p. 1); se identifica la necesidad e importancia de realizar una investigación sobre este cambio significativo en el subsector de *generación, transmisión y distribución de energía eléctrica*, la cual radica en conocer los efectos multiplicadores de este nuevo Mercado Eléctrico Mayorista en la producción nacional, valor agregado y empleo en México, así como la relevancia que implica el cambio de condiciones en los insumos intermedios (endógenos) y primarios, en la demanda final, la producción total y en los precios.

2.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

De acuerdo con el objetivo de la reforma energética en México, la creación de un Mercado Eléctrico Mayorista derivará en potenciales inversiones con efectos multiplicadores directos e indirectos en el ámbito nacional, principalmente en precios más bajos del suministro del servicio eléctrico para todos los consumidores, por lo que la necesidad e importancia de realizar una investigación sobre este cambio significativo en el Sector Eléctrico radica en identificar los efectos multiplicadores de este nuevo Mercado Eléctrico Mayorista en la producción nacional, valor agregado y empleo en México, así como permitirá determinar los efectos multiplicadores de posibles variaciones en las condiciones en los insumos intermedios (endógenos) y primarios, en la demanda final, en la producción total y en los precios.

Esto nos conduce a que la ciudadanía, los inversionistas y las empresas privadas relacionadas con el subsector *de generación, transmisión y*

distribución de energía eléctrica tendrán acceso a un documento que explique las relaciones de compra y venta entre este subsector y los otros subsectores de la economía de México, sus insumos intermedios, primarios, demanda final y producción total, así como también, la interrelación de la economía con otros países y regiones, por medio de las importaciones y exportaciones. Además realizar un análisis estructural basado en este enfoque es un aspecto de gran interés, ya que facilita la implementación y el entendimiento de políticas económicas fundamentales para la toma de decisiones, asimismo, es un paso previo, pero imprescindible en las tareas de simulación y predicción.

Como se mencionó anteriormente, Srivastava y Kamalasadán en su estudio comparativo de cinco de los principales mercados eléctricos en el mundo (2011, p. 198), la principal conclusión resultante es que las actividades en algunos países en los cuales se realiza la liberalización y reestructuración del sector eléctrico pueden diseñarse de mejor manera en base a lecciones aprendidas de los mercados existentes y a la incorporación de sus propios contextos políticos, técnicos y económicos, a través de lo cual se pueden obtener grandes beneficios potenciales. Sin embargo, si las reformas no son implementadas de manera sistemática, podrían significar un riesgo significativo en el incremento de costos.

De lo anterior, dado que un Mercado Eléctrico Mayorista, tal como el propuesto en la nueva Ley Eléctrica, no ha operado en México, se determina la importancia y necesidad de investigar la estructura, evolución y operatividad del Mercado Eléctrico Mayorista a través del estudio de caso en países que han

adoptado la liberación y reestructuración del Sector Eléctrico y con ello definir los escenarios de simulación.

Tal como lo menciona Cámara et al. en su análisis económico y medioambiental del sector eléctrico en España (2011, p. 495) el estudio de la industria eléctrica, desde una óptica que incluye a todos los sectores de una economía nacional, incluyendo cada tipo de fuente de generación eléctrica, permite la cuantificación de las transacciones y vínculos económicos de las ramas de este subsector con las de los otros subsectores económicos, así como analizar los efectos multiplicadores en la economía debido a su participación como proveedor y agente del crecimiento económico; por lo que, se considera trascendental analizar los efectos multiplicadores del Mercado Eléctrico Mayorista en la economía Nacional, no solo en las variables de producción, valor agregado empleo, sino que abre la posibilidad de realizar: simulaciones y pronósticos sobre variaciones en los precios de electricidad; desarrollos regionales de generación de energía eléctrica de acuerdo a la demanda de la industria; reingeniería de la red de distribución; y anteponerse a situaciones de crisis que pudieran presentarse durante la implementación del Mercado Eléctrico Mayorista. Con esta base se podrán proyectar los efectos multiplicadores del Mercado Eléctrico Mayorista, en cada uno de los escenarios propuestos, así como en los subsectores económicos del país.

2.3 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

PREGUNTA GENERAL:

¿En qué medida impactan los efectos multiplicadores del Mercado Eléctrico Mayorista a la producción nacional, el valor agregado y el empleo en México?

PREGUNTAS ESPECÍFICAS:

- ¿Cuál es el impacto de los efectos multiplicadores originados por la creación del Mercado Eléctrico Mayorista en la producción nacional en México?
- ¿Cuál es el impacto de los efectos multiplicadores originados por la creación del Mercado Eléctrico Mayorista en el valor agregado en México?
- ¿Cuál es el impacto de los efectos multiplicadores originados por la creación del Mercado Eléctrico en la generación de empleo en México?

2.4 OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN

OBJETIVO GENERAL DE LA INVESTIGACIÓN

El objeto de la presente investigación es analizar el impacto de los efectos multiplicadores del Mercado Eléctrico Mayorista en la producción nacional, el valor agregado y el empleo en México.

Con base en este análisis se realizarán proyecciones para diferentes escenarios, las cuales permitirán determinar posibles variaciones del Mercado Eléctrico Mayorista y su incidencia sobre la economía de México.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar el impacto de los efectos multiplicadores del Mercado Eléctrico Mayorista en la producción nacional en México.
- Analizar el impacto de los efectos multiplicadores del Mercado Eléctrico Mayorista en el valor agregado en México.
- Analizar el impacto de los efectos multiplicadores del Mercado Eléctrico Mayorista en el empleo en México.

2.5 HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN

HIPÓTESIS GENERAL

La creación del Mercado Eléctrico Mayorista tendrá efectos multiplicadores en la producción nacional, el valor agregado y el empleo en México.

HIPÓTESIS ESPECÍFICAS:

- La creación del Mercado Eléctrico Mayorista tendrá efectos multiplicadores en la producción nacional en México.
- La creación del Mercado Eléctrico Mayorista tendrá efectos multiplicadores en el valor agregado en México.
- La creación del Mercado Eléctrico Mayorista tendrá efectos multiplicadores en el empleo en México.

2.6 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

CONVENIENCIA

De acuerdo con el objetivo de la reforma energética en México, la creación de un Mercado Eléctrico Mayorista derivará en potenciales inversiones con efectos multiplicadores directos e indirectos en el ámbito nacional, principalmente en precios más bajos del suministro del servicio eléctrico para todos los consumidores, por lo que la necesidad e importancia de realizar una investigación sobre este cambio significativo en el Sector Eléctrico radica en conocer cómo se presentarán los efectos multiplicadores en este nuevo Mercado Eléctrico Mayorista en la producción nacional, valor agregado y empleo en México.

La interdependencia presente entre la industria eléctrica y las demás industrias representa un tema de investigación de gran relevancia, dado que implica identificar los efectos originados en la creación de industrias, empresas y empleo, es decir, este tipo de estudios permite identificar la industria que se desarrollará y el incremento del empleo que se tendrá como consecuencia de las inversiones que se realizarán (Álvarez, 2013, p. 11).

RELEVANCIA SOCIAL

Esto nos conduce a que la ciudadanía, los inversionistas y las empresas privadas relacionadas con el sector eléctrico tendrán acceso a un documento que proporcione las relaciones de compra y venta entre el subsector *generación, transmisión y distribución de energía eléctrica* y los subsectores

que conforman la economía nacional, sus insumos intermedios, primarios, demanda final y producción total, así como también, la interrelación de la economía con otros países y regiones, por medio de las importaciones y exportaciones. Realizar un análisis estructural basado en este enfoque es un aspecto de gran interés, ya que facilita la implementación y entendimiento de políticas económicas fundamentales para la toma de decisiones, asimismo, es un paso previo, pero imprescindible en las tareas de simulación y predicción.

Por otra parte, con la presente investigación se pretende aportar información útil para los participantes del sector que pretendan formar parte del nuevo Mercado Eléctrico Mayorista.

IMPLICACIONES PRÁCTICAS

Debido a que un Mercado Eléctrico Mayorista, tal como el propuesto, no ha operado en México, se considera la conveniencia, a partir de la determinación de los efectos multiplicadores en la economía nacional, de analizar la estructuración, evolución y operatividad del Mercado Eléctrico Mayorista a través del estudio de caso en países que han adoptado la liberación y reestructuración del Sector Eléctrico y con ello con ello definir los escenarios de simulación; dado que en el supuesto de que no funcionara el Mercado Eléctrico Mayorista, tal como se tiene previsto, significaría pérdidas de capital para los inversionistas, incrementos en los precios del suministro eléctrico para los consumidores y una demanda no satisfecha del servicio eléctrico para la industria.

VALOR TEÓRICO

De acuerdo con la carta de presentación de la VI Jornada de Análisis Input-Output (Universidad Autónoma de Barcelona, 2009), el análisis Insumo-Producto cuenta con una extensa vida, encaja en las inquietudes de la economía clásica; su tema fundamental corresponde al análisis de las interrelaciones entre diferentes sectores económicos, de la generación de rentas económicas y de los efectos totales de los cambios en las demandas finales. Desde hace algunos años el enfoque Insumo-Producto ha presentado un desarrollo significativo, en razón del cuidado por ahondar en los impactos del comercio internacional y de las interrelaciones entre economía y naturaleza, referentes a los flujos de energía y materiales, así como a las emisiones contaminantes. Las aplicaciones empíricas del análisis Insumo-Producto han tenido un estímulo considerable a través de la evolución de bases de datos internacionales.

Por lo tanto, la aplicación de un análisis Insumo-Producto, - el cual representa una herramienta de gran potencialidad para el estudio de la estructura de una economía, dado que una tabla insumo producto muestra las relaciones de compra y venta entre las distintas ramas, sus insumos primarios, demanda final, así como también, la interrelación de la economía con otros países y regiones, por medio de las importaciones y exportaciones- permitirá determinar el impacto de los efectos multiplicadores del Mercado Eléctrico Mayorista en la producción nacional, el valor agregado y el empleo en México.

Realizar un análisis estructural basado en este enfoque es un aspecto de gran interés, ya que facilita la implementación de políticas económicas fundamentales para la toma de decisiones, asimismo, es un paso previo, pero imprescindible en las tareas de simulación y predicción. Por tal razón, se hace preciso identificar las potencialidades y limitaciones de la modelización Insumo-Producto correspondiente al subsector *de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica en México*, es decir, determinar los efectos multiplicadores del Mercado Eléctrico Mayorista en la producción nacional, el valor agregado y el empleo en México.

Con base en estos análisis se realizarán proyecciones que permitirán determinar los efectos multiplicadores de posibles variaciones en las condiciones en los insumos intermedios y primarios, en la demanda final, en la producción total y en precios.

UTILIDAD METODOLÓGICA

La necesidad e importancia de realizar un análisis predictivo con escenarios supuestos, permitirá conocer y entender las variaciones, en los subsectores económicos del país, a que estará expuesto el Mercado Eléctrico Mayorista, lo cual será de ayuda para inversionistas y empresas relacionadas con el subsector *de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica*.

CAPÍTULO 3. MARCO TEÓRICO

3.1 TEORÍA DEL MODELO INSUMO-PRODUCTO

INTRODUCCIÓN

De acuerdo con Leontief (1993, p. 207) el modelo Insumo-Producto resulta ser una adaptación de la teoría neoclásica del equilibrio general al análisis de la interrelación cuantitativa existente entre actividades económicas que presentan entre sí una vinculación que se da de forma mutua. Inicialmente el propósito de este estudio fue analizar y evaluar la correspondencia que existe entre los insumos requeridos y los productos emanados de los diferentes sectores que conforman la economía de un país. Posteriormente su aplicación comprendió dos objetivos: 1) Estudiar y medir conjuntos económicos de menor magnitud, tales como ciudades y grandes empresas; y 2) Estudiar las relaciones económicas a nivel internacional. El procedimiento establecido por Leontief, para ambos casos, es más o menos el mismo: determinar la interrelación presente entre los diversos sectores que forman parte de la estructura en estudio, por medio de una serie de ecuaciones lineales cuyos coeficientes numéricos simbolizan las particularidades que constituyen al sistema en sí mismo. De forma empírica se obtienen los valores de estos coeficientes; y si estos están referidos a la economía de un país normalmente se consiguen a través de la elaboración de una tabla estadística Insumo-Producto. Este análisis es actualmente una herramienta de gran valor para la planificación de la producción económica de los países.

En consideración de Leontief, se trata de un modelo que prioriza la interrelación entre los sectores de un sistema económico, el cual está referido al modelo de equilibrio general y al cuadro económico (Tableau Économique) de François Quesnay, con dos respuestas expuestas de forma secuencial: la correspondiente a los precios en primer lugar y la de las cantidades en segundo, en otras palabras, estos resultados no son simultáneos ni duales, contrario a los modelos de Warlas o al contemporáneo de von Neumann. Una crítica importante al modelo Insumo-Producto es la correspondiente a su inflexibilidad relacionada con la conjetura de los coeficientes técnicos. Sin embargo, partiendo de otro enfoque, el modelo Insumo-Producto es de gran adaptabilidad, debido a la gran diversidad en su utilización y a las conexiones adjudicadas con la teoría (Aroche, 2013, pp. 250–254) .

Una de las aplicaciones principales que Leontief realizó con el análisis Insumo-Producto fue valorar el papel que la abundante oferta del capital productivo por una parte, y el elevado rendimiento de la mano de obra por otra, desempeñan en la determinación de las ventajas y desventajas que la industria estadounidense presenta en la relación con la demás de otros países. Sin entrar en detalles técnicos, basta con decir que un análisis Insumo-Producto indica los flujos de bienes y servicios que tienen lugar entre los sectores que componen una determinada economía, razón por la cual se le conoce también como “ANÁLISIS INTERSECTORIAL”, dado que es un procedimiento analítico que se funda en el hecho de que estos flujos al ser relativamente estables, proporcionan un cuadro estadístico mucho más completo del sistema y

permiten su incorporación al espacio en el cual se mueve la teoría económica (Leontief, 1993, p. 48)

Fontela y Pulido (2005, p. 11) mencionan que en años recientes los instrumentos técnicos más empleados en la elaboración de modelos económicos, descriptivos y de planeación, han sido el análisis Insumo-Producto y la contabilidad nacional, no obstante las indudables restricciones de estas herramientas en el contexto de los datos y del fundamento teórico, estas restricciones han favorecido un gran desarrollo en la investigación de este tema alrededor del mundo, cuyo resultados se aplican en los conceptos mencionados en la Tabla 6.

Tabla 6. Aplicación de Análisis Insumo-Producto y Contabilidad Nacional en Sistemas Económicos

Gasto y requerimiento;
Gasto y condiciones de transacción;
Modelos regionales e interregionales;
Empresas y sectores;
Países y regiones;
Programa de crecimiento;
Empresa;
Energía;
Recursos naturales y medio ambiente;
Ciencia y tecnología y
Resultados de divulgación

Fuente: Tendencias de la Investigación en el Análisis Input-Output (Fontela y Pulido, 2005, p. 17).

Para Burgos (2007, p. 9) “El modelo de Insumo-Producto de Leontief es un ingenioso desarrollo de las ecuaciones de sustitución de Walras”. Ubicar el nacimiento del equilibrio general walsariano en los mercados microeconómicos y su reflejo en un equilibrio general a nivel agregado macroeconómico se debe a la percepción y claridad de ideas de Leontief en relación a este tema; por lo

que se le atribuye la fusión de la economía del equilibrio general con el álgebra matricial a través del modelo Insumo-Producto. Citando al Profesor Osvaldo Pino, Burgos (2007, pp. 9–13) explica que el análisis Insumo-Producto incluye otras aplicaciones, tales como:

DECISIONES EMPRESARIALES. El análisis a detalle del flujo de bienes y servicios necesarios para satisfacer la demanda final facilita al empresario el conocimiento sobre la rama de actividades de los clientes de sus compradores, de igual forma provee información sobre la aportación proporcional de su empresa en una determinada rama de actividad, a fin de analizar la expansión de su mercado.

POLÍTICAS DE EMPLEO. A partir del análisis de los cambios en la demanda final, se obtiene la medición de los impactos directos e indirectos en la producción, por lo que de igual forma se cuenta con una base estadística más sólida para determinar el incremento en el empleo; por ejemplo, nuevas inversiones en el sector eléctrico, ya sean públicas o privadas, afectará la actividad en sí misma, así como a todos los sectores relacionados a ella, por lo que a través de una matriz se puede determinar el efecto completo en los requerimientos de empleo directos e indirectos.

PROYECCIONES DE COMERCIO EXTERIOR. El nivel de importaciones (demanda directa de importaciones así como la demanda indirecta de todos los sectores involucrados de forma directa o indirecta) puede determinarse de manera correcta a través de ejercicios de Insumo-Producto, lo cual es valioso en

circunstancias en las cuales la balanza de pagos impone restricciones a la política económica. Igualmente, se puede analizar la relación entre exportaciones y los insumos directos e indirectos requeridos, algunos de los cuales son importados.

ANÁLISIS DE PRECIOS Y COSTOS. A través de este análisis se determina el efecto en el nivel general de los precios de la economía, como consecuencia de la modificación de alguno de los precios de los bienes o servicios (nacionales e importados), así como de la modificación de las tasas tributarias al ofrecer una completa interrelación entre los sectores productivos.

ANÁLISIS DE LA ENERGÍA Y EL MEDIO AMBIENTE. A través del cálculo del contenido energético de los diferentes productos en la demanda intermedia y final se realiza el análisis de energía, cuyos resultados proporcionan las necesidades directas e indirectas de energía, las que son expresadas en términos físicos o en términos de valor a partir de matrices energéticas. De igual forma, en materia de medio ambiente, el método Insumo-Producto permite determinar el origen directo e indirecto de contaminación a través de relacionar datos sobre emisiones en términos físicos con los cuadros Insumo-Producto, lo que facilita el cálculo del contenido de polución de la demanda final.

FINALIDAD ESTADÍSTICA. A través de la comparación de la oferta con el consumo de los bienes y servicios producidos en la economía, se obtiene un marco de consistencia para las evaluaciones provenientes de distintas encuestas: industriales, de gastos de los hogares, de comercio exterior, entre otras. Para

ciertos sectores fragmentados de la producción determinar su nivel de actividad a través de los relevamientos tradicionales resulta en datos parciales, por lo que para resolver esto el análisis Insumo-Producto precisa la producción del principal insumo de este tipo de sectores. De esta manera, la confrontación de ambos resultados pone en evidencia la referida inconsistencia y permite su adecuada corrección.

La matriz de Insumo-Producto (MIP) es una estructura contable que permite obtener a detalle una explicación de un periodo definido de un sistema económico, con lo cual se edifica como una base de datos cuya aplicación es empleada por una gran variedad de modelos analíticos. Esta herramienta contable ha sido adoptada por la Organización de las Naciones Unidas (ONU) y por la generalidad de los países miembros, como un medio para evaluar y estudiar los sistemas económicos, más de 90 naciones han elaborado matrices de Insumo-Producto (Núñez y Cruz, 2009, p. 106).

Una vez expuestas las principales aplicaciones del modelo Insumo-Producto es importante mencionar lo expuesto por Del Castillo y Martínez (1986, p. 46), quienes indican que la eficacia de los juicios y opiniones de este modelo, así como el conjunto de rasgos característicos del sistema han sido frecuentemente cuestionados. Si bien es cierto su constante aplicación a través de los años certifica su valiosa contribución como herramienta en el quehacer elemental del economista actual, el asunto en cuestión es muy sencillo, el método de Leontief es de gran ayuda y brinda un gran beneficio al examen económico, sobre todo cuando se analizan modelos sectoriales de forma desagregada, sin embargo

hay que tener presente el detalle de sus limitaciones al exponer las conclusiones resultantes de su aplicación; particularmente cuando se utiliza como instrumento en proyecciones, simulaciones o análisis de impactos. Es frecuente percatarse de la práctica de algunos economistas consistente en facilitar a través de este método el análisis de las relaciones interindustriales.

De acuerdo con Miller y Blair (2009, pp. 10–11) un sistema Insumo-Producto consta de una estructura conformada por un conjunto de n ecuaciones lineales con n incógnitas, por lo que es fácil el uso de las representaciones matriciales. Este sistema se elabora partiendo de datos observados en una particular área económica, sea un estado, una región o una nación, entre otras. De acuerdo con estos autores, en un principio se supondrá que esta área económica corresponde a un país, en el cual la economía puede ser separada en segmentos o sectores productivos, los cuales pueden ser industrias en el sentido común (por ejemplo generación y suministro de energía eléctrica) o sectores de menor categoría (producción de cable de acero) o industrias mucho más más grandes (manufactureras). El conjunto de datos consiste en los flujos de productos de cada sector (como productores/vendedores) para cada uno de los sectores (comprador/cliente); estos flujos interindustrias, o transacciones (o flujos intersectoriales –los términos industria y sector a menudos son usados de manera indistinta en un análisis Insumo-Producto) son medidos para un determinado periodo de tiempo (usualmente un año) y en términos monetarios, por ejemplo valor monetario del cobre, aluminio y acero galvanizado

suministrado para fabricar cable utilizado en las redes de distribución de energía eléctrica en cierto año.

Díaz (2013, p. 13) menciona que el producto de estudios derivados del análisis científico referente a la metodología basada en el modelo Insumo-Producto y las matrices de Contabilidad Social representan un elemento esencial en el espacio científico y sus resultados pueden ser de alta relevancia en las decisiones políticas por tomar. La aplicación de los modelos multisectoriales permite realizar estudios de la relación entre los diferentes elementos de la estructura económica de los países y regiones. Igualmente, la aplicación de estos modelos permite la integración de datos económicos con datos medioambientales, facilitando no sólo una visión económica sino también una visión social de la circunstancia que se está analizando. Sin duda, una característica que fortalece esta metodología es su competencia de realizar estudios de impacto sobre variables económicas de interés como lo son la producción y el empleo. El análisis Insumo-Producto puede emplearse con este objetivo: conocer y prever la evolución y relevancia del Mercado Eléctrico Mayorista en la economía de México en su conjunto y, en concreto, analizar los efectos multiplicadores en los niveles de producción nacional, empleo y valor agregado.

DESARROLLO MATEMÁTICO Y RELACIONES BÁSICAS

De acuerdo con Benítez (2009, p. 116) los sistemas de ecuaciones lineales se utilizan en los análisis de la economía a partir de la publicación en 1941 del libro

de Leontief, debido a que éste presenta el modelo Insumo-Producto cuyas bases dieron origen al campo de investigación correspondiente a la relación presente entre los sectores productivos.

El equilibrio sectorial que se presenta entre la oferta y la utilización de los bienes y servicios de una economía se puede expresar en forma matricial en una matriz Insumo-Producto, lo que explica de manera concisa la economía de una región o nación. Asimismo, facilita el análisis y evaluación, de acuerdo con ciertas presunciones de tecnología, de las necesidades de producción de cada sector que satisfagan los requerimientos de consumo e inversión, a fin de determinar el nivel de producción originado por un incremento en la demanda. La matriz de Insumo-Producto se compone de tres matrices: 1) Demanda intermedia, la cual corresponde a los flujos de adquisiciones (columna) y ventas (renglones) entre sectores; 2) Valor agregado, la cual presenta los pagos sectoriales al capital y al trabajo para transformar los insumos en productos, y los otros impuestos menos los subsidios a la producción; y 3) Demanda final, en la que se exhiben las transacciones para uso sectorial de los productos elaborados, en otras palabras el gasto de los hogares, el gasto público, la inversión (formación bruta de capital fijo) y la variación de existencias (Hernández, 2012, pp. 204–205).

El modelo de Leontief esencialmente comprende el análisis de la solución x de una ecuación $x = Az + c$, particularmente bajo qué condiciones esta solución es un vector no negativo de R^n , siendo A una matriz cuadrada de orden n

cuyos elementos son mayores e iguales a cero, y siendo c un vector no negativo de R^n . Económicamente, x es el vector de producción de un sistema económico, c es la demanda externa, y Az es la demanda interna, siendo $x = Az + c$ la ecuación de equilibrio. De manera análoga es posible examinar la denominada ecuación dual de Leontief, la cual establece una condición de equilibrio de los precios, condicionada a que su solución existe si sólo si existe solución para la ecuación inicial (Balbás, Fernández, y Guerra, 1993, p. 457).

Hacia la consecución de los objetivos de investigación, este estudio empleará el método basado en el marco Insumo-Producto (Leontief, 1993; Miller y Blair, 2009), en el cual de acuerdo con Bekhet y Abullah (2010, p. 114) la estructura de una economía es analizada en términos de los vínculos que se establecen entre sectores productivos.

El Modelo Insumo-Producto, que normalmente detalla las transacciones presentes en los sectores de una economía, se describe a través de la aplicación de un sistema de ecuaciones lineales, el cual representa para cada sector la identidad entre la producción total lograda y la producción comprada y consumida por cada uno de los demás sectores del sistema. En otras palabras, todo lo producido por un sector es comprado y consumido respectivamente por los otros como insumos o por el consumidor como demanda final. En la notación matricial este sistema de ecuaciones lineales se representa por la ecuación $x = (I - A)^{-1} \cdot f$ en donde, x es un vector columna de producción de orden n ; f es un vector columna de demanda final de orden n ; I representa

una matriz identidad y A es la matriz de coeficientes técnicos, la cual se explica más adelante. El término $(I - A)^{-1}$ es conocido como la matriz “inversa de Leontief”. La ecuación anteriormente enunciada es la ecuación de solución para el análisis Insumo-Producto.

Miller y Blair (2009, p. 11) explican que el intercambio de mercancías entre sectores obedece a las ventas y compras de bienes físicos (toneladas de cemento y varilla de acero compradas por el sector de la construcción en un periodo determinado). Las transacciones que se dan entre todos los sectores pueden ser registradas contablemente a través de los intercambios en términos físicos o monetarios. En tanto la medida física es probablemente la mejor evidencia del uso que le da un sector al producto de otro sector, su aplicación presenta dificultades significativas en la medición cuando los sectores venden diferentes productos o más que otro bien (por ejemplo las turbinas para unidades de generación de 5 MW y de 25 MW son productos claramente diferentes con diferentes precios, estructuras y tamaños, sin embargo básicamente son turbinas). Por esta razón y otras más la cantidad de productos se expresa en términos monetarios, aun cuando esto repercute en problemas a causa de cambios en los precios que no reflejan cambios en uso de insumos físicos.

Leontief (1993, pp. 208–209) indica que toda tabla Insumo-Producto proporciona el flujo de bienes y servicios establecidos entre los diferentes sectores de una economía durante un período de tiempo determinado. Se supone que todas las cifras que conforman esta tabla expresan cantidades, o

cuando menos índices físicos, de las cantidades de bienes y servicios. La elaboración de una tabla Insumo-Producto, menos agregativa pero más detallada, incorporando 50, 100, o incluso 1000 sectores diferentes, permite identificar de manera cuantitativa y con mayor exactitud las cantidades individuales correspondientes a cada sector, de tal forma que un sector no vendría representado por un solo sector, sino por los subsectores que lo conforman; su producto, y por tanto los insumos de los demás sectores, vendría definido en función de cantidades referentes a los insumos utilizados para obtener su producción total. Aunque en un principio las corrientes intersectoriales expresadas en las tablas Insumo-Producto indicaban medidas en unidades físicas, en la práctica la mayoría de las tablas Insumo-Producto se utilizan valores en vez de cantidades.

De acuerdo con Miller y Blair (2009, p. 11) un conjunto esencial de datos para un modelo Insumo-Producto está dado por los valores monetarios de las transacciones entre pares de sectores (de un sector i a otro sector j); usualmente designadas como z_{ij} , que equivale a la demanda del sector j por insumos de otros sectores durante un año, los cuales habrán de ser relacionados como la cantidad de bienes producidos por el sector j durante el mismo periodo. Ejemplos de esto son: la demanda de la producción del sector automotriz, en la cual la producción del sector acerero está estrechamente relacionada con la producción de automóviles, o la demanda de piel por el sector productor de zapatos depende de la cantidad de zapatos que están siendo fabricados, etc.

Para entender la aplicación del análisis Insumo-Producto, en primer lugar, es importante tener presente que este modelo divide la economía de un país en n sectores, en el cual la producción bruta efectiva se define con x_n , y debido a que el método de Leontief es un estudio de la circulación de insumos y productos entre sectores, estos se expresan como z_{ij} ; de igual forma z_{ij} manifiesta la cantidad de producto del sector i consumida por el sector j . En segundo lugar, es esencial comprender que no todo el producto del sector i será destinado al resto de los sectores, dado que una parte se emplea en la demanda final F , la cual, como se mencionó anteriormente, se integra por: 1) Gasto individual o privado, 2) Gasto público, 3) Producción bruta de capital fijo, 4) Cambio en existencias y compras menos cesiones de objetos de gran valor. Es importante señalar que la inclusión de las exportaciones y las importaciones en las tablas de Insumo-Producto conduce al modelo ampliado de Leontief, también denominado de economía abierta (Chraki, 2016, p. 58).

Suponiendo que la economía puede ser categorizada dentro de n sectores, y x_i corresponde a la producción total del sector y f_i es la demanda final de los productos del sector i , entonces a través de una simple ecuación contable se puede expresar la forma en la que el sector i distribuye sus productos a través de las ventas a otros sectores y a la demanda final (Miller y Blair, 2009, p. 11):

$$x_i = z_{i1} + \dots + z_{ij} + \dots + z_{in} + f_i = \sum_{j=1}^n z_{ij} + f_i \quad \dots (3.1)$$

Mediante el término z_{ij} se indican las ventas interindustrias del sector i (también conocidas como ventas intermedias) a todos los sectores j (incluyéndose a sí mismo, cuando $j = 1$). La ecuación (3.1) representa la distribución de los productos del sector i , los cuales se indican en los renglones de una matriz Insumo-Producto. Hay una ecuación como esta que identifica las ventas de los productos de cada uno de los sectores n :

$$\begin{aligned}
 x_1 &= z_{11} + \dots + z_{1j} + \dots + z_{1n} + f_1 \\
 &\quad \vdots \\
 x_i &= z_{i1} + \dots + z_{ij} + \dots + z_{in} + f_i \quad \dots (3.2) \\
 &\quad \vdots \\
 x_n &= z_{n1} + \dots + z_{nj} + \dots + z_{nn} + f_n
 \end{aligned}$$

Dónde:

$$X = \begin{bmatrix} x_1 \\ \vdots \\ x_n \end{bmatrix} \quad Z = \begin{bmatrix} z_{11} & \dots & z_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ z_{n1} & \dots & z_{nn} \end{bmatrix} \quad f = \begin{bmatrix} f_1 \\ \vdots \\ f_n \end{bmatrix} \quad \dots(3.3)$$

Producción total
de un sector

Ventas interindustria
por sector

Demanda final
del sector

En algebra matricial está acordado el uso de letras minúsculas en negrita para vectores (columnas), como f y x' (entonces x' es el vector renglón correspondiente) y mayúsculas en negritas para matrices como Z . Con esta expresión, la información en (3.2) correspondiente a la distribución de las ventas de cada sector puede resumirse de manera compacta con la siguiente notación matricial:

$$x = Z_i + f \quad \dots(3.4)$$

En la cual i representa un vector columna de **números 1** (de una dimensión apropiada, aquí n). Esto es conocido como un vector “suma”. La observación es que la postmultiplicación de una matriz por i crea un vector columna cuyos elementos son la suma de los renglones de la matriz. Similarmente, $i's$ es un vector renglón de **números 1**, y la premultiplicación de una matriz por un **vector identidad** (i) crea un vector renglón cuyos elementos son la suma de las columnas de la matriz.

Considerando la información contenida en la columna j de la matriz de Z en la parte derecha de la matriz:

$$\begin{bmatrix} Z_{1j} \\ \vdots \\ Z_{ij} \\ \vdots \\ Z_{nj} \end{bmatrix}$$

Estos elementos son ventas para el sector j , compras $j's$ de los productos de varios sectores productores en el país; entonces la columna representa las fuentes y magnitudes de los insumos del sector j , es decir los insumos que utiliza el sector j para satisfacer la producción total de sus productos. Por supuesto, en un encadenamiento con la producción, un sector también paga por otros asuntos, por ejemplo, trabajo y capital, y usa otros insumos como artículos inventariados.

Todos estos insumos primarios juntos se denominan valor agregado en el sector j . En adición, los bienes importados pueden ser comprados como insumos en cada sector. Todos estos insumos (valor agregado e importaciones) son a menudo agrupados como las compras por parte de lo que se denomina sector de pagos, mientras las z 's en el lado derecho de (3.2) sirven para registrar las compras del sector de procesamiento, los insumos interindustrias (o insumos intermedios). Ya que cada ecuación en (3.2) incluye la posibilidad de compras en cada sector de sus propios productos como insumos para producción, estos insumos interindustrias incluyen también transacciones interindustrias.

La magnitud de estos flujos interindustrias puede ser registrada en una tabla, con los sectores de origen (productores) listados en la parte izquierda y los mismos sectores, ahora destinos (compradores), listados a través de la parte superior. Las columnas muestran los insumos empleados por cada sector para proporcionar sus productos y satisfacer la cantidad total de producción, a su vez los renglones muestran los productos vendidos a cada sector; de aquí el nombre de Tabla Insumo-Producto. Estas cifras son el núcleo del análisis Insumo-Producto.

DESARROLLO DE LA ECUACIÓN DE LEONTIEF

El modelo Insumo-Producto se identifica como una herramienta estadística y contable, la cual presenta la totalidad de las operaciones de producción y distribución resultantes de una economía en cierto lugar, en un periodo de

tiempo determinado, normalmente un año. Una tabla Insumo-producto presenta tres submatrices: una de demanda intermedia (en la que se recoge en cada casilla lo que un sector vende/compra a otro), una de demanda final (donde se recoge la demanda desagregada por sectores) y una de insumos primarios. En definitiva, es la tabla simétrica, al recoger (por columnas) la función de producción (costos) por productos, la que permite obtener las matrices de coeficientes técnicos y matrices de Leontief, que son la base para la elaboración de los modelos Insumo-producto más conocidos en el análisis económico (Ramos, Álvarez, Mendoza, y Unai, 2013, p. 57).

Leontief (1993, p. 211) explica, con objeto de facilitar la manipulación matemática, que la producción física total de un sector i lo podemos representar como x_i y la cantidad de producto del sector i absorbida –en calidad de insumo- por el sector j por z_{ij} . La cantidad de producto del sector i que pasa al sector que representa la demanda final $z_{i,jn+1}$ acostumbra expresarse como y_i . Ahora, aplicando el desarrollo matemático de Miller y Blair (2009, p. 19,20,21) veamos una tabla Insumo-Producto para una pequeña economía de tres sectores, aplicando la ecuación (3.2), en la cual expresamos la demanda final como y_i , se tiene:

$$x_1 = z_{11} + z_{12} + z_{13} + y_1$$

$$x_2 = z_{21} + z_{22} + z_{23} + y_2 \quad \dots(3.5)$$

$$x_3 = z_{31} + z_{32} + z_{33} + y_3$$

En donde la producción total para cada sector está dada por x_1 , x_2 y x_3 , la demanda intermedia por sector está dada por cada interrelación z_{ij} (por ejemplo, z_{11} es la producción del sector 1 consumida o utilizada en el sector 1 y así sucesivamente), y la demanda final de cada sector está dada por y_1 , y_2 y y_3 .

En (3.5) las columnas indican la estructura de costos de cada sector, y si representamos mediante el símbolo a_{ij} la cantidad de producto del sector i consumida por cada sector j por unidad de su producción total j , lo que equivale a dividir el valor de cada insumo entre el valor bruto de producción correspondiente (el total de la columna), se obtienen los denominados *coeficientes de insumo* o *coeficientes técnicos*. [El estudio de los efectos directos y multiplicadores de un sector específico sobre el resto de los otros sectores que conforman un sistema económico se realiza a través de la matriz de coeficientes de necesidades directas o coeficientes técnicos. Esta matriz, que es el núcleo del estudio, explica la vinculación inmediata entre sectores y se calcula dividiendo los elementos de la demanda intermedia de cada sector por su valor de producción correspondiente (Figuroa y Obed, 2015, p. 51).

Los coeficientes técnicos registran la necesidad de insumos del sector i para producir una unidad del producto en el sector i , y está dada por la siguiente expresión:

$$a_{ij} = \frac{z_{ij}}{x_j} \quad \dots (3.6)$$

Donde i indica el sector que vende y j el sector que produce, por lo que despejando z_{11} , z_{12} , y así sucesivamente se tiene: $x_1 a_{11} = z_{11}$, $x_2 a_{12} = z_{12}$, $x_3 a_{13} = z_{13}$,

Por lo que sustituyendo esto en (5), para cada z_{ij} tenemos:

$$\begin{aligned}x_1 &= x_1 a_{11} + x_2 a_{12} + x_3 a_{13} + y_1 \\x_2 &= x_1 a_{21} + x_2 a_{22} + x_3 a_{23} + y_2 \quad \dots(3.7) \\x_3 &= x_1 a_{31} + x_2 a_{32} + x_3 a_{33} + y_3\end{aligned}$$

Ahora, despejando la variable y de cada ecuación:

$$\begin{aligned}x_1 - x_1 a_{11} - x_2 a_{12} - x_3 a_{13} &= y_1 \\x_2 - x_1 a_{21} - x_2 a_{22} - x_3 a_{23} &= y_2 \quad \dots(3.8) \\x_3 - x_1 a_{31} - x_2 a_{32} - x_3 a_{33} &= y_3\end{aligned}$$

Ahora, agrupando x_1 en la primera ecuación, x_2 en la segunda y x_3 en la tercera se tiene:

$$\begin{aligned}(1 - a_{11})x_1 - x_2 a_{12} - x_3 a_{13} &= y_1 \\-x_1 a_{21} + (1 - a_{22})x_2 - x_3 a_{23} &= y_2 \quad \dots(3.9) \\-x_1 a_{31} - x_2 a_{32} + (1 - a_{33})x_3 &= y_3\end{aligned}$$

Expresando en forma matricial la anterior ecuación:

$$C = \begin{bmatrix} (1 - a_{11}) & -a_{12} & -a_{13} \\ -a_{21} & (1 - a_{22}) & -a_{23} \\ -a_{31} & -a_{32} & (1 - a_{33}) \end{bmatrix} \quad x = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{bmatrix} \quad y = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ y_3 \end{bmatrix} \dots (3.10)$$

Estas relaciones se pueden representar de manera compacta en forma de matriz. En algebra matricial, el símbolo $\hat{\mathbf{x}}$ sobre un vector expresa una matriz diagonal con los elementos del vector a lo largo de la diagonal principal, por ejemplo:

$$\text{El vector } x = \begin{bmatrix} x_1 \\ \vdots \\ x_n \end{bmatrix} \text{ se expresa como } \hat{\mathbf{x}} = \begin{bmatrix} x_1 & \cdots & \mathbf{0} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \mathbf{0} & \cdots & x_n \end{bmatrix}$$

Ahora, de la definición básica de matriz inversa, $(\hat{\mathbf{x}})(\hat{\mathbf{x}})^{-1} = I$, por lo que resulta que:

$$\hat{\mathbf{x}}^{-1} = \begin{bmatrix} 1/x_1 & \cdots & \mathbf{0} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \mathbf{0} & \cdots & 1/x_n \end{bmatrix}$$

También la postmultiplicación de una matriz M por una matriz diagonal $\hat{\mathbf{d}}$, crea una matriz en la cual cada elemento en la columna j de M es multiplicada por d_j en $\hat{\mathbf{d}}$, por lo tanto la matriz $n \times n$ de coeficientes técnicos puede expresarse como:

$$A = Z\hat{\mathbf{x}}^{-1} \dots (3.11)$$

Usando la definición de las relaciones descritas en (3) y en (10) la expresión matricial para (7) puede expresarse como:

$$\mathbf{x} = \mathbf{Ax} + \mathbf{y} \dots(3.12)$$

Ahora, de las matrices expresadas en (3.10) se tiene que:

$$\mathbf{Cx} = \mathbf{y} \dots(3.13)$$

Descomponiendo \mathbf{C} en la resta de dos matrices:

$$\mathbf{I} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \text{ y } \mathbf{A} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{bmatrix}$$

La ecuación expresada en (3.13) queda:

$$(\mathbf{I} - \mathbf{A})\mathbf{x} = \mathbf{y} \dots(3.14)$$

Donde \mathbf{x} (producción total de cada sector) es la variable dependiente y \mathbf{y} es la variable independiente (demanda final correspondiente a cada sector), por lo que se requiere encontrar una matriz $(\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1}$ inversa que multiplicada por $(\mathbf{I} - \mathbf{A})$ de la unidad (identidad), es decir multiplicando los dos términos de la ecuación (3.14) por $(\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1}$:

$$(\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1} (\mathbf{I} - \mathbf{A})\mathbf{x} = (\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1} \mathbf{y} \dots(3.15)$$

Entonces:

$$\mathbf{Ix} = (\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1} \mathbf{y} \dots(3.16)$$

Por lo tanto:

$$x = (I - A)^{-1} y \quad \dots(3.17)$$

Donde $(I - A)^{-1} = L$ es la conocida inversa de Leontief, por lo que se puede expresar como:

$$x = Ly \quad \dots(3.18)$$

Donde x es la producción total de cada sector, L es la matriz inversa de la matriz A de coeficientes técnicos y y la demanda final correspondiente a cada sector. La ecuación (3.17) es el componente principal del análisis fundamental del Modelo Insumo-Producto de Leontief. Considerando a Y perturbada y X perturbada 2, entonces:

$$\mathbf{Det}(I - A) \neq 0$$

La x es la variable dependiente correspondiente a la industria eléctrica, y es la variable independiente correspondiente a la demanda final, por lo que se puede analizar los efectos multiplicadores en la demanda final debido a la Reforma Eléctrica, y cómo afecta el subsector *de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica* a los otros subsectores.

De acuerdo con Aixelá et al. (2003, pp. 49–50) la obtención de la matriz inversa de Leontief permite simular diversas condiciones, tales como:

1) La producción necesaria para cubrir el incremento de una unidad de producción en la demanda final de cada rama o subsector, en cualquiera de sus

componentes; 2) La variación en el empleo que se originará debido a cambios en la demanda, como los originados por la modificación en el uso de productos intermedios de otros subsectores o ramas y; 3) Los requerimientos resultantes para satisfacer las importaciones correspondientes al intercambio entre subsectores o ramas.

EFFECTOS MULTIPLICADORES

Se identifican como efectos multiplicadores a aquellos cambios originados por variaciones en una variable exógena, por ejemplo la demanda final, en un sector de la economía de un país (Ramos et al., 2013, p. 57). Una de las aplicaciones básicas del modelo Insumo-Producto es la evaluación de impactos en una economía originados por cambios en los elementos que son exógenos al modelo de esa economía. Se denomina *análisis de efecto* al estudio de las variaciones exógenas que se presentan por causa de un único agente impactante o debido a un pequeño número de dicho agentes, y estas variaciones acontecen en un corto plazo (por ejemplo el próximo año). Por otra parte, a través del análisis de variaciones de mayor amplitud y plazo, se pueden realizar proyecciones y pronósticos. Si proyectamos dentro de cinco años los niveles de la demanda final de productos de todos los sectores en una economía, aplicando al inversa de Leontief podemos estimar la producción necesaria para satisfacer esta nueva demanda (Miller y Blair, 2009, p. 243).

El estudio de los efectos directos y multiplicadores de un sector específico sobre el resto de los otros sectores que conforman un sistema económico se

realiza a través de la matriz de coeficientes de necesidades directas o coeficientes técnicos. Esta matriz, que es el núcleo del estudio, explica la vinculación inmediata entre sectores y, como ya se expuso anteriormente, se calcula dividiendo los elementos de la demanda intermedia de cada sector por su valor de producción correspondiente (Figueroa y Obed, 2015, p. 51).

Los efectos directos son aquellos producidos en toda la economía originados por un cambio en una variable exógena (por ejemplo la demanda final), y los efectos indirectos son aquellos que se originan como respuesta a esa modificación inicial experimentada por la economía (Ramos, Álvarez, Mendoza, y Unai, 2013, p. 57)

De acuerdo con Cámara, Flores y Fuentes (2011, pp. 499–500) los efectos multiplicadores de un sector sobre los otros que conforman la economía de un país, se obtienen a partir de la tabla Insumo-Producto y del modelo de Leontief, el cual se expresa de manera general como: $x = Az + y$, en donde la producción total de cada sector se enuncia mediante un vector columna x , y la contabilidad de la demanda final de cada sector se expresa con un vector columna y , donde A corresponde a la matriz de coeficientes técnico de la producción, y los elementos (a_{ij}) representan el gasto realizado por el sector j en el sector i , por unidad monetaria de producción total del sector j . La Matriz de Multiplicadores M se obtiene despejando x de la ecuación anterior, con lo cual se obtienen los componentes (m_{ij}) que indican el impacto que una unidad

de demanda final en el sector j origina sobre la producción del sector i , es decir, tal como se indica en la ecuación (3.17):

$$x = (I - A)^{-1} y = My$$

Indican estos autores que, el efecto total de un movimiento por unidad de demanda final en un sector dado sobre el resto de los otros sectores económicos está dado por la suma total de cada columna de la Matriz de Multiplicadores, el cual se denomina *efecto de arrastre*, y de acuerdo con el valor determinado se cuantifica el peso de arrastre sobre el resto de los sectores del sistema económico, a mayor valor el sector ejerce un mayor efecto sobre el resto de la economía. Mientras que, las sumas totales de las filas de la Matriz de Multiplicadores manifiestan el impacto generado por cada unidad agregada de demanda final en cada sector sobre el sector indicado en la fila, el cual se denomina *efecto de impulso*. A través de estos efectos se determinan los sectores de mayor capacidad de generación de actividad o renta sobre los otros sectores de la economía por cada unidad de demanda final (efecto de arrastre) y se distinguen los sectores que originan un mayor empuje en los demás sectores de la economía (efecto de impulso), en otras palabras, facilitan identificar los sectores de mayor importancia por su alta participación como abastecedores de materia prima o recursos para todos los demás sectores, permitiendo con esto su crecimiento.

El estudio de los sectores de mayor dinámica en un sector económico, los de mayor competencia para originar actividad por cada unidad de demanda, se

realiza a través del coeficiente de arrastre. No obstante, de la misma manera el alto nivel de producción de un sector puede contribuir el crecimiento de una economía, lo cual no queda asentado en los coeficientes unitarios de arrastre. Por lo que es necesario, a efecto de integrar su competencia en ocasionar producción y su magnitud de su demanda final, determinar en cada sector los *efectos globales de arrastre*, lo que se realiza mediante la suma total de las columnas correspondientes a la matriz que resulta de la multiplicación de la Matriz de Multiplicadores por una matriz diagonalizada de demanda final.

ÍNDICES DE RASMUSSEN.

Dentro de los métodos existentes para identificar los sectores claves de una economía, esencialmente los que analizan el peso de cada sector de generar efectos de arrastre, tanto hacia adelante como hacia atrás, sin importar su tamaño, se cuenta con los denominados Índices de Rasmussen, los cuales tienen la característica de contar con una aplicación extensa, dado que proporcionan un primer acercamiento muy apropiado en el análisis de la estructura de una economía real (Núñez y Romero, 2016, p. 12). La capacidad de originar impactos de arrastre hacia atrás corresponde a la magnitud que un incremento presentado en el sector j origina en los demás sectores; y la capacidad de originar impactos hacia adelante se identifica como la magnitud en que el sistema económico pesa sobre la industria i , es decir la medida en que la industria i es afectada por un aumento en el sistema económico (Parra y Pino, 2003, p. 19).

Como vimos con anterioridad, la forma general del modelo de Leontief está dada por la ecuación (3.18):

$$x = Ly$$

En donde x representa el vector de producto total para cada sector de la economía, $L = (I - A)^{-1}$ es la matriz de multiplicadores (inversa de Leontief) y y es el vector de demandas finales.

Cada valor en cada sector (columna) de L se explica cómo el efecto de un incremento unitario exógeno correspondiente a ese sector, sobre el producto de cada sector productivo, de manera tal que la suma de la columna equivale al efecto multiplicador total. Es decir que, los índices de Rasmussen relacionan comparativamente el efecto en cada sector con el efecto medio de todos los sectores, tanto por arrastre (columna) como por dispersión (fila); por lo que si el impacto de un sector es superior a la media, su índice será mayor que uno (Núñez y Romero, 2016, p. 12). Dicho de otro modo, por columna el índice de arrastre o de impacto, se define como:

$$\text{Índice de Arrastre} = U_j = \frac{\bar{m}_j}{\frac{1}{n} \sum m_j} \quad \dots (3.19)$$

En donde $ij = 1, \dots, n$, n es el número de sectores productivos, y \bar{m}_j es el impacto medio del sector o cuenta j sobre los demás sectores. Del mismo modo, por fila el índice de dispersión se define como:

$$\text{Índice de Dispersión} = U_i = \frac{\bar{m}_i}{\frac{1}{n} \sum m_i} \dots (3.20)$$

En donde: $ij = 1, \dots, n$; n es el número de sectores productivos; y \bar{m}_i es el impacto medio del sector o cuenta i sobre los demás sectores.

La clasificación de los sectores se establece de acuerdo con los valores obtenidos para los índices de arrastre (suma total de cada columna) y de dispersión (suma total de cada fila), con lo cual al comparar con la media se clasifica cada sector de la economía de un país, por lo que de acuerdo con Núñez y Romero (2016, p. 13) los criterios correspondientes son los presentados en la Tabla 7.

Tabla 7. Clasificación de Sectores de la economía de acuerdo con el valor de los Índices de Rasmussen

Tipo de Sector	Interpretación
Sectores Clave: Ambos índices > 1.	Son los sectores de mayor integración con los otros sectores del conjunto económico.
Sectores Impulsores: Índice de arrastre > 1.	Son los sectores que empujan el crecimiento debido al aumento en su producción, debido a que requieren más insumos de los demás sectores.
Sectores estratégicos: Índice de dispersión > 1.	Son los sectores con mayor aprovisionamiento de insumos, por lo que en caso de ocasional incremento en la economía podrían significar un cuello de botella.
Sectores “independientes”: Ambos índices < 1.	Su integración es escasa con respecto a los demás sectores del conjunto económico.

Fuente: Contabilidad Insumo-Producto y un análisis comparativo-estructural de la economía mexicana (Núñez y Romero, 2016, p. 13).

3.2 MODELO DE PRECIOS

De acuerdo con Miller y Blair (2009, p. 41) el modelo de Insumo-Producto original desarrollado por Leontief se basó en unidades físicas. Los coeficientes técnicos de insumos (matriz A) se basaron en cantidades físicas de insumos divididos entre cantidades físicas de productos. Posteriormente, esta información se estructuró como una tabla de intercambios en un año base, en términos de valor utilizando precios unitarios del año base para las unidades antes mencionadas.

Leontief escribió (Leontief, 1986, pp. 22–23):

Todas las cifras (en la tabla de transacciones de valor)... también pueden interpretarse como representaciones de cantidades físicas de los bienes o servicios a los que hacen referencia. Esto solo requiere que la unidad física en la que se miden las entradas se redefina como igual a la cantidad de producción de ese sector particular que se puede comprar por \$1 a precios de año base...En la práctica, las matrices estructurales se calculan generalmente a partir de tablas de entrada-salida descritas en términos de valor...En cualquier caso, los coeficientes de entrada (A) para fines analíticos... deben interpretarse como relaciones de dos cantidades medidas en unidades físicas.

De manera general la información correspondiente a Insumo-Producto es expresada en unidades monetarias, así como los estudios correspondientes se realizan en unidades monetarias (de valor). No obstante, la necesidad de incluir

aspectos energéticos y ambientales derivó en la implementación de modelos con unidades mixtas, en los cuales los intercambios ecológicos y energéticos se expresan en términos físicos.

MODELO DE PRECIOS EN DATOS MONETARIOS

Es bien conocido que la versión dual del modelo regular de Insumo-Producto se aplica en la simulación de procesos inflacionarios de empuje de costos. Por supuesto, esta versión de doble precio del Modelo Leontief se basa en los mismos supuestos estrictos y estándares de la versión cuantitativa y en algunas suposiciones pesadas y adicionales que se hacen para la versión de precio (Oosterhaven, 1996, p. 750). En la versión cuantitativa del modelo de Leontief, la expresión matemática en que se basa el desarrollo del modelo, considera los elementos de la matriz Insumo-producto expresados en el renglón, es decir los productos demandados por los sectores que constituye el conjunto económico, por lo que en dicho modelo se expresa un vector de demandas finales f_i o y_i , el cual origina el empuje del modelo, por esta razón comúnmente se denomina al modelo cuantitativo de Leontief como el modelo de empuje por el lado de la demanda, esto con el fin de diferenciarlo del modelo de precios del mismo autor (Chávez, 2017, p. 6).

El estudio de la variación en la producción originada por el cambio de una variable exógena, tal como la demanda final, se realiza a través de la versión cuantitativa del modelo de Leontief, o modelo de empuje por lado de la demanda (Oosterhaven, 1996, p. 750), en cuyo análisis se asume el supuesto

que los cantidades de producción demandadas por cada sector se mantienen fijas cuando se presenta una variación en la demanda.

El modelo de precios de Leontief permite conocer las variaciones en precios de los distintos bienes producidos en la economía (matriz intermedia) resultado de un incremento en los precios de los insumos primarios (Dietzenbacher, 1997, p. 629). Como ya se mencionó, el modelo de precios sigue la metodología aplicada por Leontief en el análisis Insumo-producto, y por razones de simplicidad en su registro, las interrelaciones monetarias se organizan en este modelo suponiendo que todo el valor agregado está representado por la fuerza laboral, tal como se indica en la Tabla 8.

Tabla 8. Transacciones en términos monetarios

	Sectores				Demanda final	Producción total	
	1	...	j	...			n
Sectores	<hr/>						
1	z_{11}	...	z_{j1}	...	z_{1n}	y_1	x_1
2	z_{21}	...	z_{2j}	...	z_{2n}	y_2	x_2
⋮	⋮		⋮		⋮	⋮	⋮
n	z_{n1}	...	z_{nj}	...	z_{nn}	y_n	x_n
Fuerza laboral	v_1	...	v_j	...	v_{nn}	y_{n+1}	x_{n+1}

Fuente: *Input-Output Analysis Foundations and Extensions*, (Miller y Blair, 2009, p. 43).

Como se mencionó anteriormente, las filas describen la distribución de la producción de un sector en toda la economía y las columnas expresan la

composición de los insumos requeridos por una industria en particular para obtener su producción, es decir los desembolsos totales en que incurre cada industria; entonces, cuando todos los insumos se contabilizan en los sectores de procesamiento y pagos, la suma total de la columna (desembolsos totales) es igual a la suma total de la fila (producción total) por lo tanto, considerando el desarrollo matemático de Miller y Blair (2009, p. 43) la suma total de cada columna en la Tabla 8 corresponde a:

$$x_j = \sum_{i=1}^n z_{ij} + v_j \quad \dots (3.21)$$

o:

$$x' = i'z + v' \quad \dots (3.22)$$

Donde, como anteriormente se explicó y siguiendo la metodología del Modelo de Leontief: x' representa el vector renglón correspondiente a la producción total de cada sector, i' vector columna de números uno (de una dimensión apropiada, aquí n), Z es la matriz de intercambio entre sectores o matriz intermedia, y $v' = [v_1, \dots, v_n]$ es el vector de los gastos totales de valor agregado por cada sector.

Recordando de la ecuación (3.11) que $Z = A\hat{x}$, entonces la ecuación (3.22) queda:

$$x' = i'A\hat{x} + v' \dots (3.23)$$

por lo que se requiere encontrar un matriz \hat{x}^{-1} inversa que multiplicada por x' de la unidad (identidad), es decir postmultiplicando los dos términos de la ecuación (3.23) por \hat{x}^{-1} , se tiene:

$$x' \hat{x}^{-1} = i' A \hat{x} \hat{x}^{-1} + v' \hat{x}^{-1} \dots (3.24)$$

o:

$$i' = i' A + v'_c \dots (3.25)$$

Dónde:

$$v'_c = v' x^{-1} = [v_1/x_1 \dots v_n/x_n] \dots (3.26)$$

El lado derecho de (3.25) es el costo de insumos por unidad de producto. Al igualar los precios de producción con el costo total de producción (lo que implica que se incluirá una asignación con fines de lucro y otros insumos primarios en v' y por lo tanto en v'_c), entonces cada precio es igual a 1, lado izquierdo de la ecuación (3.25).

Lo anterior ilustra las unidades de medida únicas en la tabla del año base: cantidades que se pueden comprar por \$1.00. Ahora, siguiendo la lógica del modelo de cantidades de Leontief (empuje de la demanda), si expresamos los precios índices del año base como \tilde{p}_j , entonces $\tilde{p}' = [\tilde{p}_1 \dots \tilde{p}_n]$, y atendiendo la ecuación (3.12), el modelo de precios de Insumo-Producto está dado por:

$$\tilde{p}' = \tilde{p}' A + v'_c \dots (3.27)$$

Lo que de acuerdo con la ecuación (3.14) lleva a que $\tilde{\mathbf{p}}'(I - \mathbf{A}) = \mathbf{v}'_c$ y por lo tanto:

$$\tilde{\mathbf{p}}' = \mathbf{v}'_c (I - \mathbf{A})^{-1} = \mathbf{v}'_c \mathbf{L} \quad \dots(3.28)$$

Ahora, si se transpone el modelo y se expresa en términos de vectores de columna en lugar de vectores de fila, se tiene lo siguiente:

$$\tilde{\mathbf{p}}' = (I - \mathbf{A})\mathbf{v}_c = \mathbf{L}'\mathbf{v}_c \quad \dots(3.29)$$

Se puede demostrar que, dado $(I - \mathbf{A})^{-1} = \mathbf{L}$, entonces $(I - \mathbf{A}')^{-1} = \mathbf{L}'$

De (3.28) los precios de índice están determinados por los valores exógenos (costos) de insumos primarios. Por lo que, para un modelo de dos sectores:

$$\tilde{p}_1 = l_{11} v_{c1} + l_{21} v_{c2}$$

$$\tilde{p}_2 = l_{12} v_{c1} + l_{22} v_{c2}$$

El razonamiento es que los cambios en los precios primarios de los insumos implican cambios en los costos unitarios de cada sector, afectando los precios de producción, no las cantidades, a través de la composición de producciones fijas en \mathbf{A} , y por lo tanto en \mathbf{L} y \mathbf{L}' . Tal como ocurre para los aumentos de costos, los cuales son completamente transferidos en la medida que aumenta el precio de los insumos intermedios a todos los compradores, los que a su vez incluyen estos aumentos en el incremento de sus precios de producción en consecuencia, etc.

A diferencia del Modelo de Insumo-Producto de Leontief, conocido como el Modelo de empuje, el modelo de precios en (3.28) y (3.29) es mejor conocido como el Modelo de Insumo-Producto de empuje de costos (Dietzenbacher, 1997; Oosterhaven, 1996), en el cual las cantidades se mantienen fijas y los precios se modifican de acuerdo a las condiciones presentes o a los supuestos considerados.

La Tabla 9 resume los dos modelos (duales) donde, nuevamente, los superíndices “0” y “1” indican valores antes y después de explicar el cambio exógeno.

Tabla 9. Comparación de los Modelos de cantidad y de precios de Leontief

Modelo de cantidad de Leontief o de arrastre de demanda	Modelo de precios de Leontief o de empuje de costos
Los precios se mantienen fijos, mientras los cambios se presentan en las cantidades.	Las cantidades se mantienen fijas, mientras los cambios se presentan en los precios.
Variables exógenas	
$f^1 = [f'_i] \quad \circ$ $\Delta f = \Delta [f_i]$	$v_c^1 = (\hat{x}^0)^{-1} v^1 = \left[\frac{v_j^1}{x_j^0} \right] \quad \circ$ $\Delta v_c = (\hat{x}^0)^{-1} (\Delta v) = \left[\frac{\Delta v_j}{x_j^0} \right]$
Variables endógenas	
$x^1 = L^0 f^1 \quad \circ$ $\Delta x = L^0 \Delta f$	$\tilde{p}^1 = (L^0)' v_c^1 \quad \circ$ $\Delta \tilde{p} = (L^0)' (\Delta v_c)$

Fuente: *Input-Output Analysis Foundations and Extensions*, (Miller y Blair, 2009, p. 45).

3.3 CUENTAS NACIONALES

De acuerdo con ONU- CEPAL (2009, p. 1) se puede establecer como Sistema de Cuentas Nacionales (SNC) a un conjunto de recomendaciones estándares y reconocidas internacionalmente bajo las cuales se realiza la evaluación de la actividad económica mediante la aplicación de estrictas normas contables, soportadas en fundamentos económicos. Estos consejos se manifiestan a través de la agrupación de conceptos, definiciones, clasificaciones y reglas contables, la cual incorpora la normativa internacionalmente aceptada en la cuantificación de asientos como el producto interno bruto, el indicador aplicado con mayor frecuencia en los resultados económicos. La estructura contable del Sistema Nacional de Cuentas favorece el procesamiento y exhibición de la información económica en una presentación correspondiente al estudio económico, a la toma de decisiones y al establecimiento de políticas económicas.

El sistema en sí mismo muestra, de manera sucinta, el detalle de una gran cantidad de información, estructurada conforme a ciertas normas y apreciaciones referentes al manejo de la economía. Por lo que conforman un asiento detallado y total de las complicadas interrelaciones económicas que se presentan en una economía y de correspondencia existente entre los diversos elementos o grupos de elementos económicos sectores, que ocurren en los mercados o en otros entornos. La estructura del Sistema de Cuentas Nacionales se constituye de cuentas:

- a. Totales, debido a que comprender el total de diligencias económicas determinadas y los efectos originados en todos los elementos económicos;
- b. Congruentes, dada la aplicación de valores exactos en el diagnóstico de los efectos originados por una acción particular para todos los elementos participantes, bajo la utilización de la misma normatividad contable;
- c. Integradas, debido a la respuesta obtenida inevitablemente en las cuentas relacionadas con los resultados de cada movimiento particular de cada elemento, englobado sus consecuencias sobre el cómputo del bienestar que aparece en los balances.

Para enfatizar los otros elementos de la colección de cuentas, se puede considerar una economía pequeña, de dos sectores. La Tabla 10 presenta una tabla expandida de flujo para esta extremadamente simple economía.

Tabla 10. Tabla Expandida de Flujo para una Economía de Dos Sectores

		Sectores de Procesamiento		Demanda Final				Producción Total (x)
		1	2					
Sectores de Procesamiento	1	z_{11}	z_{12}	c_1	i_1	g_1	e_1	x_1
	2	z_{21}	z_{22}	c_2	i_2	g_2	e_2	x_2
Sectores de Pago	Valor agregado (v')	l_1	l_2	l_c	l_i	l_G	l_E	L
		n_1	n_2	n_c	n_i	n_G	n_E	N
	Importaciones	m_1	m_2	m_c	m_i	m_G	m_E	M
Total de Gastos (x')								
		x_1	x_2	C	I	G	E	X

Fuente: *Input-Output Analysis Foundations and Extensions* (Miller y Blair, 2009, p. 14).

Miller y Blair (2009, pp. 13–15) explican que el vector de demanda final en una economía de dos sectores, agrupa, para los sectores **1** y **2** respectivamente de lo siguiente: compras de los consumidores (**C**), compras con propósito de inversión (**I**), compras gubernamentales de cualquier nivel (**G**), y exportaciones (**E**) (transacciones en el extranjero). Las cuales generalmente se congregan en la demanda final nacional (**C + I + G**) y en la demanda final en el extranjero (exportaciones **E**). Por lo que para cada sector, la demanda final (**f**) está dada por:

$$f_1 = c_1 + i_1 + g_1 + e_1 \dots(3.30)$$

$$f_2 = c_2 + i_2 + g_2 + e_2 \dots(3.31)$$

Ahora, con relación al sector de pago, las partes componentes de los sectores **1** y **2** corresponden a: pago de empleados (servicios laborales, **l₁** y **l₂**) y por otros componentes del valor agregado (por ejemplo, impuestos, capital, pagos de renta, beneficios de iniciativa empresarial, entre otros), los cuales se denominan **n₁** y **n₂** , por lo que el pago total correspondiente al valor agregado para cada sector está dado por:

$$v_1 = l_1 + n_1 \dots(3.32)$$

$$v_2 = l_2 + n_2 \dots(3.33)$$

Por último, se acepta que algunos sectores, o quizá todos, emplean insumos de importación en la fabricación de sus artículos. Por lo que estas cantidades se

registran en un renglón de importaciones en el sector de pagos como m_1 y m_2 . Por lo tanto, el gasto total en el sector de pagos por los sectores 1 y 2 está dado por:

$$v_1 = l_1 + n_1 + m_1 \dots(3.34)$$

$$v_2 = l_2 + n_2 + m_2 \dots(3.35)$$

Parte de las exportaciones de la columna de demanda final, se representan con frecuencia como *exportaciones netas*, en consecuencia la adición de todas las cantidades correspondientes a la demanda final es equivalente al producto interno bruto en su acepción convencional, en otras palabras *importaciones netas*. Es común, bajo estas circunstancias realizar la diferenciación entre productos adquiridos en el exterior que también se producen en el país (importaciones competitivas), y de los que se originan de una fuente nacional (importaciones no competitivas), de este modo el total de importaciones competitivas correspondientes al rubro de importaciones estarán en equilibrio con los elementos de la columna de exportación bruta. En este contexto se presenta la viabilidad de que componentes de la columna de exportación neta sean negativos, debido a que el costo de las importaciones de esos productos resulta por arriba del costo de las exportaciones. De igual forma, si el gobierno federal realiza ventas superiores en monto a lo que compra de algún bien que tiene en acopio, podría originarse una entrada negativa en la columna de gobierno correspondiente a la demanda final de la tabla. Si el valor negativo es de monto muy significativo, esto podría afectar la contraparte (positiva) de las

adquisiciones de ese producto en la demanda final, derivando un monto negativo en la demanda final total.

Los valores donde confluyen los renglones de valor agregado y las columnas de demanda final manifiestan los pagos por consumos finales de servicios laborales, como es el caso de, I_C que comprende pago de los hogares por ayuda nacional; I_G referido a pagos por trabajadores del gobierno; y otro valor agregado, como n_c que integra pagos de impuestos por hogares. En la intersección de importaciones y la columna de demanda final se presentan, m_G , que incluye compras de gobierno por bienes importados, y m_E , el cual integra importados que son re-exportados.

La suma total de la columna de productos, es decir la producción total bruta X en toda la economía, se denota como:

$$X = x_1 + x_2 + L + N + M \quad \dots(3.36)$$

Valor que también puede ser conseguido a través de la suma total de los renglones de gasto, justamente:

$$X = x_1 + x_2 + C + I + G + E \quad \dots(3.37)$$

Por lo que existen dos formas de obtener la suma de todos los elementos en la Tabla No. 10.

El valor de mayor interés en la contabilidad nacional de ingresos y productos es el correspondiente al producto final total, es decir los bienes aptos para ser

utilizados, de venta al exterior, entre otros. Si equiparamos las dos expresiones X y restamos x_1 y x_2 de ambos lados, entonces resulta:

$$L + M + N = C + I + G + E \text{ o}$$

$$L + N = C + I + G + (E - M) \quad \dots(3.38)$$

El lado izquierdo se refiere al ingreso nacional bruto, esto es el total de pagos en la economía y el lado derecho se refiere al producto nacional bruto, o sea el gasto total correspondiente al consumo e inversión de insumos o bienes, adquisiciones totales del gobierno, y el monto total de las exportaciones netas de la economía.

3.4 TEORÍA DEL MODELO INSUMO-PRODUCTO DE ENERGÍA

Es indudable la trascendencia del sector eléctrico, actualmente el funcionamiento de la sociedad está ligado de manera directa y fundamental al abastecimiento del fluido eléctrico. Asimismo, el sector eléctrico es parte esencial de todo sistema económico debido a su contribución al PIB y a la inversión. Para nuestro caso, es imprescindible mencionar el efecto multiplicador del sector eléctrico en la economía de un país, dado que el requerimiento de bienes y servicios que realiza promueve el desarrollo de otras ramas; de igual forma, forma parte de la creación de riqueza dada su participación como bien fundamental de muchas actividades en la elaboración de otros productos. Además, la inversión de capital en el sector eléctrico conlleva a que su contribución en la generación de empleo sea ubicada en

diferentes contextos en las etapas de inversión y operación (Ramos et al., 2013, p. 53)

La energía que entra y sale al realizarse un proceso productivo no es considerada en el modelo Insumo-Producto convencional, una de las formas de resolver este problema al aplicar este modelo, es agregar los gastos energéticos correspondientes a cada proceso rentable con objeto de obtener la cantidad de energía consumida (Sánchez, 1999, p. 4), de esta forma a través de los consumos de energía se determina el valor de gastos que se requiere para elaborar el producto que se incorpora a la demanda final y el consumo que se aplica en la producción de productos que se utilizan como insumos de otros subsectores (Gastélum, 2009, p. 3).

El análisis Insumo-Producto de energía tuvo su origen a finales de los años 60, desarrollándose con más alcance a finales de los años 70, a fin de estudiar los flujos de energía en la economía (Guevara, Rodrigues, y Domingos, 2015, p. 2). Clark Bullard, Robert Herendeen y Bruce Hannon han desarrollado matrices de Insumo-Producto de energía para la economía de Estados Unidos de América, y las han aplicado en el cálculo del potencial de conservación de energía, a fin de analizar los cambios en las decisiones de los consumidores, comercios, empresas industriales y gobierno (Bezdek & Hannon, 1974; Bullard & Herendeen, 1975; Folk & Hannon, 1974; Hannon, Blazek, Kennedy, & Illyes, 1983; Herendeen, 1974). El Grupo de Investigación de Energía de la Universidad de Illinois (Energy Research Group, ERG por sus siglas en inglés) utilizó un flujo combinado de energía-dólar a fin de determinar con precisión el

impacto directo e indirecto del flujo de energía, desde el suelo hasta la producción de cada elemento que satisface el consumo final. Esta adaptación permitió determinar toda la energía consumida en un año por cada producto de consumo final. Esta información permitió al ERG cuantificar cientos de artículos y procesos alternativos de consumo para su consumo de energía potencial. Con esta misma teoría y los datos sobre empleo, también fueron capaces de calcular el costo de mano de obra directo e indirecto de cada unidad de consumo final. Esto les dio una manera de abordar las sustituciones de energía-trabajo que estaban sucediendo en la economía y estimar el aumento de la demanda en la mano de obra a medida que la energía se hizo cada vez más costosa (Hannon, 2010, p. 30).

CONCEPTOS DEL ANÁLISIS INSUMO-PRODUCTO DE ENERGÍA

Anteriormente se ha explicado que el modelo Insumo Producto es de gran beneficio, dado que permite determinar todas las operaciones de un sistema económico y explicar las complejas interacciones que ocurren entre los sectores de esa economía. Este tipo de modelo puede ser aplicado cuando se presenta un cambio específico en un sistema económico a fin de realizar proyecciones temporales, así como para elaborar proyecciones generales cuando se presenta una serie de cambios en las fuerzas causales que empujan la economía. Hoch y Carson (1984, p. S-1) desarrollaron un modelo Insumo-Producto orientado a la energía el cual se centra en los sectores de energía, para el cual fue necesario procesar información más detallada sobre los sectores involucrados que la que normalmente aparece en las fuentes

estándares, integrando en su marco de Insumo-Producto una gran cantidad de información económica, de gran utilidad para los especialistas en energía y los analistas económicos. En este estudio la matriz inversa fue utilizada para obtener los niveles de producción necesarios para satisfacer la demanda final esperada para el año 2000. El trabajo se concluyó con varias aplicaciones, enfocado en la conversión de dólares a Unidades Térmicas Británicas (British Thermal Unit, BTU por sus siglas en inglés) para la energía de cada sector, y de manera general en la construcción de tablas mixtas de Insumo-Producto en BTU-dólares.

La más simple y directa de las aplicaciones de energía al marco de Leontief se realiza mediante la explicación del uso de energía, agregando con simpleza un conjunto de coeficientes de energía lineales que definen el uso de energía en valor económico del sector industrial. Este enfoque, desarrollado y aplicado considerablemente a principios de los años setenta, presenta una serie de restricciones metodológicas y prácticas, no obstante se sigue utilizando con frecuencia en la actualidad, en gran parte debido a la dificultad de obtener datos adicionales que garanticen la coherencia interna en la contabilidad del suministro y uso de energía en toda la economía (Miller y Blair, 2009, p. 400).

En general, a través del análisis Insumo-Producto de energía se determina la cantidad total de energía total de cada industria requerida para entregar un producto a la demanda final, es decir, la *intensidad energética* primaria total, la cual se define como la energía requerida directa e indirectamente para entregar una unidad de bienes o servicios a la demanda final, por lo que es posible

sumar una energía primaria total en cada paso del proceso de producción, en cada sector, para determinar el "costo energético" total de bienes y servicios particulares; lo cual es análogo a calcular la demanda total en valor económico o la inversa de Leontief del modelo tradicional de Insumo-Producto, por lo que es común intercambiar los términos de *intensidad energética* y *costo de energía*. (Bullard, Penner, y Pilati, 1976, pp. 1–3; Miller y Blair, 2009, p. 402).

FORMULACIÓN BÁSICA

En general, hay dos formas convencionales en el análisis de Insumo-Producto de energía: el modelo de unidades híbridas y el modelo de coeficientes de impacto directo (Guevara y Domingos, 2017, p. 262). Miller y Blair (2009, Capítulo 9) describen ambos enfoques en detalle y el método se denomina análisis de Insumo-Producto de energía. Si bien el primer enfoque es un enfoque híbrido en el sentido de que todas las entradas monetarias en la tabla Insumo-Producto relacionada con los insumos de energía se sustituyen por unidades físicas (tales como TJ, MWh...) mientras que todos los demás insumos se siguen representando por unidades monetarias. La formulación de las matrices de requerimientos puede ser obtenida de una forma similar a la descrita en el desarrollo de la ecuación de Leontief. El segundo enfoque utiliza intensidades de energía en forma de insumos de energía por unidad total de producción (por ejemplo TJ/pesos, MWh/pesos) a fin de obtener los coeficientes de requerimiento de energía. Si bien en términos de precisión el método híbrido es más favorable, los requisitos de datos son mucho más altos y están en

función de la disponibilidad de datos necesarios para el estudio, por lo que se presentan algunos problemas adicionales (Hartner, 2013, pp. 109–110).

Con base a estos análisis es posible construir un marco teórico correspondiente al modelo Insumo-Producto del sector eléctrico.

En el enfoque híbrido se construye una tabla de transacciones en las denominadas “unidades híbridas”. Esto es, se registran flujos de energía en la economía en unidades térmicas o en otras unidades útiles de energía y flujos no energéticos expresados en valor económico (tales como pesos, euros o dólares). Este planteamiento comúnmente supera a otros métodos aplicados extensamente en la literatura, no obstante son menos fáciles de implementar en alguno casos debido a la disposición de datos, siendo necesario analizar las condiciones en las cuales el uso de este marco es importante, así como cuando las alternativas son apropiadas o aceptables (Miller y Blair, 2009, p. 403).

En analogía con el análisis Insumo-Producto de Leontief, el análisis correspondiente a energía identifica un conjunto análogo de matrices, tales como: una matriz de transacciones o flujos (Z), expresada en insumos físicos de energía; una matriz de necesidades de energía (A), y por último una matriz de necesidades totales de energía (L). De forma similar a la estructuración de las transacciones industriales y considerando que los flujos de energía son equivalentes a los de intercambio de productos, se puede construir la matriz de Insumo-Producto de energía.

Iniciamos con la contabilidad tradicional Insumo-Producto identificada, que como ya vimos, está dada por la ecuación (3.4):

$$\mathbf{Zi} + \mathbf{f} = \mathbf{x}$$

Donde \mathbf{Z} es la matriz de transacciones interindustrias, \mathbf{f} es el vector de la demanda final total y \mathbf{x} es el vector de la producción total, todas las mediciones en términos de valor, por ejemplo dólares. Estamos interesados en la medición de flujos de energía en unidades físicas, por lo que se asume se cuenta con una identidad análoga dada por:

$$\mathbf{Ei} + \mathbf{q} = \mathbf{g} \quad \dots(3.39)$$

Donde \mathbf{E} es la matriz de flujos de energía de los sectores de producción de energía a todos los sectores consumidores de energía, \mathbf{q} es el vector de energía suministrada a la demanda final y \mathbf{g} es el vector de consumo total de energía, todos una vez más medidos en unidades físicas. Hay que tener en cuenta que si hay \mathbf{n} sectores en la economía, \mathbf{m} de los cuales son sectores de energía, entonces \mathbf{Z} debe tener una dimensión $\mathbf{n} \times \mathbf{n}$, pero \mathbf{E} tendrá una dimensión de $\mathbf{m} \times \mathbf{n}$. Similarmente, mientras \mathbf{f} y \mathbf{x} tienen una dimensión $\mathbf{n} \times \mathbf{1}$, \mathbf{q} y \mathbf{g} tienen una dimensión $\mathbf{m} \times \mathbf{1}$.

Si, como antes, \mathbf{A} es la matriz de coeficientes técnicos entonces:

$$\mathbf{Z} = \mathbf{A}\hat{\mathbf{x}}$$

y se deduce que:

$$L = (I - A)^{-1}$$

Como ya habíamos visto antes la familiar inversa de Leontief, por lo que el total de necesidades puede expresarse como $x = Lf$, por lo que es posible contar con una matriz para L que genera necesidades de energía total en la ecuación $g = \alpha f$ donde α es una Matrix $m \times n$.

CAPÍTULO 4. DISEÑO METODOLÓGICO

El enfoque de la presente investigación es cuantitativo, por lo que de acuerdo con Hernández (2014, pp. 3–4) obedece a un proceso deductivo, secuencial, probatorio y de análisis de la realidad objetivo, cada fase antecede a la subsecuente.

4.1 BASE DE DATOS

El Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) presenta la Matriz de Insumo Producto cada cinco años publicada por año base, por lo que el 31 de octubre de 2017 presentó una actualización del Sistema de Cuentas Nacionales de México (SCNM) derivado del Cambio de Año Base a 2013 (CAB 2013), en función de los Lineamientos para el Ciclo de Actualización de la Información Económica, publicados en julio 2015.

Como se ha mencionado con anterioridad, la estructura de la MIP 2013 consiste de un tabulado de doble entrada, y expresa las relaciones intersectoriales de la economía, en función de los niveles de producción de cada sector; dicho tabulado está conformado por un conjunto de cuadros que identifican las relaciones que se presentan en los diversos sectores y agentes económicos que participan en todas las etapas del ciclo económico a partir de los componentes de demanda intermedia y final. La MIP 2013 se obtiene a través del cálculo de funciones de producción, provenientes de los Cuadros de Oferta y Utilización (COU) equilibrados a precios básicos de 2013, lo cual favorece la comprobación del equilibrio entre Oferta y Demanda. El INEGI presenta la MIP

2013 en dos vertientes: Producto por Producto (P x P) e Industria por Industria (I x I).

Para la realización del presente trabajo se utiliza la más reciente matriz de Insumo-Producto de México publicada por el INEGI, específicamente la matriz simétrica doméstica producto a producto, economía total, origen doméstico, a precios básicos de 2013 para 79 subsectores (2017), con excepción del análisis estadístico descriptivo de la industria eléctrica en México, en el cual se utiliza la correspondiente a origen doméstico e importado.

4.2 CONTEXTO GENERAL DE LA METODOLOGÍA INSUMO-PRODUCTO

A través de las tablas Insumo-Producto se puede realizar un estudio a detalle de la metodología de investigación de producción y consumo de los bienes y servicios que se elaboran en un país o que se adquieren de otros países, y de la renta que se obtiene por dicha producción a través de los diferentes movimientos en la economía. Su elaboración comprende la ejecución de diversas actividades, tales como agrupar, estudiar y gestionar datos fundamentales de cuantiosos orígenes como: estadísticas económicas, agropecuarias, estadísticas de población y vivienda, serie de preguntas sobre gastos e ingresos de los hogares, asientos administrativos y, principalmente, los sistemas de cuentas nacionales. Una matriz de Insumo-Producto general se conforma de las matrices de oferta, demanda intermedia, demanda final y el cuadro de valor agregado, cuya elaboración se realiza a partir de los registros de Insumo-Producto, esta información organizada y estructurada en forma de

matriz facilita la obtención directa del PIB por el método de producción, tipo de gasto y tipo de ingreso (Schuschny, 2005, p. 7).

La matriz de Insumo-Producto general de México, considerando el 2013 como año base se presenta en la Tabla 11 en donde las cantidades están expresadas en millones de pesos a precios básicos de 2013. Esta matriz de Insumo-Producto muestra las interrelaciones entre los tres sectores productivos de México; los insumos necesarios para la elaboración de los productos correspondientes al sector de actividades primarias se indican en la columna correspondiente, por lo que se requieren insumos por un monto de \$273,353 millones de pesos para satisfacer la necesidad de la producción de las actividades industriales, monto que se constituye de las cantidades de \$64,515 del sector primario, de \$117,098 del sector industrial y de \$55, 740 del sector de servicios.

Ahora, tomemos el renglón correspondiente al sector primario, su producción se distribuye en cada sector de la siguiente forma: \$64,515 millones de pesos en el mismo sector primario, \$421,732 en el sector industrial y \$5,710 en el sector de servicios, por lo que el total de la demanda intermedia es de \$491,417 millones de pesos para el sector primario. La parte sombreada de la Tabla 13 muestra la matriz de demanda intermedia, que se elabora a partir de los flujos de insumos y productos que se presentan en cada uno de los tres sectores básicos de una economía.

**Tabla 11. Matriz de Insumo-Producto General de México, doméstica
en millones de pesos a precios básicos de 2013**

Actividades	Demanda Intermedia				Demanda Final					Producción Total
	Sector Primario	Sector Industrial	Sector de servicios	Total	Consumo Privado	Consumo de Gobierno	Formación Bruta de Capital	Variación de Existencias	Exportaciones	Utilización total
Sector Primario	64,515	421,732	5,170	491,417	146,023		7,841	24,058	110,404	779,742
Sector Industrial	117,098	3,021,320	746,758	3,885,176	2,959,218	12,064	2,514,694	101,660	4,166,291	13,639,102
Sector de Servicios	55,740	1,853,896	1,805,456	3,715,092	6,513,194	1,973,991	382,344	0	639,183	13,223,804
Actividades de industriales	237,353	5,296,948	2,557,383	8,091,685	9,618,434	1,986,054	2,904,879	125,718	4,915,878	27,642,648
Importaciones	65,594	3,200,166	633,124	3,898,884	592,371	-1,639	537,763	76,269	179,802	5,283,449
Impuestos sobre los productos netos de subsidios	-419	-19,679	29,556	9,459	608,446	0	16,662	0	1	634,567
Total de usos a precios de comprador	302,529	8,477,436	3,220,064	12,000,028						33,560,664
Valor agregado bruto	477,213	5,161,666	10,003,740	15,642,620						15,642,620
Producción	779,742	13,639,102	13,223,804	27,642,648						27,642,648
PIB	476,794	5,141,987	10,033,297	15,652,079						16,277,187

Fuente: Elaboración propia con base en la Matriz Insumo-Producto de México a precios básicos de 2013 (INEGI, 2017).

Esta información básica a partir de la cual se desarrolla un modelo de Insumo-Producto está contenida en una tabla de transacciones interindustriales, como la mostrada en la Tabla 12 en donde las filas de dicho tabla describen la distribución de la producción de un sector en toda la economía y las columnas describen la composición de los insumos requeridos por una industria en particular para obtener su producción (Miller y Blair, 2009, pp. 2–3). Las columnas adicionales, denominadas Demanda final, registran las ventas de cada sector a los mercados finales para su producción, tales como: consumo privado, consumo de gobierno, formación bruta de capital, variación de existencias y exportaciones.

Por ejemplo, la electricidad se vende a las empresas de otros sectores como insumo a la producción (una transacción interindustrial) y también a los consumidores residenciales (una venta de demanda final). Las filas adicionales, denominadas Valor Agregado Añadido, representan los otros insumos (no industriales) a la producción, tales como: importaciones, impuestos, mano de obra y depreciación del capital.

A efecto de presentar un ejemplo de una tabla Insumo-Producto de forma agregada se muestra la Tabla 12, que corresponde a la Matriz Insumo-Producto 2013 doméstica por tipo de actividad, a precios básicos de la economía total de México, en la cual se presenta la demanda final con el monto total, dado que nos servirá para mostrar la metodología aplicada en la obtención de multiplicadores de producción, de valor agregado y empleo, mediante la realización algunos ejercicios correspondientes al modelo Insumo-Producto.

Tabla 12. MIP 2013 agregada a tres sectores, doméstica por tipo de actividad, precios en millones de pesos a precios básicos de 2013

Actividades	Matriz de Insumo Producto					
	Sector Primario	Sector Industrial	Sector de Servicios	Demanda intermedia	Demanda final	Utilización total
Sector Primario	64,515	421,732	5,170	491,417	288,325	779,742
Sector Industrial	117,098	3,021,320	746,758	3,885,176	9,753,926	13,639,102
Sector de servicios	55,740	1,853,896	1,805,456	3,715,092	9,508,711	13,223,803
Actividades de industriales	237,353	5,296,948	2,557,384	8,091,685	19,550,962	27,642,647
Importaciones	65,594	3,200,166	633,124	3,898,884	1,384,564	5,283,448
Impuestos sobre los productos netos de subsidios	-419	-19,679	29,556	9,459	625,109	634,568
Total de usos a precios de comprador	302,528	8,477,435	3,220,064	12,000,028	21,560,636	33,560,664
Valor agregado bruto	477,213	5,161,666	10,003,740	15,642,620		15,642,620
Producción	779,741	13,639,101	13,223,804	27,642,648		27,642,648
PIB	476,794	5,141,987	10,033,297	15,652,079	625,109	16,277,188

Fuente: Elaboración propia con base en la Matriz Insumo-Producto de México a precios básicos de 2013 (INEGI, 2017).

OBTENCIÓN DE MATRIZ DE MULTIPLICADORES

Como se mencionó en el Capítulo 3 correspondiente al marco teórico, en la parte de la teoría del modelo Insumo-Producto, se identifican como efectos multiplicadores a aquellos cambios originados por variaciones en una variable exógena, por ejemplo la demanda final, en un sector de la economía de un país (Ramos et al. , 2013, p. 57). Los multiplicadores aplicados con más regularidad son aquellos que permiten determinar los efectos de los variaciones exógenas en los sectores de la economía, tales como: producción, ingresos de los hogares y empleos, así como el valor agregado.

OBTENCIÓN DE MULTIPLICADORES DE PRODUCCIÓN

Cuando se presenta un aumento en la demanda final de un sector determinado, las necesidades de producción para satisfacer este crecimiento se evalúan mediante un multiplicador de producción, “un multiplicador de producción para el sector j se define como el valor total de la producción en todos los sectores de la economía que es necesaria para satisfacer la demanda final de un dólar para la producción del sector j ” (Miller y Blair, 2009, p. 245).

Como se mencionó en el Capítulo 3 correspondiente al marco teórico, al aplicar el modelo Insumo-Producto se establece que la producción total de cada sector (expresada con x) se obtiene a partir de la ecuación (3.17):

$$x = (I - A)^{-1} y$$

Donde $(I - A)^{-1} = L$ es la conocida inversa de Leontief, por lo que se puede expresar como se indicó antes, mediante la ecuación (3.18):

$$x = Ly$$

Donde x es la producción total de cada sector, L es la matriz inversa de la matriz A de coeficientes técnicos y y la demanda final correspondiente a cada sector.

Siguiendo con nuestro ejemplo, considerando los datos de la Tabla 12, dividiendo la demanda intermedia de cada sector entre su valor de producción se obtiene la matriz de coeficientes técnicos (A) mostrada en la Tabla 13.

Tabla 13. Matriz de Coeficientes Técnicos (A) para la MIP 2013 Doméstica por tipo de actividad

Actividades	Matriz de Coeficientes Técnicos		
	Sector Primario	Sector Industrial	Sector de servicios
Sector Primario	0.0827	0.0309	0.0004
Sector Industrial	0.1502	0.2215	0.0565
Sector de servicios	0.0715	0.1359	0.1365
Importaciones	0.0841	0.2346	0.0479
Impuestos sobre los productos netos de subsidios	-0.0005	-0.0014	0.0022
Valor agregado bruto	0.6120	0.3784	0.7565
Producción	1.0000	1.0000	1.0000

Fuente: Elaboración propia con base en la Matriz Insumo-Producto de México a precios básicos de 2013 (INEGI, 2017).

Aplicando la metodología de Núñez y Romero (2016, p. 11), la Tabla 13 nos indica que si se llegará a presentar un aumento en la demanda final de uno de los tres sectores indicados, la producción correspondiente tiene que

incrementarse para lograr ese aumento, por lo consiguiente la demanda de insumos se verá incrementada, ocasionando un efecto de aumento en la producción de lo demás sectores; la suma de todos estos efectos se conoce como efecto multiplicador total.

La parte sombreada de la Tabla 13 indica los coeficientes técnicos correspondientes a la matriz de demanda intermedia, por lo que si se supone un incremento de una unidad monetaria en la demanda final del sector 3 (Actividades de Servicios), este incremento afectará la producción de este sector en la misma cantidad (una unidad monetaria), por lo que de acuerdo con la matriz de coeficientes técnicos (A) por cada aumento en una unidad de la producción se requieren producir insumos añadidos por 0.0715 en el sector de actividades primarias, 0.1359 en el sector de actividades industriales y 0.1365 en el sector de actividades de servicios; la suma de estos tres coeficientes involucra un aumento en la producción de 0.3439, requiriéndose insumos añadidos en menor medida dado que el monto adicional es menor, por lo que se necesitarán insumos adicionales en menor cantidad hasta que se termina el efecto.

Ahora, como ya se demostró antes, la matriz de Leontief (L) está dada por $(I - A)^{-1}$, que corresponde a la matriz de multiplicadores, es decir la matriz inversa de la diferencia entre la matriz identidad y la matriz de los coeficientes técnicos (A) correspondiente a la demanda intermedia (área sombreada); por lo que la matriz de multiplicadores (L), que nos indica el impacto de un aumento

en la demanda final de un sector sobre la producción tiene los valores presentados en la Tabla 14.

Tabla 14. Matriz de Multiplicadores (L) para la MIP 2013 Doméstica por tipo de actividad

Actividades	Matriz de Multiplicadores		
	Sector Primario	Sector Industrial	Sector de servicios
Sector Primario	1.0977	0.0442	0.0034
Sector Industrial	0.2209	1.3083	0.0857
Sector de servicios	0.1256	0.2096	1.1719
Totales efectos de arrastre	1.4442	1.5621	1.2609

Fuente: Elaboración propia con base en la Matriz Insumo-Producto de México a precios básicos de 2013 (INEGI, 2017).

Continuando con la metodología de Núñez y Romero (2016, p. 11), la Tabla 14 nos permite obtener la suma total de los efectos a partir de la suma de cada columna; es decir que para un aumento de una unidad monetaria en la columna del sector primario, se requiere un incremento de insumos de 1.0977 en el mismo sector, de 0.229 en el sector de actividades industriales y de 0.1256 en el sector de actividades de servicios, lo cual originaría un efecto total de arrastre de 1.442 unidades; por consiguiente, en el sector industrial se origina un efecto total de arrastre de 1.5621 unidades; y en el sector de servicios un efecto total de arrastre de 1.2609 unidades.

Para mostrar la metodología correspondiente se presenta un ejemplo para tres sectores, por lo que se parte de la Tabla 12 MIP 2013 agregada a tres sectores, doméstica por tipo de actividad, simplificada a valor agregado y producción total en valores de filas, así como demanda final y producción total en valores de columnas, la cual se presenta en la Tabla 15, de la siguiente manera:

Tabla 15. MIP 2013 agregada a tres sectores simplificada, doméstica por tipo de actividad, precios en millones de pesos a precios básicos de 2013

Actividades	Sector Primario	Sector Industrial	Sector de Servicios	Demanda Final	Producción total
Sector Primario	64,515	421,732	5,170	288,325	779,742
Sector Industrial	117,098	3,021,320	746,758	9,753,926	13,639,102
Sector de Servicios	55,740	1,853,896	1,805,456	9,508,711	13,223,804
Valor agregado	542,389	8,342,154	10,666,420	2,009,673	21,560,636
Producción total	779,742	13,639,102	13,223,804	21,560,636	49,203,284

Fuente: Elaboración propia con base en la Matriz Insumo-Producto de México a precios básicos de 2013 (INEGI, 2017).

Por lo que si consideramos para nuestro ejemplo un incremento del 2.02% en la demanda final del sector industrial (de 9,573,926 pasa a 9,950,956), el cual corresponde al incremento anual promedio de la demanda final de la industria eléctrica en el periodo 2013-2016 (SENER, 2017, p. 53), se tiene que la nueva demanda final está dada por el vector y^{nueva} :

$$y^{nueva} = \begin{bmatrix} 288,325 \\ 9,950,956 \\ 9,508,711 \end{bmatrix}$$

Por lo que al multiplicar la matriz de multiplicadores $L = (I - A)^{-1}$ por el vector de la nueva demanda final, se obtiene el impacto en la producción total de cada sector debido a un incremento en la demanda final:

$$x = \begin{bmatrix} 788,449 \\ 13,896,872 \\ 13,265,102 \end{bmatrix}$$

Como puede observarse un incremento del 2.02% en la demanda final del sector industrial impacta con un 1.12% de incremento en la producción total del sector primario, un 1.89% en mismo sector industrial y un 0.31% en el sector de servicios.

OBTENCIÓN DE MULTIPLICADORES DE VALOR AGREGADO

APLICACIÓN DEL MODELO DE PRECIOS PARA UNA VARIABLE EXÓGENA

En la evaluación de los multiplicadores de valor agregado aplicaremos el modelo de precios para una variable exógena, dado que con este modelo es posible determinar el impacto de cualquier componente del valor agregado, como se verá a continuación. Siguiendo con nuestro ejemplo, tomando los valores de la Tabla 15 para los tres sectores, haremos énfasis en el renglón denominado “valor agregado”, el cual corresponde a la suma de los valores de impuestos, importaciones y valor agregado, a lo que denominaremos fuerza laboral (L'), por lo que la tabla de precios de año base queda tal como se presenta en la Tabla 16.

Tabla 16. Tabla de Precios en millones de pesos a precios básicos de 2013, agregando en un solo insumo primario: fuerza laboral

Actividades	1	2	3	f₁	Producción total
1	64,515	421,732	5,170	288,325	779,742
2	117,098	3,021,320	746,758	9,753,926	13,639,102
3	55,740	1,853,896	1,805,456	9,508,711	13,223,804
Fuerza Laboral	542,389	8,342,154	10,666,420	2,009,673	21,560,636
Producción	779,742	13,639,102	13,223,804	21,560,636	

Fuente: Elaboración propia con base en la Matriz Insumo-Producto de México a precios básicos de 2013 (INEGI, 2017).

Obteniendo la matriz de coeficientes técnicos (A) para la parte sombreada de la Tabla 14, se tiene:

$$\text{Matriz } A = \begin{bmatrix} 0.0827 & 0.0309 & 0.0004 & 0.0134 \\ 0.1502 & 0.2215 & 0.0565 & 0.4524 \\ 0.0715 & 0.1359 & 0.1365 & 0.4410 \\ 0.6956 & 0.6116 & 0.8066 & 0.0932 \end{bmatrix}$$

Por lo que la matriz transpuesta es:

$$\text{Matriz } A' = \begin{bmatrix} \mathbf{0.0827} & \mathbf{0.1502} & \mathbf{0.0715} & 0.6956 \\ \mathbf{0.0309} & \mathbf{0.2215} & \mathbf{0.1359} & 0.6116 \\ \mathbf{0.0004} & \mathbf{0.0565} & \mathbf{0.1365} & 0.8066 \\ 0.0134 & 0.4524 & 0.4410 & 0.0932 \end{bmatrix}$$

Ahora, $(L^0)' = (I - A')^{-1}$ para los tres sectores indicados con negritas en la matriz anterior, entonces:

$$(L^0)' = (I - A')^{-1} = \begin{bmatrix} 1.0977 & 0.2209 & 0.1256 \\ 0.0442 & 1.3083 & 0.2096 \\ 0.0034 & 0.0857 & 1.1719 \end{bmatrix}$$

De los datos del año base 2013:

$$v_c^0 = \begin{bmatrix} 0.6956 \\ 0.6116 \\ 0.8066 \end{bmatrix}$$

Por lo que:

$$\tilde{p}^0 = (L^0)' v_c^0 = \begin{bmatrix} 1.0977 & 0.2209 & 0.1256 \\ 0.0442 & 1.3083 & 0.2096 \\ 0.0034 & 0.0857 & 1.1719 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0.6956 \\ 0.6116 \\ 0.8066 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1.0000 \\ 1.0000 \\ 1.0000 \end{bmatrix}$$

Esto reproduce los precios índices del año base 2013, tal como se esperaba.

Ahora, suponiendo de manera aleatoria para ilustrar el ejemplo, un incremento de precios en el sector 2 (Actividades Industriales, que es donde se ubica el sector 221 Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica) de un 30%, el cual puede deberse a un incremento en impuestos, importaciones o cualquier componente del valor agregado, tenemos un aumento de 0.6116 a 0.7951, mientras que los precios de los sectores 1 y 3 permanecen sin cambios, por lo que el vector de los nuevos costos es:

$$v_c^1 = \begin{bmatrix} 0.6956 \\ \mathbf{0.7951} \\ 0.8066 \end{bmatrix}$$

Y por lo tanto:

$$\tilde{p}^0 = (L^0)' v_c^1 = \begin{bmatrix} 1.0977 & 0.2209 & 0.1256 \\ 0.0442 & 1.3083 & 0.2096 \\ 0.0034 & 0.0857 & 1.1719 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0.6956 \\ \mathbf{0.7951} \\ 0.8066 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1.0405 \\ 1.2401 \\ 1.0157 \end{bmatrix}$$

Relativo a los precios del índice original, el precio del sector 1 se incrementó a 1.0405 (un aumento del 4.05 %), el precio del sector 2 se incrementó a 1.2401 equivalente a un 24 % y el precio del sector 3 se incrementó a 1.0157 es decir en un 1.57 %.

OBTENCIÓN DE MULTIPLICADORES DE EMPLEO

Dentro del análisis de multiplicadores, es de gran relevancia determinar los efectos económicos originados por un aumento en la demanda final medidos por las variaciones en los ingresos de los hogares y los empleos creados. Un planteamiento directo consiste en simplemente convertir los

elementos de la matriz L en pesos de empleo usando coeficientes de trabajo, ya sea en términos monetarios, equivalentes a los salarios ganados por unidad de producto; o en modo físico, es decir persona-años o mediante alguna medida de ese tipo, por unidad de producto (Miller y Blair, 2009, p. 250).

Para el caso de términos monetarios, expresamos mediante un vector de fila $h' = [z_{n+1,1}, \dots, a_{n+1,n}]$, por lo que es indispensable que los elementos de la matriz L (inversa de Leontief) sean transformados en términos de remuneraciones salariales a través de los coeficientes de insumo laboral. En consecuencia, a través de la información de transacciones se obtiene el vector h' que indica las remuneraciones salariales por cada unidad de valor bruto de la producción del sector i (Miller y Blair, 2009, p. 250; Valdéz, 2014, p. 109), es decir el vector de requerimientos de trabajo por unidad de producto de cada sector de la economía total.

Para obtener el vector de fila h' utilizamos los datos contenidos en la Tabla 15 y agregamos los datos correspondientes a remuneración de los asalariados indicados en la matriz simétrica de Insumo-Producto, producto a producto, economía total, origen doméstico e importado, a precios básicos de 2013 para 19 subsectores, publicada por el INEGI (2017), la cual para este ejemplo se presenta de forma agregada a tres sectores en la Tabla 17.

Tabla 17. MIP 2013 agregada a tres sectores simplificada, doméstica por tipo de actividad incluyendo remuneración de los asalariados precios en millones de pesos a precios básicos de 2013

Actividades	Sector Primario	Sector Industrial	Sector de Servicios	Demanda Final	Producción total
Sector Primario	64,515	421,732	5,170	288,325	779,742
Sector Industrial	117,098	3,021,320	746,758	9,753,926	13,639,102
Sector de Servicios	55,740	1,853,896	1,805,456	9,508,711	13,223,804
Valor agregado	542,389	8,342,154	10,666,420	2,009,673	21,560,636
Producción total	779,742	13,639,102	13,223,804	21,560,636	49,203,284
Remuneración de los asalariados	82,001	1,200,923	3,259,929	2,009,673	21,560,636

Fuente: Elaboración propia con base en la Matriz Insumo-Producto de México a precios básicos de 2013 (INEGI, 2017).

El vector de coeficientes técnicos sectoriales de ingresos (\mathbf{h}') está dado por la división del renglón de remuneración de los asalariados entre la producción total, es decir:

$$\mathbf{h}' = [0.105165 \quad 0.088050 \quad 0.246520]$$

En general (Miller y Blair, 2009, p. 251), el multiplicador simple de ingresos del hogar para el sector j , denominada así debido al hecho de que estos multiplicadores son obtenidos utilizando elementos de la matriz \mathbf{L} , con hogares exógenos y expresado como $\mathbf{m}(\mathbf{h})_j$, está dado por:

$$\mathbf{m}(\mathbf{h})_j = \sum_{i=1}^n a_{n+1,i} l_{ij} \quad \dots (4.1)$$

Por lo que multiplicando el vector \mathbf{h}' por la matriz de multiplicadores:

$$[0.105165 \quad 0.088050 \quad 0.246520] * \begin{bmatrix} 1.097702 & 0.044191 & 0.003387 \\ 0.220870 & 1.308282 & 0.085661 \\ 0.125646 & 0.209605 & 1.171884 \end{bmatrix}$$

Obtenemos la matriz del multiplicador simple de ingresos para el hogar para los tres sectores de nuestro ejemplo:

$$\mathbf{m}(\mathbf{h}) = [0.165861 \quad 0.171513 \quad 0.296791]$$

Estos valores obtenidos de los multiplicadores indican claramente que para obtener una unidad extra de demanda final disponible, el insumo del sector trabajo debe ser mayor al correspondiente al efecto directo (en el caso del sector primario el efecto directo sería 0.105165) ya que el multiplicador incluye los efectos indirectos capturados por la matriz inversa de Leontief.

Con frecuencia se determina la relación de los valores resultantes (aumentos) con los valores iniciales mediante la estandarización de los multiplicadores simples, por lo que se divide cada uno ellos entre el valor remuneración de los asalariados para el sector. Esto se realiza mediante la construcción de una matriz diagonal \mathbf{h}'_d en la cual los elementos del vector \mathbf{h}' conforman la diagonal principal. Estos multiplicadores estandarizados son denominados *Multiplicadores de empleo Tipo I* (Fabris, 2016, p. 216), y la matriz diagonal está dada por:

$$\mathbf{h}'_d = \begin{bmatrix} 9.508888 & 0.000000 & 0.000000 \\ 0.000000 & 11.357184 & 0.000000 \\ 0.000000 & 0.000000 & 4.056470 \end{bmatrix}$$

Por lo que los multiplicadores de empleo Tipo I, $\mathbf{m}(\mathbf{h})$, están dados por:

$$[0.165861 \quad 0.171513 \quad 0.296791] * \begin{bmatrix} 9.508888 & 0.000000 & 0.000000 \\ 0.000000 & 11.357184 & 0.000000 \\ 0.000000 & 0.000000 & 4.056470 \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{m}(\mathbf{h})_I = [1.577157 \quad 1.947909 \quad 1.203925]$$

El valor consignado para cada sector indica la proporción del incremento de empleo con base en el requerimiento de trabajo original del sector que se necesita para obtener una unidad monetaria extra de demanda final en ese sector. Observándose que el sector con mayor multiplicador de empleo corresponde al sector industrial.

El ejemplo anterior muestra el empleo del modelo abierto de Leontief para estimar los multiplicadores de empleo, para el caso de aplicar el modelo cerrado de Leontief se obtienen los multiplicadores totales de empleo. El procedimiento es similar a las del multiplicador simple, utilizando la matriz \mathbf{L}_c en vez de la matriz \mathbf{L} el vector \mathbf{h} ampliado en el cual se incluye al sector laboral y se expresa como \mathbf{h}_c .

Para obtener el efecto en la remuneración de los asalariados originado por un incremento en la demanda final de cierto sector partimos de la ecuación (3.17):

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

Ahora, para el caso del empleo, según indica Sasigain (1996, p. 223) en su estudio de multiplicadores de empleo para el País Vasco, y partiendo de la ecuación (3.17) se puede expresar lo siguiente:

$$E = \hat{L} (I - A)^{-1} y = My \quad \dots (4.2)$$

Donde E es el empleo, \hat{L} es el vector de coeficientes sectoriales de empleo (con elemento i siendo $l_i = e_i/x_i$, de empleo dividido entre la producción efectiva sectorial) y se emplea el símbolo $\hat{}$ para indicar la diagonalización del vector. Los denominados *multiplicadores totales de empleo* M se obtiene mediante la multiplicación de la matriz diagonal de coeficientes de empleo por la matriz inversa de Leontief, la cual de acuerdo con este autor se expresa como:

$$M = \begin{bmatrix} m_{11} & m_{12} & \dots & m_{1n} \\ m_{21} & m_{22} & \dots & m_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ m_{n1} & m_{n2} & \dots & m_{nn} \end{bmatrix}$$

Donde el empleo total demandado en el sector i para que el sector j adicione una unidad de producción en la demanda final está expresado por el elemento $m_{ij} = l_i b_{ij}$. De tal forma que, la fila i indica el modo en que el empleo es generado en el sector i debido a la actividad demandada en el resto de la economía, y su suma total, denominada *multiplicador fila*, presenta el aumento total del empleo en ese sector i ante aumentos unitarios en la demanda final de la economía. Ahora, la manera en que la

actividad producida por el sector j origina empleo en los otros sectores de la economía está indicada en las columnas. Por lo tanto, el empleo total originado en la economía debido a incrementos unitarios en la demanda final de cierto sector está indicado por los multiplicadores de empleo, es decir el *multiplicador columna*. Por consiguiente, la manera en que el empleo se origina debido a la participación de cada uno de los sectores y a la distribución de la producción al interior de cada sector de la economía se puede describir mediante la matriz M .

La medición del impacto inicial sobre el empleo de un sector de incrementos exógenos en la demanda de este sector está dada por los elementos del vector \bar{L} , a los que se les denomina *multiplicadores directos* de empleo; por lo que la diferencia entre M y \bar{L} proporciona la medición de los efectos indirectos.

La matriz A está estructurada comúnmente solamente por los coeficientes técnicos internos, debido a que al interés puesto en los efectos interiores en la economía que se analiza, no obstante de igual forma, la matriz A puede establecerse de forma más amplia al incluir todos los bienes intermedios, tanto los nacionales como los de fabricación exterior. Bajo esta condición los multiplicadores se aplicarían también en la medición del empleo originado en los países de los cuales se importan los bienes

intermedios, es decir los denominados *multiplicadores globales* de empleo.

En consecuencia, las necesidades de empleo, sus interacciones y su relevancia relativa a los diferentes sectores de un sistema económico pueden ser detalladas con mayor precisión por la matriz M y el vector \bar{L} .

Siguiendo con nuestro ejemplo para el caso de tres sectores, el vector de coeficientes sectoriales de empleo está dado por:

$$h' = [0.105165 \quad 0.088050 \quad 0.246520]$$

por lo que la matriz diagonal de coeficientes de empleo está dada por:

$$\bar{L} = \begin{bmatrix} 0.105165 & 0.000000 & 0.000000 \\ 0.000000 & 0.088050 & 0.000000 \\ 0.000000 & 0.000000 & 0.246520 \end{bmatrix}$$

Por lo tanto la matriz M de multiplicadores totales de empleo, que está dada por la multiplicación de $\bar{L} (I - A)^{-1}$, resulta:

$$\begin{bmatrix} 0.105165 & 0.000000 & 0.000000 \\ 0.000000 & 0.088050 & 0.000000 \\ 0.000000 & 0.000000 & 0.246520 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} 1.097702 & 0.044191 & 0.003387 \\ 0.220870 & 1.308282 & 0.085661 \\ 0.125646 & 0.209605 & 1.171884 \end{bmatrix}$$

Cuyos valores son:

$$M = \begin{bmatrix} 0.115440 & 0.004647 & 0.000356 \\ 0.019448 & 0.115194 & 0.007542 \\ 0.030974 & 0.051672 & 0.288893 \end{bmatrix}$$

La suma de las columnas, es decir el empleo total generado en la economía ante aumentos unitarios de la demanda final de ese sector, está dada por el siguiente vector:

$$m(h) = [0.165861 \quad 0.171513 \quad 0.296791]$$

Que obtuvimos anteriormente como matriz del multiplicador simple de ingresos para el hogar. Para determinar el efecto de un incremento del 2.02% en la demanda final del sector industrial, tenemos que los datos originales de demanda final y remuneración de asalariados para cada sector son los mostrados en la Tabla 18:

Tabla 18. Demanda final y remuneración por asalariados, MIP 2013 agregada a tres sectores, doméstica por tipo de actividad, precios en millones de pesos a precios básicos de 2013

Sector	Demanda final	Remuneración por asalariados
Primario	288,325	82,001
Industrial	9,753,926	1,200,923
De Servicios	9,508,711	3,259,929

Fuente: Elaboración propia con base en la Matriz Insumo-Producto de México a precios básicos de 2013 (INEGI, 2017).

Por lo que si queremos comprobar la validez de la ecuación (4.2):

$$E = \hat{L} (I - A)^{-1} y = My$$

Bastará con multiplicar la matriz M obtenida por la demanda final, es decir:

$$\begin{bmatrix} 0.115440 & 0.004647 & 0.000356 \\ 0.019448 & 0.115194 & 0.007542 \\ 0.030974 & 0.051672 & 0.288893 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} 288,325 \\ 9,753,926 \\ 9,508,711 \end{bmatrix}$$

Y el resultado nos arroja la remuneración por asalariados, por lo que para obtener el incremento de este valor originado por un incremento del 2.02% en la demanda final del sector industrial multiplicamos la matriz M por el vector modificado de demanda final:

$$\begin{bmatrix} 0.115440 & 0.004647 & 0.000356 \\ 0.019448 & 0.115194 & 0.007542 \\ 0.030974 & 0.051672 & 0.288893 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} 288,325 \\ 9,950,956 \\ 9,508,711 \end{bmatrix}$$

Resultando en los valores de remuneración por asalariados para cada sector mostrados en la Tabla 19, en la cual se indican los porcentajes de incremento:

Tabla 19. Impacto en la remuneración por asalariados de cada sector de un incremento del 2.02% en la demanda final del sector industrial MIP 2013 agregada a tres sectores, doméstica por tipo de actividad, precios en millones de pesos a precios básicos de 2013

Sector	Nueva Remuneración por asalariados	Incremento en porcentaje
Primario	82,917	1.12%
Industrial	1,223,620	1.89%
De Servicios	3,270,110	0.31%

Fuente: Elaboración propia con base en la Matriz Insumo-Producto de México a precios básicos de 2013 (INEGI, 2017).

CÁLCULO DE ÍNDICES DE RASMUSSEN.

Siguiendo con nuestro ejemplo y aplicando la parte teórica expuesta en el capítulo 3.1 a los valores de la Tabla 14 Matriz de Multiplicadores para la MIP 2013 Doméstica por tipo de actividad, se obtienen los valores de los índices de

Rasmussen para los tres sectores de actividades, los cuales se muestran en la Tabla 20.

Tabla 20. Índices de Rasmussen para la MIP 2013 Doméstica por tipo de actividad

Actividades	Matriz de Multiplicadores			Totales efectos de dispersión	Índice de dispersión
	Actividades primarias	Actividades industriales	Actividades de servicios		
Actividades primarias	1.0977	0.0442	0.0034	1.1453	0.8052
Actividades industriales	0.2209	1.3083	0.0857	1.6148	1.1353
Actividades de servicios	0.1256	0.2096	1.1719	1.5071	1.0596
Totales efectos de arrastre	1.4442	1.5621	1.2609	4.2672	
Efecto medio:				1.4224	
Índice de arrastre:	1.0153	1.0982	0.8865		

Fuente: Elaboración propia con base en la Matriz Insumo-Producto de México a Precios básicos de 2013 (INEGI, 2017).

Aplicando los criterios mostrados en el capítulo 3.1 (Tabla 7), se obtiene la identificación de sectores contenida en Tabla 21.

Tabla 21. Clasificación de Sectores de la MIP 2013 Doméstica por tipo de actividad

Actividades	Índice de Arrastre	Índice de Dispersión	Sectores Claves	Sectores Impulsores	Sectores estratégicos	Sectores Independientes
Actividades primarias	1.0153	0.8052		●		
Actividades industriales	1.0982	1.1353	●			
Actividades de servicios	0.8865	1.0596			●	

Fuente: Elaboración propia con base en la Matriz Insumo-Producto de México a precios básicos de 2013 (INEGI, 2017).

Como se puede observar, para este ejemplo de agregación de los tres sectores principales de la economía de México, de acuerdo con los datos de la MIP 2013 Doméstica por tipo de actividad a precios básicos de 2013, el sector primario se identifica como un sector impulsor, dado que su índice de arrastre es mayor a uno (por arriba de la media); el sector secundario se clasifica como un sector clave debido a que sus índices de arrastre y de dispersión son mayores a uno; y el sector terciario como un sector estratégico dado que su índice de dispersión es mayor a uno.

4.3 APLICACIÓN DEL MODELO DE PRECIOS

APLICACIÓN PARA UNA VARIABLE ENDÓGENA

Ahora, ampliando el ejemplo anterior correspondiente a tres sectores, vamos a considerar un incremento en uno de los insumos correspondientes al sector 2, es decir, se supone el incremento en el precio de una materia prima correspondiente a un sector endógeno (como pudiera ser el incremento en el subsector 324 *Fabricación de productos derivados del petróleo y el carbón*, el cual se tendrá que convertir en un sector exógeno para poder simular el impacto que generaría el incremento en el precio de dicho insumo. Vamos a considerar los datos de la Tabla 15.

Si como ya mencionamos, se considera que el Sector de Actividades 2 incluye la producción de algún insumo cuyo precio se incrementa, entonces, la conversión de este sector de endógeno a exógeno modifica la Tabla 15 de la siguiente manera, el sector industrial se convierte en un sector de pago y el

consumo en dicho sector pasa a formar parte de la demanda final, tal como se muestra en la Tabla 22.

Tabla 22. Tabla Agregada a dos sectores, precios en millones de pesos a precios básicos de 2013

Actividades	Sectores		Demanda Final		Producción total
	1	3	Consumo en 2	Consumo final	
Sectores	1	3	Consumo en 2	Consumo final	
1	64,515	5,170	421,732	288,325	779,742
3	55,740	1,805,456	1,853,896	9,508,711	13,223,804
Gastos en 2	117,098	746,758	3,021,320	9,753,926	13,639,102
Pago a otros sectores	542,389	10,666,420	8,342,154	2,009,673	21,560,636
Valor agregado	659,487	11,413,178	11,363,473	11,763,599	
Pagos totales	779,742	13,223,804	13,639,102	21,560,636	

Fuente: Elaboración propia con base en la Matriz Insumo-Producto de México a precios básicos de 2013 (INEGI, 2017).

Ahora obtenemos la matriz de coeficientes técnicos A para los dos sectores (1 y 3) indicados con el área sombreada en la Tabla 23, es decir la proporción que cada uno tiene dentro de la suma total de pagos por columna, por lo que:

$$\text{Matriz } \mathbf{A} = \begin{bmatrix} 0.0827 & 0.0004 \\ 0.0715 & 0.1365 \end{bmatrix}$$

Calculando la matriz transpuesta:

$$\text{Matriz } \mathbf{A}' = \begin{bmatrix} 0.0827 & 0.0715 \\ 0.0004 & 0.1365 \end{bmatrix}$$

Ahora, $(L^0)' = (I - A')^{-1}$ para los dos sectores indicados en la matriz anterior, entonces:

$$(\mathbf{L}^0)' = (\mathbf{I} - \mathbf{A}')^{-1} = \begin{bmatrix} 1.0902 & 0.0903 \\ 0.0005 & 1.1582 \end{bmatrix}$$

De los datos del año base 2013, considerando los valores de gastos en 2 y pagos a otros sectores, es decir, el Vector \mathbf{v}_c^0 usado para denotar la proporción del valor agregado inicial respecto a la producción se conformaría de la siguiente manera:

$$\mathbf{v}_c^0 = \begin{bmatrix} 0.1502 \\ 0.0565 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0.6956 \\ 0.8066 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.8458 \\ 0.8631 \end{bmatrix}$$

Por lo que:

$$\tilde{\mathbf{p}}^0 = (\mathbf{L}^0)' \mathbf{v}_c^0 = \begin{bmatrix} 1.0902 & 0.0903 \\ 0.0005 & 1.1582 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} 0.8458 \\ 0.8631 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1.0000 \\ 1.0000 \end{bmatrix}$$

Ahora consideremos un incremento del 40% en el precio de algún insumo del sector 2 (por ejemplo el subsector 324 *Fabricación de productos derivados del petróleo y el carbón*), por lo que se desea conocer el impacto que generaría en el precio de los bienes producidos en los sectores 1 y 3, es decir dado que la condición original en la cual se contempla el precio del insumo en el sector 2 (ahora convertido en exógeno al forma parte del valor agregado) es de un valor unitario, ahora se va obtener el impacto que tendría el que el precio de 2 pase a ser 1.4, lo cual se incrementa en la misma proporción el valor agregado inducido por el insumo del sector 2, por lo que el nuevo vector \mathbf{v}_c^1 tendría el siguiente valor:

$$\mathbf{v}_c^1 = \begin{bmatrix} 0.2102 \\ 0.0791 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0.6956 \\ 0.8066 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.9058 \\ 0.8857 \end{bmatrix}$$

Por lo que:

$$\tilde{p}^0 = (L^0)' v_c^1 = \begin{bmatrix} 1.0902 & 0.0903 \\ 0.0005 & 1.1582 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} 0.9058 \\ 0.8857 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1.0675 \\ 1.0262 \end{bmatrix}$$

Con relación a precios del índice original, el precio del sector 1 se incrementó a 1.0675 (un aumento del 6.75 %), y el precio del sector 3 se incrementó a 1.0262 equivalente a un 2.62 %.

4.4 APLICACIÓN DE LA TABLA INSUMO-PRODUCTO EN EL ANÁLISIS MULTISECTORIAL DEL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA

La energía requerida de forma directa e indirecta para la producción de una unidad de bienes o servicios de la demanda final se denomina *intensidad de energía primaria total*. Asimismo, es posible sumar la energía requerida en cada paso del proceso de producción para determinar el costo total de energía de bienes y servicios particulares. *La intensidad energética* y los *costos de energía* son utilizado de forma indistinta en este tipo de análisis (Bullard et al., 1976, p. 3). La energía directa se refiere a la utilizada directamente en el proceso de producción de ese sector; por su parte, la energía indirecta de un sector económico comprende toda la energía que se necesita para la producción y entrega de los bienes y servicios que se utilizan en el proceso de producción. En algunas investigaciones, el análisis Insumo-Producto es utilizado para determinar la energía primaria total para la producción de una demanda final, estos requerimientos de energía primaria también son expresados como *requerimientos de energía acumulados*, *requerimientos de energía total*, o *energía incorporada para la demanda final* (Wilting, 1996, p. 28).

Considerando lo antes expuesto para la energía incorporada para la demanda final, podemos realizar un análisis semejante para la energía eléctrica, por lo que de acuerdo con Arreola-Marroquín y Ríos (2017, p. 60) dentro de un sistema económico la participación de la energía eléctrica expone interrogantes fundamentales, tales como el impacto de los precios en la capacidad productiva interna, en el valor agregado, en el empleo, en el consumo y lo más importante, en su crecimiento y bienestar a largo plazo. Por otra, de forma similar, el consumo conveniente y factible de la energía eléctrica es imprescindible para el avance de la economía y bienestar de la sociedad de un país; las circunstancias en la actualidad demandan una mejora en los procesos de producción y consumo del fluido eléctrico, a fin de asegurar sustentabilidad en el desarrollo económico, cumpliendo con los requerimientos de suministro por medio del uso racional de los recursos y tecnologías (SENER, 2011, p. 8).

El Sector eléctrico, hoy en día, se ubica como uno de los elementos preponderantes para el desarrollo de los países. La industria, por ende la producción nacional, requiere de energía para para satisfacer la demanda de los clientes, el combate a la pobreza y el progreso en la calidad de vida requieren de energía. El sector eléctrico es prioridad en muchos países, por ello en los próximos años, es necesario encarar retos como: 1) Satisfacer el incremento en la demanda de energía y 2) Disminuir su efecto en el medio ambiente; la eficiencia energética permite facilita superar ambos desafíos, debido a lo cual es fundamental determinar cuáles son los principales sectores en el consumo de electricidad, por un lado en relación a la demanda y por otro

referente a la oferta de electricidad. El valor de esta cuantificación consiste en determinar las diferentes cantidades de energía demandada por cada uno de los sectores de mayor consumo (Patiño, 2008, p. 1).

Un análisis multisectorial del consumo de energía eléctrica facilita la aplicación de indicadores de eficiencia energética, los cuales son un instrumento valioso para describir a detalle como el uso de la energía eléctrica es afectada por ciertos factores en los diferentes sectores de la economía, a la vez que facilitan identificar procesos en los cuales existen áreas de oportunidad en la mejora de la eficiencia energética y el alcance de ahorro por sector; por otra parte, suministran conocimiento, a partir de un punto de vista social tal como la igualdad, en el ingreso y distribución de los recursos energéticos. Eficiencia energética se define como:

“Todas las acciones que conllevan a una reducción económicamente viable, de la cantidad de energía que se requiere para satisfacer las necesidades energéticas de los servicios y bienes que demanda la sociedad asegurando un nivel de calidad igual o superior” (DOF, 2015, p. 1)

Del mismo modo que se expresa con bienes productivos (tales como capital, trabajo, recursos naturales, entre otros), la eficiencia en el ámbito de la energía eléctrica vincula la correspondencia entre el resultado obtenido mediante el uso de los recursos, en este caso energéticos, utilizados para su logro. En términos macroeconómicos, la eficiencia en el consumo de energía eléctrica se analiza a

través del consumo de electricidad, que se calcula como el cociente entre el consumo de energía eléctrica y su producto interior bruto (PIB). Es decir, muestra la cantidad de energía eléctrica necesaria para producir una unidad de PIB en la economía (Energía y Sociedad, 2018).

Siguiendo de forma similar para la energía eléctrica el análisis realizado por Hartner (2013, p. 110), podemos expresar la intensidad del consumo de electricidad como:

$$CEE_j^t = \frac{EEF_j^t}{X_j} \quad \dots (4.3)$$

Dónde CEE_j^t es el consumo de energía eléctrica del suministrador t para el sector j en (kW/pesos), EEF_j^t es el uso final de energía eléctrica del suministrador t para el sector j en (kW/año) y X_j es la producción total del sector j en (Pesos/año). Ahora la matriz inversa de Leontief $(I - A)^{-1}$ es conocida como la matriz de requerimientos totales, por lo que se puede expresar como R de la siguiente manera:

$$R = \hat{e} \cdot (I - A)^{-1} = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ r_{n1} & r_{n2} & \dots & r_{nn} \end{bmatrix} \quad \dots (4.4)$$

Al multiplicar el inverso de Leontief por una matriz diagonal por el consumo de energía eléctrica de las industrias en la diagonal, obtenemos una matriz que contiene los requisitos totales (producción total) de

energía eléctrica para la producción de una unidad para la demanda final. Las columnas contienen la entrada de energía eléctrica a lo largo de la cadena de suministro de un producto y la suma de las columnas indica las entradas totales de energía eléctrica para producir una unidad de un producto industrial para la demanda final.

$$REE = \hat{e} \cdot (I - A)^{-1} = \begin{bmatrix} r_{11}e_1 & r_{12}e_1 & \dots & r_{1n}e_1 \\ r_{21}e_2 & r_{22}e_2 & \dots & r_{2n}e_2 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ r_{n1}e_n & r_{n2}e_n & \dots & r_{nn}e_n \end{bmatrix} \quad \dots (4.5)$$

Donde **REE** son los requerimientos totales de energía eléctrica, \hat{e} matriz diagonal con el consumo de energía eléctrica de las industrias en la diagonal y $(I - A)^{-1}$ es la matriz inversa de Leontief.

Junto con la ecuación original para la producción total, obtenemos el requerimiento total de energía eléctrica para la economía en función de la demanda final.

$$REE = \hat{e} \cdot (I - A)^{-1} \cdot y \quad \dots (4.6)$$

Al multiplicar la demanda como una matriz diagonal, se obtiene un vector de los requerimientos totales de energía eléctrica para el consumo de productos producidos por todas las industrias dentro de un año.

$$REE_{pg} = \hat{e} \cdot (I - A)^{-1} \cdot \hat{y} \quad \dots (4.7)$$

Tomemos como ejemplo los datos correspondientes a tres sectores (Tabla 15) y siguiendo la metodología indicada en el Capítulo 3 de marco teórico, ahora incluimos la fila correspondiente al consumo de energía eléctrica, agregada a tres sectores, de acuerdo con la información concerniente a la matriz simétrica de Insumo-Producto, producto a producto, economía total, origen doméstico e importado, a precios básicos de 2013 para 19 subsectores, publicada por el INEGI (2017), obteniendo la Tabla 23.

Tabla 23. MIP 2013 agregada a tres sectores simplificada, doméstica por tipo de actividad incluyendo consumo de energía eléctrica, precios en millones de pesos a precios básicos de 2013

Actividades	Sector Primario	Sector Industrial	Sector de Servicios	Demanda Final	Producción total
Sector Primario	64,515	421,732	5,170	288,325	779,742
Sector Industrial	117,098	3,021,320	746,758	9,753,926	13,639,102
Sector de Servicios	55,740	1,853,896	1,805,456	9,508,711	13,223,804
Valor agregado	542,389	8,342,154	10,666,420	2,009,673	21,560,636
Producción total	779,742	13,639,102	13,223,804	21,560,636	49,203,284
Consumo de energía eléctrica	6,404	174,008	101,947	80,209.537	362,568

Fuente: Elaboración propia con base en la Matriz Insumo-Producto de México a precios básicos de 2013 (INEGI, 2017).

Dado que las unidades de esta matriz Insumo-Producto están indicadas en millones de pesos, aplicaremos el análisis directamente sobre estos datos, teniendo en cuenta que los resultados obtenidos se manejan en porcentajes de cantidades en millones de pesos. La matriz diagonal con el consumo de energía

eléctrica de está dada por la división del renglón de consumo de energía eléctrica entre la producción total, es decir:

$$\hat{e} = \begin{bmatrix} 0.01686 & 0.00000 & 0.00000 \\ 0.00000 & 0.01443 & 0.00000 \\ 0.00000 & 0.00000 & 0.00951 \end{bmatrix}$$

Ahora la matriz inversa de Leontief, obtenida anteriormente para tres sectores, está dada por:

$$L = (I - A)^{-1} = \begin{bmatrix} 1.097702 & 0.044191 & 0.003387 \\ 0.220870 & 1.308282 & 0.085661 \\ 0.125646 & 0.209605 & 1.171884 \end{bmatrix}$$

Entonces calculando la matriz de multiplicadores de consumo de electricidad, $\hat{e} \cdot (I - A)^{-1}$, se tiene:

$$\hat{e} \cdot (I - A)^{-1} = \begin{bmatrix} 0.009015 & 0.000363 & 0.000028 \\ 0.002828 & 0.016691 & 0.001093 \\ 0.000969 & 0.001616 & 0.009034 \end{bmatrix}$$

Que corresponde a la matriz de multiplicadores de energía eléctrica, por lo que incluyendo la demanda final, a fin de verificar la aplicación de la ecuación (4.7) en los datos de Insumo-Producto:

$$REE_{pg} = \hat{e} \cdot (I - A)^{-1} \cdot \hat{y}$$

Se obtiene lo siguiente:

$$REE_{pg} = \begin{bmatrix} 0.009015 & 0.000363 & 0.000028 \\ 0.002828 & 0.016691 & 0.001093 \\ 0.000969 & 0.001616 & 0.009034 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} 288,325 \\ 9,753,926 \\ 9,508,711 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 6,404 \\ 174,008 \\ 101,947 \end{bmatrix}$$

El resultado nos indica que los valores obtenidos de consumo de electricidad concuerdan con los presentados en la Tabla 23. Ahora, si quisiéramos conocer el incremento en el consumo de electricidad debido a cierto incremento, para este caso el 20% en cierto sector, tomaremos el Sector industrial, bastará con incrementar la demanda final de este sector con el valor propuesto (se incrementa a \$11, 704, 711 millones de pesos), y premultiplicar por la matriz de requerimientos totales de energía eléctrica para obtener el aumento en el consumo de energía eléctrica en todos los sectores, es decir:

$$\begin{bmatrix} 0.018508 & 0.000745 & 0.000057 \\ 0.003188 & 0.018882 & 0.001236 \\ 0.001195 & 0.001993 & 0.011144 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} 288,325 \\ 11,704,711 \\ 9,508,711 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 14,601 \\ 233,685 \\ 129,636 \end{bmatrix}$$

Por lo que comparando con el consumo total de energía eléctrica sin incremento, se tendría el impacto presentado en la Tabla 24:

Tabla 24. Impacto en el consumo de electricidad de un incremento del 20% en la demanda final del sector industrial MIP 2013 agregada a tres sectores, doméstica por tipo de actividad, precios en millones de Pesos a precios básicos de 2013

Sector	Nuevo consumo de electricidad	Incremento en porcentaje
Primario	288,325	11.06%
Industrial	11,704,711	18.71%
De Servicios	9,508,711	3.09%

Fuente: Elaboración propia con base en la Matriz Insumo-Producto de México a Precios básicos de 2013 (INEGI, 2017).

Es decir, un incremento del 20% de la demanda en el sector industrial impactaría con un 11.05% en el consumo de electricidad del sector primario, con un 18.71% en el sector secundario y con un 3.09% en el sector terciario.

Cabe resaltar que la industria eléctrica en México, en comparación con otros países, se puede considerar *atípica*, dado que las tarifas aplicadas no tienen una relación directa con el origen de la electricidad, es decir la tarifa es indistinta de una generación obtenida mediante petróleo, gas, carbón, agua, viento, sol o vapor endógeno, entre otras. Existen al menos 28 tipos de tarifas, las cuales se presentan de manera agregada por sector tarifario en la Tabla 25 a fin de asegurar este pronunciamiento. Esta situación dificulta en demasía obtener una Matriz Insumo-Producto de electricidad en México basada en las fuentes de generación, por lo que se considera como un tema de investigación a futuro. Asimismo, una matriz Insumo-Producto de electricidad no tendría una aplicación importante, considerando las características de las tarifas eléctricas aplicadas actualmente.

**Tabla 25. Precios medios de energía eléctrica por tarifa año 2013
(Centavos por kilowatts-hora)**

Tipo de Tarifa	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Precio medio anual
Total	158.2	154.89	148.93	147.41	151.06	153.47	147.23	147.94	146.79	151.22	160.65	164.73	152.71
Residencial	127.61	128.12	121.64	121.53	114.54	105.96	106.23	107.81	106.59	105.78	117.92	128.45	116.02
Servicios	218.45	218.63	220.27	220.03	221.59	246.79	223.37	224.95	227.56	227.6	229.53	232.08	225.90
Comercial	294.92	296.51	292.23	294.12	286.73	298.51	295.95	292.68	294.09	291.03	298.38	300.08	294.60
Agrícola	69.87	60.93	55.47	55.73	56.3	61.4	52.21	50.66	48.39	51.72	62.45	18.77	53.66
Industrial	156.18	152.61	146.95	146.93	157.6	157.15	152.73	153.76	151.68	156.98	163.13	166.58	155.19
Empresa mediana	170.68	168.39	163.11	159.84	169.87	170.02	165.13	166.4	163.93	168.42	176.36	180.57	168.56
Gran industria	133.09	126.61	122.18	125.24	135.64	133.64	130.24	131.35	129.66	136.41	139.8	141.87	132.14

Fuente: Sistema de Información Energética con información de CFE, incluye Extinta LyFC (SENER, 2018)

CAPÍTULO 5. ANÁLISIS DE RESULTADOS

5.1 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DESCRIPTIVO DE LA INDUSTRIA ELÉCTRICA EN MÉXICO

Con la finalidad de conocer a detalle la estructura económica del sector o subsector que se está estudiando es indispensable realizar un análisis estadístico descriptivo de éste, por lo que elaborar una tabla de los insumos (o consumos que toma de cada subsector) el subsector *de Generación, transmisión y distribución de la energía eléctrica*, identificado con el código 211 en la Matriz simétrica de Insumo producto, Producto a producto / Economía total / Origen doméstico e importado / Subsector SCIAN / Millones de pesos a precios básicos del Sistema de Cuentas Nacionales de México de la Matriz de Insumo Producto 2013, publicado por el INEGI (2017), nos permitirá obtener los porcentajes de insumos y al ordenarlos de mayor a menor se logra identificar, para cada subsector, el valor de la significancia y la magnitud del efecto de arrastre o impacto, así como lo correspondiente a valor agregado y generación de empleo.

De igual forma al elaborar una tabla del consumo (distribución) que el subsector 221 *Generación, transmisión y distribución de la energía eléctrica* reparte o distribuye a cada subsector de la economía nacional, nos permitirá identificar y presentar el orden de significancia de cada subsector en el uso de la energía eléctrica, así como el efecto de dispersión con relación al consumo de este servicio.

La Tabla 26 muestra el flujo de insumos que toma el subsector 221 *Generación, Transmisión y distribución de energía eléctrica* de cada sector, tanto en montos en millones de pesos, a precios básicos de 2013 como en proporción en porcentaje de los 10 principales subsectores proveedores, ordenados de mayor a menor.

Tabla 26. Flujo de insumos que toma el subsector 221 *Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica* de los 10 principales subsectores que lo proveen, monto en millones de pesos, a precios básicos de 2013, y proporción en porcentaje

No.	CÓDIGO CLASE SCIAN	SUBSECTOR	MONTO	PORCENTAJE
1	324	Fabricación de productos derivados del petróleo y del carbón	82,496.779	46.05%
2	325	Industria química	25,923.949	14.47%
3	335	Fabricación de accesorios, aparatos eléctricos...	16,715.085	9.33%
4	212	Minería de minerales metálicos y no metálicos, excepto petróleo y gas	13,323.771	7.44%
5	431	Comercio al por mayor de abarrotes, alimentos, bebidas, hielo y tabaco	12,427.325	6.94%
6	484	Autotransporte de carga	2,949.752	1.65%
7	541	Servicios profesionales, científicos y técnicos	2,945.092	1.64%
8	461	Comercio al por menor de abarrotes, alimentos, bebidas, hielo y tabaco	2,743.212	1.53%
9	561	Servicios de apoyo a los negocios	2,539.884	1.42%
10	238	Trabajos especializados para la construcción	2,465.597	1.38%
			Subtotal	91.85%

Fuente: Elaboración propia con base en la Matriz Insumo-Producto de México a precios básicos de 2013 (INEGI, 2017).

El subsector 221 compra insumos provenientes de solo 47 subsectores, de los cuales el mayor porcentaje corresponde al subsector 324 Fabricación de productos derivados del petróleo y el carbón con un 46.05%, lo cual se puede explicar a través del tipo de fuentes de generación que conforman la industria eléctrica nacional, en las cuales prevalecen el uso de gas natural, combustóleo y carbón como combustibles para generar energía eléctrica. Por lo que, un aumento en la demanda final de generación de energía eléctrica, siguiendo la estructura actual de la industria eléctrica, impactaría principalmente en la producción de los 10 subsectores mostrados en la Tabla 26, dado que representan el 91.85% de los insumos que toma el subsector 221. Esto se explicará con más detalle y precisión al presentar el análisis de multiplicadores correspondientes al subsector 221.

Por otra parte, la Tabla 27 muestra la distribución de energía eléctrica, en millones de pesos, para los 16 principales subsectores de la economía de México, en los cuales el porcentaje de participación va desde el 10.35 % hasta el 2.02%, y el principal subsector impactado es el correspondiente a Comercio al por menor de abarrotes, alimentos, bebidas, hielo y tabaco con el mayor porcentaje de demanda. Estos 16 subsectores con porcentajes mayores al 2% representan el 71.17% de la demanda total del energía eléctrica en millones de pesos básicos del año 2013.

Tabla 27. Distribución de energía eléctrica por subsector de la economía de México para los 16 principales subsectores, monto en millones de pesos, a precios básicos de 2013, y proporción en porcentaje de cada subsector

No.	CÓDIGO CLASE SCIAN	SUBSECTOR	MONTO	PORCENTAJE
1	461	Comercio al por menor de abarrotes, alimentos, bebidas, hielo y tabaco	29,322.635	10.35%
2	311	Industria alimentaria	23,311.831	8.23%
3	327	Fabricación de productos a base de minerales no metálicos	17,591.178	6.21%
4	222	Suministro de agua y suministro de gas por ductos al consumidor final	16,929.603	5.97%
5	331	Industrias metálicas básicas	15,069.998	5.32%
6	931	Actividades legislativas, gubernamentales y de impartición de justicia	13,352.441	4.71%
7	336	Fabricación de equipo de transporte	13,132.050	4.63%
8	212	Minería de minerales metálicos y no metálicos, excepto petróleo y gas	11,405.036	4.02%
9	326	Industria del plástico y del hule	10,892.679	3.84%
10	332	Fabricación de productos metálicos	9,629.321	3.40%
11	325	Industria química	8,366.669	2.95%
12	611	Servicios educativos	8,085.265	2.85%
13	431	Comercio al por mayor de abarrotes, alimentos, bebidas, hielo y tabaco	6,774.388	2.39%
14	334	Fabricación de equipo de comp., com., medición y de otros equipos...	6,340.890	2.24%
15	335	Fabricación de acc., aparatos eléc., y eq., de gen. de energía eléctrica	5,782.485	2.04%
16	111	Agricultura	5,713.938	2.02%
			Subtotal	71.17%

Fuente: Elaboración propia con base en la Matriz Insumo-Producto de México a precios básicos de 2013 (INEGI, 2017).

A diferencia de los 47 subsectores que abastecen al subsector 221, los subsectores que demandan el suministro de energía eléctrica son 78, es decir todos aquellos que están dedicados a la producción de bienes y servicios en la economía de México. Sobresale el subsector 426 correspondiente a *Comercio al por menor de abarrotes, alimentos, bebidas, hielo y tabaco* con un consumo de \$29,322.635 millones de pesos a precios básicos de 213 que corresponden al 10.34% de la demanda de energía eléctrica, los subsectores del 2 al 16 consumen, cada uno, un porcentaje de más del 2% del total de la demanda de energía eléctrica. Más adelante, cuando se presenten los valores de los índices de Rasmussen se entenderá porque la Generación, Transmisión y distribución de energía eléctrica es un subsector clave en la economía nacional.

5.2 CLASIFICACIÓN DE SUBSECTORES DE LA ECONOMÍA DE MÉXICO APLICANDO ÍNDICES DE RASMUSSEN

Siguiendo la metodología aplicada en el ejemplo mostrado anteriormente para los tres sectores; es decir, a partir de la matriz de multiplicadores se calcularon los valores totales de cada columna a fin de obtener los totales del efecto de arrastre de cada subsector, y con la suma total de cada fila se obtienen los totales del efecto de dispersión para cada subsector. El efecto medio se calcula mediante el promedio de los índices de arrastre, por lo que obtener los índices de Rasmussen, se divide cada efecto de arrastre por columna entre el efecto medio, con lo cual se obtienen los resultados presentados en la Tabla 28 para los sectores clave de la economía nacional (índices de arrastre y de dispersión mayor a uno).

Tabla 28. Sectores claves de la MIP 2013 Doméstica por tipo de actividad de la economía de México

No.	Subsector	Índice de arrastre	Índice de dispersión
1	324 - Fabricación de productos derivados del petróleo y del carbón	1.4112	2.7041
2	331 - Industrias metálicas básicas	1.2152	1.3395
3	311 - Industria alimentaria	1.2212	1.2133
4	325 - Industria química	1.0934	2.2664
5	322 - Industria del papel	1.1443	1.1916
6	221 - Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica	1.0539	1.7597
7	313 - Fabricación de insumos textiles y acabado de textiles	1.1320	1.0017

Fuente: Elaboración propia con base en la Matriz Insumo-Producto de México a precios básicos de 2013 (INEGI, 2017).

Se observa que dentro los sectores de mayor integración con los otros sectores del conjunto económico, el principal subsector clave de la economía de México es el 324 *Fabricación de productos derivados del petróleo y del carbón*, por lo que se puede establecer que México tiene una economía basada en la industria petrolera; se ubican después los siguientes subsectores: 331 *Industria Metálicas básicas* y 311 correspondiente a la *industria alimentaria*; y la industria de nuestro interés, el subsector 221 *Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica* se ubica en la posición No. 6 de los siete sectores claves de la economía nacional. Ahora, con relación a los sectores impulsores (mayor índice de arrastre) se tienen los resultados exhibidos en la Tabla 29.

Tabla 29. Principales subsectores impulsores de la MIP 2013 Doméstica por tipo de actividad de la economía de México

No.	Subsector	Índice de arrastre
1	324 - Fabricación de productos derivados del petróleo y del carbón	1.4112
2	327 - Fabricación de productos a base de minerales no metálicos	1.2916
3	481 - Transporte aéreo	1.2828
4	323 - Impresión e industrias conexas	1.2306
5	311 - Industria alimentaria	1.2212
6	331 - Industrias metálicas básicas	1.2152
7	337 - Fabricación de muebles, colchones y persianas	1.2018
8	487 - Transporte turístico	1.1909
9	112 - Cría y explotación de animales	1.1840
10	332 - Fabricación de productos metálicos	1.1809
11	624 - Otros servicios de asistencia social	1.1793
12	321 - Industria de la madera	1.1661
13	316 - Curtido y acabado de cuero y piel, y fabricación de productos de cuero...	1.1541
14	322 - Industria del papel	1.1443
15	524 - Compañías de fianzas, seguros y pensiones	1.1407

Fuente: Elaboración propia con base en la Matriz Insumo-Producto de México a precios Básicos de 2013 (INEGI, 2017).

Dentro de los subsectores que empujan el crecimiento debido al aumento en su producción, debido a que requieren más insumos de los demás sectores, resalta el subsector 324 *Fabricación de productos derivados del petróleo y del carbón*, siguiendo los subsectores correspondientes a *Fabricación de productos a base de minerales no metálicos (327)*, *Transporte aéreo (481)*, *Impresión e industrias conexas (323)* e *Industria alimentaria (311)* entre los primeros lugares, sin que aparezca entre los más altos índices de arrastre el subsector 221 *Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica*. Con relación a los sectores estratégicos la Tabla 30 muestra valores obtenidos.

Tabla 30. Principales sectores estratégicos de la MIP 2013 Doméstica por tipo de actividad de la economía de México

No.	Subsector	Índice de dispersión
1	561 - Servicios de apoyo a los negocios	3.3436
2	431 - Comercio al por mayor de abarrotes, alimentos, bebidas, hielo y tabaco	3.1426
3	324 - Fabricación de productos derivados del petróleo y del carbón	2.7041
4	325 - Industria química	2.2664
5	211 - Extracción de petróleo y gas	2.0501
6	541 - Servicios profesionales, científicos y técnicos	2.0474
7	531 - Servicios inmobiliarios	1.8957
8	221 - Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica	1.7597
9	331 - Industrias metálicas básicas	1.3395
10	212 - Minería de minerales metálicos y no metálicos, excepto petróleo y gas	1.2367
11	517 - Telecomunicaciones	1.2161
12	311 - Industria alimentaria	1.2133
13	461 - Comercio al por menor de abarrotes, alimentos, bebidas, hielo y tabaco	1.1979
14	322 - Industria del papel	1.1916
15	484 - Autotransporte de carga	1.1657

Fuente: Elaboración propia con base en la Matriz Insumo-Producto de México a precios básicos de 2013 (INEGI, 2017).

En esta clasificación de los sectores con mayor aprovisionamiento de insumos, en los cuales un ocasional incremento en la economía podrían significar un cuello de botella, sobresalen los siguientes subsectores: 561 *Servicios de apoyo a los negocios*, 431 *Comercio al por mayor de abarrotes, alimentos, bebidas, hielo y tabaco*, 324 *Fabricación de productos derivados del petróleo y del carbón*, 325 *Industria química* y 211 *Extracción de petróleo y gas*, la *industria eléctrica* (Subsector 221) se ubica en la posición 8 dentro de las quince de mayor índice de dispersión.

Por lo que respecta a los subsectores independiente (índice de arrastre y de dispersión menor que uno) la Tabla 31 muestra los valores correspondientes.

Tabla 31. Principales sectores independientes de la MIP 2013 Doméstica por tipo de actividad de la economía de México

No.	Subsector	Índice de arrastre	Índice de dispersión
1	488 - Servicios relacionados con el transporte	0.9142	0.9655
2	532 - Servicios de alquiler de bienes muebles	0.9188	0.9523
3	339 - Otras industrias manufactureras	0.9660	0.8262
4	339 - Otras industrias manufactureras	0.9660	0.8262
5	721 - Servicios de alojamiento temporal	0.9000	0.8956

Fuente: Elaboración propia con base en la Matriz Insumo-Producto de México a precios básicos de 2013 (INEGI, 2017).

En esta clasificación en la cual la integración de estos subsectores es escasa con respecto a los demás sectores del conjunto económico, se presentan los cinco principales sectores independientes.

5.3 OBTENCIÓN DE EFECTOS MULTIPLICADORES EN LA PRODUCCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Para este ejercicio se consideraron dos escenarios de acuerdo con la Prospectiva del Sector Eléctrico 2017-2031 (SENER, 2017, p. 53):

1. Un incremento del 2.9% en la demanda final, que es el incremento promedio anual proyectado de generación de energía eléctrica para el periodo 2017-2031.
2. Un incremento del 49.42% en la demanda final, que es la proyección del 2017 al 2031 en la generación de energía eléctrica.

INCREMENTO DEL 2.9% EN LA DEMANDA FINAL

Aplicando la metodología presentada en el punto correspondiente a obtención de multiplicadores de producción para tres sectores, se obtienen los valores de incremento de la producción, en monto y porcentaje, necesarios para satisfacer el aumento anual de 2.9% en la demanda final del subsector Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica; partiendo de precios básicos de 2013. La Tabla 32 presenta estos valores.

Tabla 32. Impacto de un incremento del 2.9% en la demanda final del subsector *Generación, transmisión y distribución de energía* para los 10 principales subsectores, monto en millones de pesos, a precios básicos de 2013, y proporción en porcentaje de cada subsector

No.	CÓDIGO CLASE SCIAN	SUBSECTOR	INCREMENTO DE MONTO	PORCENTAJE
1	221	Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica	\$2,344.23	0.6466%
2	324	Fabricación de productos derivados del petróleo y del carbón	\$403.22	0.0417%
3	486	Transporte por ductos	\$4.20	0.0304%
4	325	Industria química	\$199.70	0.0233%
5	211	Extracción de petróleo y gas	\$191.38	0.0185%
6	212	Minería de minerales metálicos y no metálicos, excepto petróleo y gas	\$48.05	0.0182%
7	551	Corporativos	\$15.95	0.0110%
8	238	Trabajos especializados para la construcción	\$17.79	0.0097%
9	523	Actividades bursátiles, cambiarias y de inversión financiera	\$2.63	0.0090%
10	431	Comercio al por mayor de abarrotes, alimentos, bebidas, hielo y tabaco	\$117.17	0.0074%

Fuente: Elaboración propia con base en la Matriz Insumo-Producto de México a precios básicos de 2013 (INEGI, 2017).

Como se observa, el mayor incremento de producción está dado en el subsector *Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica* con un monto de \$2,344.23 millones de pesos anuales y un porcentaje de 0.6466, el monto anual de la producción de este subsector es de \$282, 358.228 millones de pesos anuales a precios básicos de 2013. Los subsectores que mayor impacto reciben de este aumento son: *Fabricación de productos derivados del petróleo y del carbón* con 0.0417 %; *transporte por ductos* con un 0.0304%, sin embargo el incremento en monto es pequeño debido al bajo monto anual necesario en la generación de energía eléctrica; *industria química* con un 0.0233% y *extracción de petróleo y gas* con un 0.0185%. Un incremento en la demanda final de la generación de energía eléctrica no contribuye significativamente en un aumento de producción en los subsectores de la economía mexicana, de los 47 subsectores que se abastece este subsector no impacta de manera relevante. Si bien impacta de manera notable en la misma industria eléctrica, el impacto en la economía nacional no es considerable en la producción de insumos y si en el valor agregado como veremos posteriormente.

INCREMENTO DEL 49.42% EN LA DEMANDA FINAL

De igual forma se obtienen los valores de incremento de la producción, en monto y porcentaje, necesarios para satisfacer el aumento de 49.42% en la demanda final del subsector *Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica*. La Tabla 33 presenta estos valores.

Tabla 33. Impacto de un incremento del 49.42% en la demanda final del subsector *Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica* para los 10 principales subsectores, monto en millones de pesos, a precios básicos de 2013, y proporción en porcentaje de cada subsector

No.	CÓDIGO CLASE SCIAN	SUBSECTOR	INCREMENTO DE MONTO	PORCENTAJE
1	221	Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica	\$39,948.91	11.0183%
2	324	Fabricación de productos derivados del petróleo y del carbón	\$6,871.36	0.7112%
3	486	Transporte por ductos	\$71.55	0.5178%
4	325	Industria química	\$3,403.22	0.3975%
5	211	Extracción de petróleo y gas	\$3,261.45	0.3157%
6	212	Minería de minerales metálicos y no metálicos, excepto petróleo y gas	\$818.83	0.3100%
7	551	Corporativos	\$271.81	0.1868%
8	238	Trabajos especializados para la construcción	\$303.18	0.1652%
9	523	Actividades bursátiles, cambiarias y de inversión financiera	\$51.01	0.1534%
10	431	Comercio al por mayor de abarrotes, alimentos, bebidas, hielo y tabaco	\$1,996.67	0.1264%

Fuente: Elaboración propia con base en la Matriz Insumo-Producto de México a precios básicos de 2013 (INEGI, 2017).

Como se observa, de manera similar al incremento anual de 2.9%, el mayor incremento de producción está dado en el subsector *Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica* con un monto de \$39,948.913 millones de pesos anuales y un porcentaje de 11.0183, el monto anual de la producción de este subsector es de \$282, 358.228 millones de pesos anuales a precios básicos de 2013. De nuevo, un incremento en la demanda final de la generación de energía eléctrica no contribuye significativamente en un aumento de producción en los subsectores de la economía mexicana.

5.4 OBTENCIÓN DE EFECTOS MULTIPLICADORES EN EL VALOR AGREGADO

Para este caso aplicaremos el modelo de precios debido a un incremento en variables exógenas, por lo que siguiendo la metodología aplicada para el ejemplo de tres sectores, agregando en un solo insumo primario (L') y sumando los elementos de la demanda final, la tabla de precios de año se obtuvo el valor agregado en un solo renglón representado como fuerza laboral. Es decir de la Matriz simétrica de Insumo Producto, Producto a producto / Economía total / Origen doméstico / Subsector SCIAN / Millones de pesos a precios básicos publicada por el INEGI para el año base 2013, se sumaron los renglones correspondientes a Importaciones de bienes y servicios, Impuestos sobre los productos netos y Valor agregado para cada subsector (columna) de la economía de México, expresándose como el renglón de fuerza laboral.

El siguiente paso es, a partir de esta matriz, obtener los coeficientes técnicos para cada elemento, y con ello obtener la matriz transpuesta correspondiente, con lo que la última columna expresa los datos correspondientes a costos totales (renglón de fuerza laboral); considerando únicamente los coeficientes técnicos de la matriz intermedio (intercambio entre los 79 subsectores de la economía nacional) se calculan la matriz de multiplicadores a través de la diferencia de la matriz identidad con la matriz de coeficientes técnicos, la cual al postmultiplicarse por la columna correspondiente a los costos totales (columna de valor agregado) nos da como resultado una columna con números uno, tal como se esperaba y se comprueba que los precios índices en el año base 2013 corresponden a la unidad.

Ahora, a efecto de conocer los efectos multiplicadores del subsector 211 *Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica*, se considera de manera aleatoria un supuesto incremento del 30%, el cual puede deberse a un incremento en las importaciones, en los impuestos o en la fuerza laboral, por lo que el costo obtenido de 0.6751 se incrementa a 0.8776, y al postmultiplicar la matriz de multiplicadores por la columna correspondiente a costos totales considerando este incremento en el renglón del subsector 211, obtenemos el impacto de este incremento en cada uno de los subsectores de la economía nacional, resultados que se presentan en la Tabla 34.

Tabla 34. Impacto de un 30% de incremento en los precios en el subsector 221 *Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica* en los principales subsectores afectados de la economía de México

No.	Subsector	Porcentaje
1	221 - Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica	20.41%
2	222 - Suministro de agua y suministro de gas por ductos al consumidor final	3.98%
3	327 - Fabricación de productos a base de minerales no metálicos	2.00%
4	313 - Fabricación de insumos textiles y acabado de textiles	1.32%
5	212 - Minería de minerales metálicos y no metálicos, excepto petróleo y gas	0.95%
6	326 - Industria del plástico y del hule	0.91%
7	331 - Industrias metálicas básicas	0.89%
8	332 - Fabricación de productos metálicos	0.87%
9	323 - Impresión e industrias conexas	0.77%
10	337 - Fabricación de muebles, colchones y persianas	0.73%

Fuente: Elaboración propia con base en la Matriz Insumo-Producto de México a precios Básicos de 2013(INEGI, 2017).

Como puede observarse, el mayor impacto se presenta en el mismo subsector 221 *Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica* con un 20.41%

de incremento en los precios, seguido por los subsectores 222 *Suministro de agua y suministro de gas por ductos al consumidor final* con un 3.98%, 327 *Fabricación de productos a base de minerales no metálicos* con un 2.00% y 313 *Fabricación de insumos textiles y acabado de textiles* con un 1.32%.

De los resultados totales obtenidos se desprende que el incremento de precios en el subsector 221 impacta a toda la economía nacional, dado que todos los demás subsectores presentan incremento de precios.

5.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DESCRIPTIVO DEL EMPLEO EN MÉXICO

Con objeto de obtener los multiplicadores de empleo debido a una variación en la demanda final del subsector 221 *Generación, transmisión y distribución de la energía eléctrica*, se considera de gran apoyo contar con un análisis descriptivo del empleo en la economía de México.

Esto es debido a que es indispensable identificar cuáles son los subsectores con más puestos de trabajo y cuáles son los de mayor remuneración de los asalariados. Por lo que se elabora una tabla con los puestos de trabajo y la remuneración por asalariados distribuidos en cada subsector a partir de la Matriz simétrica de Insumo producto, Producto a producto / Economía total / Origen doméstico e importado / Subsector SCIAN / Millones de pesos a precios básicos del Sistema de Cuentas Nacionales de México de la Matriz de Insumo Producto 2013, publicado por el INEGI (2017), esto nos permitirá obtener los porcentajes de puestos de trabajo y remuneración por asalariados y al ordenarlos de mayor a menor se logra identificar, para cada subsector, el valor

de la significancia y la magnitud del efecto de arrastre o impacto, así como lo correspondiente a generación de empleo.

La Tabla 35 muestra la cantidad de puestos de trabajo, así como la proporción en porcentaje de los 15 principales subsectores generadores de puestos de trabajo ordenados de mayor a menor.

Tabla 35. Principales subsectores de Puestos de Trabajo Remunerados en unidades y porcentaje del total con base en la Matriz Insumo-producto de México a precios básicos de 2013.

No.	CÓDIGO CLASE SCIAN	SUBSECTOR	CANTIDAD	%
1	561	Servicios de apoyo a los negocios	4,331,987	11.83%
2	461	Comercio al por menor de abarrotes...	3,767,907	10.29%
3	236	Edificación	3,113,180	8.50%
4	931	Actividades legislativas, gubernamentales...	2,580,167	7.05%
5	611	Servicios educativos	2,334,206	6.37%
6	814	Hogares con empleados domésticos	2,332,443	6.37%
7	111	Agricultura	2,157,432	5.89%
8	722	Servicios de preparación de alimentos y bebidas	1,120,444	3.06%
9	237	Construcción de obras de ingeniería civil	1,002,495	2.74%
10	311	Industria alimentaria	942,576	2.57%
11	484	Autotransporte de carga	934,373	2.55%
12	485	Transporte terrestre de pasajeros, excepto...	909,208	2.48%
13	431	Comercio al por mayor de abarrotes...	765,238	2.09%
14	811	Servicios de reparación y mantenimiento	598,246	1.63%
15	541	Servicios profesionales, científicos y técnicos	572,201	1.56%
		PORCENTAJE ACUMULADO		75.00%

Fuente: Elaboración propia con base en la Matriz Insumo-Producto de México a precios básicos de 2013 (INEGI, 2017)

De acuerdo con la matriz de Insumo-Producto de México a precios básicos de 2013, la cantidad de puestos de trabajo remunerados corresponde a un total de 36,615,312, de los cuales los 15 principales subsectores representan el 75%, y

el 11.83% corresponde al subsector 561 *Servicio de apoyo a los negocios*, el 10.29% al subsector 461 *Comercio al por menor de abarrotes, alimentos, bebidas, hielo y tabaco*, y el 8.50 % al subsector 236 *Edificación*, que constituyen los tres principales generadores de empleo (en cantidad) en la economía de México.

Sin embargo, no representan los principales subsectores en cuanto a remuneración por asalariados, como se observa en la Tabla 36, la cual muestra la remuneración de los asalariados en millones de pesos a precios básicos de 2013 de los 15 principales subsectores ordenados de mayor a menor.

Tabla 36. Principales subsectores de Remuneración de los asalariados en millones de pesos y porcentaje del total con base en la Matriz Insumo-producto de México a precios básicos de 2013.

No.	CÓDIGO CLASE SCIAN	SUBSECTOR	MONTO	%
1	931	Actividades legislativas, gubernamentales...	\$656,319.70	14.45%
2	611	Servicios educativos	\$592,573.60	13.04%
3	561	Servicios de apoyo a los negocios	\$396,113.19	8.72%
4	461	Comercio al por menor de abarrotes...	\$376,211.91	8.28%
5	236	Edificación	\$290,727.44	6.40%
6	622	Hospitales	\$177,175.53	3.90%
7	484	Autotransporte de carga	\$129,526.00	2.85%
8	485	Transporte terrestre de pasajeros...	\$117,876.07	2.59%
9	621	Servicios médicos de consulta externa...	\$111,098.40	2.45%
10	522	Instituciones de intermediación crediticia...	\$108,678.99	2.39%
11	334	Fabricación de equipo de computación...	\$100,842.34	2.22%
12	541	Servicios profesionales, científicos...	\$97,880.92	2.15%
13	335	Fabricación de equipo de transporte	\$90,188.01	1.99%
14	237	Construcción de obras de ingeniería civil	\$81,568.53	1.80%
15	311	Industria alimentaria	\$79,090.90	1.74%
		PORCENTAJE ACUMULADO		74.97%

Fuente: *Elaboración propia con base en la Matriz Insumo-Producto de México a precios básicos de 2013 (INEGI, 2017)*

De acuerdo con la matriz de Insumo-Producto de México a precios básicos de 2013, el monto total de remuneración de los asalariados es de 4 billones 542,853.37 millones de pesos, de los cuales los 15 principales subsectores representan el 74.97%, y el 14.45% corresponde al subsector 931 *Actividades legislativas, gubernamentales y de impartición de justicia*; el 13.04% al subsector 611 *Servicios educativos*; y el 8.72% al subsector 561 *Servicios de apoyo a los negocios*, que constituyen los tres principales receptores de remuneración por asalariados (en monto) en la economía de México.

Con relación al subsector 221 *Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica*, este subsector ocupa el lugar 44 en importancia de empleo, con 97,054 puestos de trabajo, que representan el 0.27% del total y el lugar 20 en cuanto a remuneración de asalariados, con \$46,342.11 millones de pesos, equivalentes al 1.02% del monto total.

5.6 OBTENCIÓN DE EFECTOS MULTIPLICADORES EN REMUNERACIÓN DE ASALARIADOS

Al igual que en los multiplicadores de producción se consideraron dos escenarios de acuerdo con la Prospectiva del Sector Eléctrico 2017-2031 (SENER, 2017, p. 53): 2.9% anual y 49.42% para todo el periodo.

INCREMENTO DEL 2.9% EN LA DEMANDA FINAL

Aplicando la metodología presentada en el punto correspondiente a obtención de multiplicadores de producción para tres sectores, se obtienen los valores de incremento de remuneración de asalariados, en monto y porcentaje, necesarios

para satisfacer el aumento de 2.9% en la demanda final del subsector *Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica*, la Tabla 37 presenta estos valores, resaltando que la aplicación de la matriz de multiplicadores de empleo deriva en los mismos porcentajes obtenidos con la matriz de multiplicadores aplicada en la obtención de los multiplicadores de producción.

Tabla 37. Impacto en remuneración de asalariados de un incremento del 2.9% en la demanda final del subsector *Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica* para los 10 principales subsectores, monto en millones de pesos, a precios básicos de 2013, y proporción en porcentaje de cada subsector

No.	CÓDIGO CLASE SCIAN	SUBSECTOR	INCREMENTO DE MONTO	PORCENTAJE
1	221	Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica	\$299.63	0.6466%
2	324	Fabricación de productos derivados del petróleo y del carbón	\$9.86	0.0417%
3	486	Transporte por ductos	\$0.99	0.0304%
4	325	Industria química	\$12.64	0.0233%
5	211	Extracción de petróleo y gas	\$6.45	0.0185%
6	212	Minería de minerales metálicos y no metálicos, excepto petróleo y gas	\$4.72	0.0182%
7	551	Corporativos	\$1.78	0.0110%
8	238	Trabajos especializados para la construcción	\$2.87	0.0097%
9	523	Actividades bursátiles, cambiarias y de inversión financiera	\$0.76	0.0090%
10	431	Comercio al por mayor de abarrotes, alimentos, bebidas, hielo y tabaco	\$3.40	0.0074%

Fuente: Elaboración propia con base en la Matriz Insumo-Producto de México a precios básicos de 2013 (INEGI, 2017).

Como se observa, el mayor incremento de ingresos está dado en el subsector *Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica* con un monto de \$299.63 millones de pesos anuales y un porcentaje de 0.6466, el monto anual de remuneración de los asalariados de este subsector es de \$46,342.11 millones de pesos anuales a precios básicos de 2013. Los subsectores que mayor impacto reciben de este aumento son: *Fabricación de productos derivados del petróleo y del carbón* con 0.0417 %; *transporte por ductos* con un 0.0304%; *industria química* con un 0.0233% y *extracción de petróleo y gas* con un 0.0185%. Un incremento en la demanda final de la generación de energía eléctrica no contribuye significativamente en un aumento del ingreso/empleo en los subsectores de la economía mexicana.

INCREMENTO DEL 49.42% EN LA DEMANDA FINAL

De igual forma se obtienen los valores de incremento de remuneración de asalariados, en monto y porcentaje, necesarios para satisfacer el aumento de 49.42% en la demanda final del subsector *Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica*. La Tabla 38 presenta estos valores, los cuales son los mismos en porcentaje que los obtenidos para multiplicadores de producción. De nueva cuenta de manera similar al incremento anual de 2.9%, el mayor incremento de producción está dado en el subsector *Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica* con un monto de \$5,106.13 millones de pesos anuales y un porcentaje de 11.0183, el monto anual del ingreso/empleo de este subsector, como ya se mencionó, es de \$46,342.11 millones de pesos anuales a precios básicos de 2013.

Tabla 38. Impacto en remuneración de asalariados de un incremento del 49.42% en la demanda final del subsector *Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica* para los 10 principales subsectores, monto en millones de pesos, a precios básicos de 2013, y proporción en porcentaje de cada subsector

No.	CÓDIGO CLASE SCIAN	SUBSECTOR	INCREMENTO DE MONTO	PORCENTAJE
1	221	Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica	\$5,106.13	11.0183%
2	324	Fabricación de productos derivados del petróleo y del carbón	\$168.07	0.7112%
3	486	Transporte por ductos	\$16.84	0.5178%
4	325	Industria química	\$215.43	0.3975%
5	211	Extracción de petróleo y gas	\$109.89	0.3157%
6	212	Minería de minerales metálicos y no metálicos, excepto petróleo y gas	\$80.36	0.3100%
7	551	Corporativos	\$30.37	0.1868%
8	238	Trabajos especializados para la construcción	\$48.87	0.1652%
9	523	Actividades bursátiles, cambiarias y de inversión financiera	\$13.00	0.1534%
10	431	Comercio al por mayor de abarrotes, alimentos, bebidas, hielo y tabaco	\$57.87	0.1264%

Fuente: Elaboración propia con base en la Matriz Insumo-Producto de México a precios básicos de 2013 (INEGI, 2017).

5.7 APLICACIÓN DEL MODELO DE PRECIOS DEBIDO A UN INCREMENTO EN VARIABLES

ENDÓGENAS

Con base al ejercicio realizado en la parte metodológica para esta aplicación del modelo de precios, ahora se toma la matriz Insumo-Producto a 79 subsectores, y consideramos un incremento en los insumos correspondientes al sector 324 Fabricación de productos derivados del petróleo y el carbón, es decir, se supone el incremento en el precio de la materia prima correspondiente a un

sector endógeno, el cual se tendrá que convertir en un sector exógeno para poder simular el impacto que generaría el incremento en el precio de dicho insumo. Vamos a considerar los datos de la Matriz simétrica de insumo producto, Producto a producto / Economía total / Origen doméstico / Subsector SCIAN / Millones de pesos a precios básicos publicada por el INEGI para el año base 2013, en la cual sumamos los renglones correspondientes a Importaciones de bienes y servicios, Impuestos sobre los productos netos y Valor agregado para cada subsector (columna) de la economía de México, expresándose como pago a otros sectores y la fila correspondiente al subsector *sector 324 Fabricación de productos derivados del petróleo y el carbón se saca* de los insumos intermedios para colocarla en los insumos primarios, justo arriba del renglón de pago a otros sectores. La columna correspondiente al subsector 324 se saca de la demanda intermedia y se coloca en la matriz de demanda final, justo antes de la columna denominada consumo final.

El siguiente paso es, a partir de esta matriz, obtener los coeficientes técnicos para cada elemento, y con ello obtener la matriz transpuesta correspondiente, con lo que las dos últimas columnas expresan los datos correspondientes a gastos en el subsector 324 y pago a otros sectores costos totales, respectivamente; considerando únicamente los coeficientes técnicos de la matriz intermedio (intercambio entre los 78 subsectores de la economía nacional, sin incluir el subsector 324) se calculan la matriz de multiplicadores a través de la diferencia de la matriz identidad con la matriz de coeficientes técnicos, la cual al postmultiplicarse por la columna correspondiente a los

costos totales (columna de valor agregado) nos da como resultado una columna con números uno, tal como se esperaba y se comprueba que los precios índices en el año base 2013 corresponden a la unidad. Ahora, a fin de conocer los efectos multiplicadores del subsector 324 *Fabricación de productos derivados del petróleo y el carbón*, se considera un supuesto incremento del 40%, el cual obedece al incremento presentado en el precio de gas natural en enero de 2017, por lo que la columna correspondiente al gasto en 324 se multiplica por 1.4 y se suma a la columna de pagos a otros sectores y al postmultiplicar la matriz de multiplicadores por la columna modificada del gasto en 221 obtenemos el impacto de este incremento en cada uno de los subsectores de la economía nacional, resultados que se presentan en la Tabla 39.

Tabla 39. Impacto de un incremento del 40% en los precios en una variable endógena (subsector 324 *Fabricación de productos derivados del petróleo y el carbón*) en los principales 10 subsectores afectados de la economía de México

No.	Subsector	Porcentaje
1	481 - Transporte aéreo	7.76%
2	485 - Transporte terrestre de pasajeros, excepto por ferrocarril	6.04%
3	487 - Transporte turístico	6.04%
4	221 - Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica	5.58%
5	482 - Transporte por ferrocarril	4.78%
6	114 - Pesca, caza y captura	4.73%
7	492 - Servicios de mensajería y paquetería	3.67%
8	484 - Autotransporte de carga	3.54%
9	213 - Servicios relacionados con la minería	2.81%
10	212 - Minería de minerales metálicos y no metálicos, excepto petróleo y gas	1.89%

Fuente: Elaboración propia con base en la Matriz Insumo-Producto de México a precios Básicos de 2013(INEGI, 2017).

Este ejemplo nos muestra el encadenamiento “hacia atrás” de cualquiera de los subsectores que se han visto impactados por el incremento de precios en el sector 324 *Fabricación de productos derivados del petróleo y el carbón*, por lo que ahora veremos un ejercicio de encadenamiento “hacia adelante” con relación al subsector 221 *Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica*, que es el que nos interesa.

Similar al ejercicio correspondiente al subsector 324 *Fabricación de productos derivados del petróleo y el carbón*, a partir de la matriz Insumo-Producto a 79 subsectores, y vamos a considerar un incremento en los insumos correspondientes al subsector 221 *Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica*, es decir, el cual se tendrá que convertir en un sector exógeno para poder simular el impacto que generaría el incremento en el precio de dicho insumo. La fuerza laboral ahora se indica como valor agregado en la Matriz simétrica de insumo producto, Producto a producto / Economía total / Origen doméstico / Subsector SCIAN / Millones de pesos a precios básicos publicada por el INEGI para el año base 2013, en la cual se sumaron los renglones correspondientes a Importaciones de bienes y servicios, Impuestos sobre los productos netos y Valor agregado para cada subsector (columna) de la economía de México, expresándose como pago a otros sectores y la fila correspondiente al subsector sector 221 *Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica* se saca de los insumos intermedios para colocarla en los insumos primarios, justo arriba del renglón de pago a otros sectores. La columna correspondiente al subsector 221 se saca de la demanda intermedia y

se coloca en la matriz de demanda final, justo antes de la columna denominada consumo final.

El siguiente paso es, a partir de esta matriz, obtener los coeficientes técnicos para cada elemento, y con ello obtener la matriz transpuesta correspondiente, con lo que las dos últimas columnas expresan los datos correspondientes a gastos en el subsector 221 y pago a otros sectores costos totales, respectivamente; considerando únicamente los coeficientes técnicos de la matriz intermedio (intercambio entre los 78 subsectores de la economía nacional, sin incluir el subsector 221) se calculan la matriz de multiplicadores a través de la diferencia de la matriz identidad con la matriz de coeficientes técnicos, la cual al postmultiplicarse por la columna correspondiente a los costos totales (columna de valor agregado) nos da como resultado una columna con números uno, tal como se esperaba y se comprueba que los precios índices en el año base 2013 corresponden a la unidad.

Ahora, a efecto de conocer los efectos multiplicadores del subsector 221 *Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica* ocasionados por el incremento de precios del subsector 324 *Fabricación de productos derivados del petróleo y el carbón*, se aplica en el análisis un incremento del 5.58%, el cual obedece al valor obtenido (Tabla 40), por lo que la columna correspondiente al gasto en 221 se multiplica por 1.0558 y se suma a la columna de pagos a otros sectores y al postmultiplicar la matriz de multiplicadores por la columna modificada del gasto en 221 obtenemos el impacto de este incremento (encadenamiento “hacia adelante”) en cada uno de

los subsectores de la economía nacional, resultados que se presentan en la Tabla 40.

Tabla 40. Impacto de un incremento del 5.58% en los precios en una variable endógena (subsector 221 *Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica*) en los principales subsectores afectados de la economía de México

No.	Subsector	Porcentaje
1	222 - Suministro de agua y suministro de gas por ductos al consumidor final	1.09%
2	327 - Fabricación de productos a base de minerales no metálicos	0.55%
3	313 - Fabricación de insumos textiles y acabado de textiles	0.36%
4	212 - Minería de minerales metálicos y no metálicos, excepto petróleo y gas	0.26%
5	326 - Industria del plástico y del hule	0.25%
6	331 - Industrias metálicas básicas	0.24%
7	332 - Fabricación de productos metálicos	0.24%
8	323 - Impresión e industrias conexas	0.21%
9	337 - Fabricación de muebles, colchones y persianas	0.20%
10	322 - Industria del papel	0.19%
11	314 - Fabricación de productos textiles, excepto prendas de vestir	0.18%
12	321 - Industria de la madera	0.18%
13	512 - Industria fílmica y del video, e industria del sonido	0.15%
14	339 - Otras industrias manufactureras	0.15%
15	316 - Curtido y acabado de cuero y piel, y fab. de prod. de cuero, piel y mat...	0.15%
16	315 - Fabricación de prendas de vestir	0.15%

Fuente: Elaboración propia con base en la Matriz Insumo-Producto de México a precios Básicos de 2013(INEGI, 2017).

5.8 ANÁLISIS MULTISECTORIAL DEL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN 79

SUBSECTORES

Con base al ejercicio realizado en la parte metodológica para el análisis multisectorial del consumo de energía eléctrica para tres sectores, ahora se toma la matriz Insumo-Producto a 79 subsectores, y consideramos un

incremento del 5% en la demanda final de los 16 sectores que más consumen energía eléctrica a efecto de ver el impacto en la economía nacional, obteniéndose los valores presentados en la Tabla 41.

Tabla 41. Impacto en el consumo de energía eléctrica debido a un incremento del 5% en la demanda final de los 16 subsectores con mayor consumo de electricidad en la economía de México

No.	Subsector	Porcentaje
1	461 - Comercio al por menor de abarrotes, alimentos, bebidas, hielo y tabaco	19.10%
2	311 - Industria alimentaria	18.95%
3	327 - Fabricación de productos a base de minerales no metálicos	1.91%
4	222 - Suministro de agua y suministro de gas por ductos al consumidor final	3.72%
5	331 - Industrias metálicas básicas	4.09%
6	931 - Actividades legislativas, gubernamentales y de impartición de justicia	4.99%
7	336 - Fabricación de equipo de transporte	4.91%
8	212 - Minería de minerales metálicos y no metálicos, excepto petróleo y gas	3.47%
9	326 - Industria del plástico y del hule	4.20%
10	332 - Fabricación de productos metálicos	3.67%
11	325 - Industria química	3.71%
12	611 - Servicios educativos	5.00%
13	431 - Comercio al por mayor de abarrotes, alimentos, bebidas, hielo y tabaco	3.77%
14	334 - Fab. equipo de comp., comunicación, medición y de otros equipos...	4.97%
15	335 - Fab. de accesorios, aparatos eléc. y equipo de gen. energía eléctrica	4.72%
16	111 - Agricultura	4.55%

Fuente: Elaboración propia con base en la Matriz Insumo-Producto de México a precios Básicos de 2013(INEGI, 2017).

como puede observarse, el mayor impacto de un incremento del 5% en la demanda final de estos subsectores se presentaría en el 461 *Comercio al por menor de abarrotes, alimentos, bebidas, hielo y tabaco* con un 19.10%, y en el 311 *Industria alimentaria* con un 18.95%. Por otra parte los de menor impacto

serían el 212 *Minería de minerales metálicas y no metálicas, excepto petróleo y gas* con un 3.47% y el 327 *Fabricación de productos a base de minerales no metálicos* con un 1.91%.

Esta simulación con el 5% de incremento en la demanda final nos muestra, en porcentaje de millones de pesos, como se incrementaría el consumo de energía eléctrica en los 79 subsectores de la economía de México. Por lo que es posible realizar análisis para diferentes escenarios y obtener el incremento en el consumo de electricidad en kW-h de acuerdo con las tarifas aplicadas en el monto del consumo de energía eléctrica.

CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La aplicación del modelo de Insumo-Producto desarrollado por Leontief permitió obtener una matriz de multiplicadores de cada sector y subsector de la estructura económica de México, con lo cual es posible explicar la interrelación que existe entre los insumos que cada subsector requiere para realizar su producción, así como determinar la distribución de producción en cada uno de los subsectores de esta economía, por lo que se presentan las conclusiones y recomendaciones de la presente investigación referida al Mercado Eléctrico Mayorista.

Como se indicó anteriormente, en la realización del presente trabajo se tomó como base de datos la matriz simétrica de Insumo-Producto, producto a producto, economía total, origen doméstico, a precios básicos de 2013 para 79 subsectores publicada por el INEGI, se analizaron los datos correspondiente al subsector *Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica* y resultó que su producción representa el 1.31% del total de la producción a precios básicos del 2013 y su producto interno bruto (PIB) corresponde al 1.13% del total nacional.

Con base en esta matriz se realizó ***análisis descriptivo del Mercado Eléctrico Mayorista***, el cual corresponde al subsector *221 Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica*, y resultó que este subsector se abastece de insumos provenientes de 47 subsectores, de los cuales el mayor porcentaje

corresponde al subsector 324 *Fabricación de productos derivados del petróleo y el carbón* con 46.05%, lo cual se debe a que en la generación de energía eléctrica prevalece la utilización de gas natural, combustóleo y carbón; esto, a su vez, demuestra una alta dependencia de los combustibles fósiles y sugiere la necesidad de establecer programas de generación de electricidad con fuentes alternativas de energía, sobre todo la de invertir en energías renovables, cuyos montos también generan efectos cadena hacia adelante y hacia atrás.

De igual modo, el análisis descriptivo del mercado eléctrico mayorista indica que este subsector su producción a 78 de los 79 subsectores de la economía nacional, es decir, a todos aquellos que están dedicados a la producción de bienes y servicios en la economía de México. Sobresale el subsector *Comercio al por menor de abarrotes, alimentos, bebidas, hielo y tabaco* con un consumo de \$29,322.635 millones de pesos a precios básicos de 2013 que corresponden al 10.34% de la demanda de energía eléctrica.

Con la finalidad de determinar la relevancia de la industria eléctrica en el aparato productivo de México, se aplicaron los índices de Rasmussen para identificar los **sectores claves de la economía**, esencialmente el peso de cada sector para generar efectos multiplicadores, tanto hacia adelante como hacia atrás, dentro de los cuales se incluye el subsector *Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica*.

Los resultados obtenidos determinan que el índice de dispersión de la industria eléctrica es más importante que el índice de arrastre, es decir, que este

subsector provee más insumos al resto de la economía, por lo que en un crecimiento productivo podría significar un cuello de botella. Su capacidad de suministrar gran cantidad de insumos intermedios implica un alto encadenamiento hacia adelante.

Este impacto concuerda con el análisis descriptivo estadístico realizado, por lo que se puede concluir que la electricidad es un factor fundamental en la economía de México. Si bien es cierto, su participación en cuanto al total de la producción, al producto interno bruto, empleo y remuneración de asalariados no son de gran repercusión, su gran relevancia como subsector estratégico, al contar con una amplia capacidad de proveer su servicio al resto de la economía, implica un alto encadenamiento hacia adelante.

Se determinó la existencia de siete subsectores clave, los cuales representan 16.71% de la producción de la economía total y 8.43% del producto interno bruto, entre ellos destaca el subsector 324 *Fabricación de productos derivados del petróleo y el carbón*, ratificando que la economía nacional tiene como sustento principal a los combustibles fósiles. El bajo porcentaje que representan estos siete subsectores clave en la economía nacional, indica que la economía de México necesita establecer políticas que impulsen el desarrollo y la mayor integración de subsectores importantes de la economía.

En el análisis de los ***efectos multiplicadores correspondientes a la producción de energía eléctrica*** se consideraron dos escenarios de acuerdo con la Prospectiva del Sector Eléctrico 2017-2031 (SENER, 2017, p. 53):

1. Un incremento del 2.9% en la demanda final, que es el incremento promedio anual proyectado de generación de energía eléctrica para el periodo 2017-2031.
2. Un incremento del 49.42% en la demanda final, que es la proyección del 2017 al 2031 en la generación de energía eléctrica.

Los resultados obtenidos indican que para los dos casos, el mayor incremento de producción está dado en el propio subsector 221 *Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica*. Por otra parte, los subsectores que mayor impacto reciben de este aumento son: 324 *Fabricación de productos derivados del petróleo y del carbón*; 325 *Industria química* y 211 *Extracción de petróleo y gas*. Sin embargo, el impacto de un incremento en la demanda final de la generación de energía eléctrica no contribuye significativamente en un aumento de producción en los subsectores de la economía mexicana, los 47 subsectores que suministrar el insumo a este subsector no son impactados de manera relevante. Si bien impacta de manera notable en la misma industria eléctrica, el impacto en la economía nacional no es considerable en la producción de insumos.

Referente a los **efectos multiplicadores en el valor agregado** se consideró, de manera aleatoria debido al bajo nivel de desagregación de la MIP publicada por INEGI, un escenario de incremento del 30% en los precios de la energía eléctrica, el cual podría deberse a un incremento en las importaciones, en los impuestos o en la fuerza laboral. Mediante la aplicación del modelo de precio; el análisis permitió calcular el impacto potencial en todos subsectores de la

economía nacional, resultando que el mayor impacto se presenta en el mismo subsector 221 *Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica* con un 20.41% de incremento en los precios, seguido por los siguientes subsectores: 222 *Suministro de agua y suministro de gas por ductos al consumidor final* con un 3.98%, 327 *Fabricación de productos a base de minerales no metálicos* con un 2.00% y 313 *Fabricación de insumos textiles y acabado de textiles* con un 1.32%. Es relevante indicar que de los resultados totales obtenidos se desprende que el incremento de precios en el subsector 221 impacta a toda la economía nacional, dado que todos los demás subsectores presentan incremento de precios.

Lógicamente, los subsectores que resienten más el impacto de un incremento en el precio de la electricidad son los más intensivos en este insumo, la importancia de contar con una cuantificación de dicho impacto es que aporta elementos para el diseño e implementación de estrategias destinadas a mejorar este subsector que es clave para la industria nacional.

De manera similar a la realización de análisis descriptivo del Mercado Eléctrico Mayorista, se llevó a cabo un ***análisis descriptivo del empleo en México***, esto con la finalidad de estudiar a detalle la interrelación existente entre los 79 subsectores de la economía nacional y con ello realizar el análisis correspondiente al efecto de multiplicadores de empleo de la industria eléctrica. los resultados obtenidos indican que la cantidad de puestos de trabajo remunerados corresponde a un total de 36, 615,312, de los cuales los 15 principales subsectores representan el 75%, de los cuales los tres principales

subsectores generadores de empleo en la economía de México (en cantidad) son los siguientes: 561 *Servicio de apoyo a los negocios* con un 11.83%, 461 *Comercio al por menor de abarrotes, alimentos, bebidas, hielo y tabaco* con un 10.29% y 236 *Edificación* con un 8.50%.

Sin embargo, no representan los principales subsectores en cuanto a remuneración por asalariados, el monto total de remuneración de los asalariados es de 4 billones 542,853.37 millones de pesos, de los cuales los 15 principales subsectores representan el 74.97%, sobresaliendo los siguientes subsectores: 931 *Actividades legislativas, gubernamentales y de impartición de justicia* con un 14.45%; 611 *Servicios educativos* con un 13.04%; y 561 *Servicios de apoyo a los negocios* con un 8.72%; los cuales constituyen los tres principales receptores de remuneración por asalariados (en monto) en la economía de México.

Con relación al subsector 221 *Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica*, este subsector ocupa el lugar 44 en importancia de empleo, con 97,054 puestos de trabajo, que representan el 0.27% del total y el lugar 20 en cuanto a remuneración de asalariados, con \$46,342.11 millones de pesos, equivalentes al 1.02% del monto total.

Con relación a los **efectos multiplicadores en el empleo**, se realizó análisis de los impactos en el renglón correspondiente a remuneración de asalariados, en el cuál se efectuó un ejercicio similar al del impacto en la producción, es decir para un escenario de incremento en 2.9% y otro de 49.92%, los resultados

obtenido son similares a los del impacto en la producción, el mayor incremento de ingresos está dado en el subsector *Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica* con un monto de \$299.63 millones de pesos anuales y un porcentaje de 0.6466, el monto anual de remuneración de los asalariados de este subsector es de \$46,342.11 millones de pesos anuales a precios básicos de 2013. Los subsectores que mayor impacto reciben de este aumento son: 324 *Fabricación de productos derivados del petróleo y del carbón* con 0.0417 %; 486 *Transporte por ductos* con un 0.0304%; 325 *Industria química* con un 0.0233% y 211 *Extracción de petróleo y gas* con un 0.0185%. Por lo que se puede concluir que un incremento en la demanda final de la generación de energía eléctrica no contribuye significativamente en un aumento del ingreso/empleo en los subsectores de la economía mexicana.

Es indudable que la industria eléctrica en México tiene una alta relevancia, como resultó de los análisis mostrados en el presente trabajo, y que a lo largo del tiempo ha sido una significativa fuente de empleos así como un elemento importante para el desarrollo económico. De acuerdo con la expectativa de una creciente demanda de energía eléctrica y considerando uno de los principales objetivos de la reforma energética —de promover mecanismos que cubran esta demanda de manera eficiente y con bajos costos— se puede concluir que una mayor participación privada redundará en la incorporación de centrales de generación privadas, que demandarían menos mano de obra y que además sustituirían a las centrales de generación del Estado que se consideren “improductivas” o ineficientes, situación que generará mayor eficiencia pero

indirectamente se traducirá en un incremento en el desempleo que sería necesario atender, posiblemente por otras vías, por ejemplo inversión en infraestructura básica.

En la aplicación correspondiente a un ***incremento de precios de 2 variables endógenas***, a efecto de conocer los efectos multiplicadores del subsector *Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica*, primero se consideró un incremento del 40% en el subsector 324 *Fabricación de productos derivados del petróleo y el carbón*, es decir, se supone un incremento en el precio de los insumos correspondiente a un sector endógeno, los resultados indican que los subsectores con mayor impacto fueron los correspondientes a: 481 *Transporte aéreo* con 7.76%; 485 *Transporte terrestre de pasajeros, excepto ferrocarril* con 6.04%; 487 *Transporte turístico* con 6.04%; 221 *Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica* con 5.58% y 482 *Transporte por ferrocarril* con 4.78%. Este ejemplo nos muestra el enlace *hacia atrás* de cualquiera de los subsectores que se han visto impactados por el incremento de precios en el subsector *Fabricación de productos derivados del petróleo y el carbón*.

De acuerdo con la aplicación del modelo de precios y considerando la MIP 2013, resulta que un aumento considerable de precios en la *Fabricación de productos derivados del petróleo y carbón*, para este caso 40%, no impacta de manera significativa en la industria eléctrica y sus consumidores (5.58%). Es conveniente mencionar que el incremento de precios en la fabricación de productos derivados del petróleo y el carbón es solo uno de varios elementos

que conforman el incremento de precio en la electricidad; de acuerdo con el reporte denominado “El impacto de los precios del petróleo en los precios de la energía en la Unión Europea” (Albrecht et al., 2014) los factores más importantes que influyen en los precios de la electricidad son los siguientes:

- La combinación de las fuentes de generación de electricidad, incluida la participación de energías renovables: diferentes tecnologías y diferentes combustibles impactan los costos marginales de generación de electricidad, que a través de la curva de orden de mérito son la base para el mecanismo de fijación de precios (el “orden de mérito” hace referencia al orden en el que las centrales entran a generar al sistema eléctrico, de las más baratas a las más caras);
- Balance de oferta/demanda: el precio se establece donde la curva oferta/demanda intersecta la curva de la orden de mérito de la generación de electricidad;
- Los precios de los combustibles fósiles para la generación de electricidad: los precios de los combustibles en particular para el carbón y el gas, pero también para el petróleo, donde tiene una participación relevante en la combinación de generación de electricidad nacional, impactan la curva de la orden de mérito;
- Capacidad de interconexión con otros Estados miembros: las interconexiones permiten importación de electricidad procedente de fuentes de menor costo; la influencia en los precios nacionales dependerá de la

capacidad de interconexión y en la capacidad de generación en los países vecinos;

- Precio de los derechos de emisión de CO₂ (EUAs).

En México el modelo de obtención de precios de la electricidad toma en cuenta lo siguiente: el costo de generación, el cual está ligado al aumento de los precios de los insumos, interrupciones en el suministro de gas natural, la caída de la generación hidroeléctrica, gastos de mantenimiento, ampliación de la red eléctrica nacional y pérdidas en el sistema (Sigler, 2018), por lo que se considera relevante señalar que sería altamente enriquecedor desarrollar investigaciones futuras con metodologías alternativas, que contrasten nuestros resultados.

A efecto de analizar el enlace *hacia adelante* se aplicó el impacto de 5.58% en el subsector *Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica*; obteniéndose impactos en todos los subsectores de la economía nacional, entre los que destacan los siguientes: *Suministro de agua y suministro de gas por ductos al consumidor final*, *Fabricación de productos a base de minerales no metálicos*, *Fabricación de insumos textiles y acabados de textiles*, *Minería de minerales metálicos y no metálicos, excepto petróleo y gas* e *Industria del plástico y del hule*. Cabe resaltar que aun cuando el subsector correspondiente a *Comercio al por menor de abarrotes, alimentos, bebidas, hielo y tabaco* es el de mayor consumo de electricidad en millones de pesos a precios básicos de

2013 (10.34% del total la demanda de energía eléctrica) el impacto de este incremento solo representa un 0.04%.

Con relación al ***análisis multisectorial del consumo de energía eléctrica*** en México, se realizó un estudio sobre el impacto debido a un incremento del 5% en la demanda final de los 16 subsectores de mayor consumo de electricidad; los resultados obtenidos indican que el mayor impacto se presentaría en los siguientes: 461 *Comercio al por menor de abarrotes, alimentos, bebidas, hielo y tabaco* con un 19.10% y 311 *Industria alimentaria* con un 18.95%. Por otra parte los de menor impacto serían: 212 *Minería de minerales metálicas y no metálicas, excepto petróleo y gas* con un 3.47% y el 327 *Fabricación de productos a base de minerales no metálicos* con un 1.91%.

Esta simulación con el 5% de incremento en la demanda final nos muestra, en porcentaje de millones de pesos, como se incrementaría el consumo de energía eléctrica en los 79 subsectores de la economía de México. Por lo que es posible realizar análisis para diferentes escenarios y obtener el incremento en el consumo de electricidad en kW-h de acuerdo con las tarifas aplicadas en el monto del consumo de energía eléctrica.

En consideración del alto impacto que tiene la industria eléctrica como subsector estratégico, no se considera conveniente privilegiar la creación del mercado eléctrico mayorista mediante la inversión del sector privado, dado que la finalidad de la nueva Ley de la Industria Eléctrica es impulsar su desarrollo sustentable, garantizando su acción de forma continua, eficiente y confiable en

provecho de los consumidores. Por lo que es de gran importancia la participación del Estado en nuevas inversiones en la industria eléctrica.

Por otra parte, de mantenerse la dependencia que se tiene de los precios y disponibilidad internacional del gas natural, que a principios de 2017 presentaron un incremento de 40%, es altamente probable que exista una tendencia de incrementos de los precios medios de la electricidad.

APORTACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

El análisis de los efectos multiplicadores del mercado eléctrico mayorista, de reciente creación, permite conocer a detalle la forma en que esta industria interactúa con los otros subsectores de la economía nacional, así como determina el peso y participación de las industrias involucradas en la aportación de insumos primarios necesarios para producir electricidad. De igual forma, identifica las industrias que principalmente emplean la electricidad y determina los impactos que se tendrían al presentarse una variación en la demanda final del suministro eléctrico. La aplicación de los impactos obtenidos posibilita la realización de estudios sobre la conveniencia de: mantener un mercado eléctrico mayorista, diseñado para incorporar la participación de iniciativa privada; ampliar su operación con un mercado eléctrico totalmente abierto; o cambiar la política actual y no continuar con este proceso. Todo lo anterior a fin de potenciar el desarrollo económico del país.

La metodología mostrada y aplicada es un punto de partida para su uso en otros subsectores de la economía de México, por lo que la obtención de

multiplicadores de producción, valor agregado y empleo para otros subsectores puede realizarse a través de los procedimientos exhibidos en este estudio.

Es conveniente resaltar que este estudio es el primero, de este tipo, en el cual se aplica lo siguiente: el modelo de Insumo-Producto en forma particular para la industria eléctrica; la Matriz de Insumo Producto (MIP) publicada en 2017 por el INEGI; y un nivel de desagregación a 79 subsectores de la economía. Se han realizado estudios semejantes pero con estimaciones regionales, a un nivel de desagregación menor o con una matriz más antigua.

LIMITACIONES EN LA INVESTIGACIÓN

Una limitación en la investigación es el análisis de los efectos multiplicadores para cada uno de los elementos de las variables exógenas, tales como: importaciones de bienes y servicios, impuestos sobre los productos y valor agregado; dado que el nivel de desagregación de la MIP no permite identificar la composición de estos rubros.

Por otra parte, debido a que la MIP publicada por INEGI no presenta desagregación por tipo de tecnología de generación de electricidad, no se tiene información de los montos de intercambios de insumos primarios (variables endógenas), ni de lo correspondiente a cada elemento de la demanda final, así como de valor agregado, importaciones e impuestos (variables exógenas); por lo que no es posible realizar el análisis de los efectos multiplicadores para cada tecnología de generación. Este análisis es de gran de gran interés dado que aportaría un elemento esencial para la planeación y desarrollo a futuro de la

industria eléctrica por tecnología de generación, así como facilitaría un análisis comparativo con otros países.

FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

Analizar los efectos multiplicadores de acuerdo con la participación de cada uno de los elementos que conforman los renglones de importaciones y de bienes y servicios, impuestos sobre los productos, y todo lo correspondientes a valor agregado, permitirá identificar en que rubros se presentan los impactos más importantes en diferentes subsectores, lo cual será de valioso apoyo en el establecimiento de políticas públicas y aprovechamiento de las industrias que principalmente contribuyen a la generación de empleo, a la captación de capital y al desarrollo del país.

Realizar un estudio de los efectos multiplicadores por tipo de tecnología de generación de electricidad permitiría establecer un mercado eléctrico más acorde con la localización de fuentes de generación, así como potenciar el aprovechamiento de energías limpias y renovables; de tal forma que se contaría con información y análisis de gran valor para realizar la planeación y desarrollo a futuro de la industria eléctrica.

1. BIBLIOGRAFÍA:

Aixalá, J. Sanaú, J. y Simón, B. (2003). *La Energía Eólica en Aragón. Impacto Socioeconómico*. Reporte para la Universidad de Zaragoza. Zaragoza, España.

Albrecht, U., Altmann, M., Zerhusen, J., Raksha, T., Maio, P., Beaudet, A, Maisonnier, G. (2014). *The Impact of Oil Price on EU Energy Prices* (Vol. 1). Report for the European Parliament. Brussels, Belgium.

Álvarez, E. (2013). Metodología Input-Output. En *Evolución y contrastes de las metodologías sobre la relación economía-industria y empleo* (p. 11). Donostia-San Sebastián: Universidad de Deusto.

Aroche, F. (2013). Investigación sobre el modelo Insumo-Producto en México. Orígenes y tendencias. *Estudios Económicos*, 28(2), 249–264.

Arreola-Marroquín, J., y Ríos-Bolívar, H. (2017). Crecimiento económico, precios y consumo de energía en México. *Ensayos Revista de Economía*, 36(1), 59–78.

Balbás, A., Fernández, F. J., y Guerra, P. (1993). Un modelo de Leontief en Retículos de Banach. *Revista de La Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 87(2–3), 457–469.

Bazán N., G., y Ortiz M., G. (2011). Riesgos y oportunidades en el sector eléctrico. Recuperado de <https://www.energiaadebate.com/riesgos-y-oportunidades-en-el-sector-electrico/>

Bekhet, H., & Abdullah, A. (2010). Energy Use in Agriculture Sector: Input-

Output Analysis. *International Business Research*, 3(3), 111–121.

Benítez, A. (2009). La forma triangular de la matriz de Leontief. *ECONOMÍA: TEORÍA Y PRÁCTICA. Nueva Época*, (30), 115–131.

Bezdek, R., & Hannon, B. (1974). Energy, manpower and the Highway Trust Fund. *Science*, 185(13), 669–675.

Bullard, C., & Herendeen, R. (1975). The energy cost of goods and services. *Energy Policy*, 3(1), 268–278.

Bullard, C., Penner, P., & Pilati, D. (1976). *NET ENERGY ANALYSIS: Handbook for Combining Process and Input-Output Analysis*. Urbana, Illinois: Energy Research Group.

Burgos, K. (2007). *Análisis de Multiplicadores y Elasticidades para la Economía Chilena Base 2003, mediante un enfoque Input-Output*. Tesis de Licenciatura. Universidad del Bio-Bio. Concepción, Chile.

Cámara, Á., Flores, M., y Fuentes, P. (2011). Análisis económico y medioambiental del sector eléctrico en España. *Estudios de Economía Aplicada*, 29–2, 493–514.

Cardenete, M., y Fuentes, P. (2009). *Análisis del sector energético español a través de un modelo de crecimiento sostenible*. Madrid: Fundación EOI.

Chávez, A. (2017). *Análisis Multisectorial del Incremento en las Gasolinas y el Diesel en la Economía Mexicana*. Tesis de Maestría. El Colegio de México. Ciudad de México, México.

Chraki, F. B. (2016). Análisis input-output de encadenamientos productivos y sectores clave en la economía. *Finanzas y Política Económica*, 8(1), 55–81.

Club Español de la Energía. (2014). *El Sector Energético Español y Su Aportación a La Sociedad*. Madrid: Club Español de la Energía.

De la Cruz, J. (2006). *Bases para el Diseño de los Mercados Eléctricos*. Documento de trabajo No. 36, Centro Europeo de Regulación Económica, Madrid, España.

Del Castillo, F., y Martínez, J. (1986). Sobre la Utilización de la Matriz Inversa de Leontief en Economías Abiertas. *Estadística Española*, (112–113), 45–58.

Deloitte. (2011). *Impacto Económico de las energía renovables en el sistema productivo español*. Reporte para IDEA. Madrid, España.

Díaz, A. (2013). Relevancia y Actualidad de la Metodología Input-Output. En *Energía-Industria-Empleo* (pp. 13–14). Donostia-San Sebastián: Universidad de Deusto.

Dietzenbacher, E. (1997). In Vindication of the Gosh Model: A Reinterpretation as a Price Model. *Journal Of Regional Science*, 37, 629–651.

DOF. (2014). DOF: 11/08/2014 DECRETO por el que se expiden la Ley de la Industria Eléctrica, La Ley de Energía Geotérmica y se adicionan y reforman diversas disposiciones de la Ley de Aguas Nacionales.

DOF. (2015). Ley de Transición Energética. Recuperado de http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=541295&fecha=24/12/2015

Energía y Sociedad. (2018). Las claves del sector energético. Recuperado el 11 de noviembre de 2018 de <http://www.energiaysociedad.es/manenergia/1-1-que-es-la-eficiencia-energetica/>

Erdogdu, E. (2010). *Electricity Market Reform: Lessons for Developing Countries*. Tesis de Doctorado. Universidad de Cambridge, Cambridge, Inglaterra.

Fabris, E. (2016). Multiplicadores y Encadenamientos de la Economía Argentina. Un análisis a partir de la matriz de insumo producto. *Investigación En Modelos Matemáticos Aplicados a La Gestión y La Economía*, 3(3), 201–233.

Fernández, F. J., Galarraga, X., González, P., & Bhogal, P. (1999). *Evolución e impacto socio-económico del aeropuerto de Vitoria-Gasteiz*. (U. del P. Vasco, Ed.). Bilbao: Universidad del País Vasco.

Fernández, J. (2003). Experiencias Internacionales en mercados eléctricos liberalizados. *Anales de Mecánica y Electricidad*, Marzo-Abril, 70–76.

Figueroa, C., y Obed, C. (2015). Identificación de los sectores clave de la economía mexicana. *Investigación y Ciencia*, 23(65), 48–58.

Folk, H., & Hannon, B. (1974). An Energy, Pollution and Employment Policy Model. In M. Macrakis (Ed.), *Energy: Demand, Conservation, and Institutional Problem*. (pp. 159–174). Cambridge: MIT Press.

Fontela, E., y Pulido, A. (2005). Tendencias de la Investigación en el Análisis Input - Output. *Revista Asturiana de Economía*, (33), 9–29.

Gallego, J., y Victoria, M. (2012). *Entiende el Mercado Eléctrico*. El observatorio Crítico de la Energía. Recuperado de Http://www.observaelmercadoelectrico.net/Descargas/Entiende_el_mercado_el_electrico.pdf

García-Álvarez, M. T., & Moreno, C. (2012). Un Análisis de los Efectos de la Reforma del Sector Eléctrico Español sobre su Estructura y Competencia. *Regional and Sectoral Economic Studies*, 12(2).

García, G. (2018). La regulación, factor esencial en un mercado liberalizado. *Energía a Debate*, 85. Recuperado de <https://www.energiaadebate.com/blog/3107/>

García, J., & Palacios, C. (2006). La integración energética de los países nórdicos -Nord Pool-: lecciones para otros mercados. *Lecturas de Economía*, 64(64), 119–142.

Gastélum, M. (2009). *Requerimientos Sectoriales de Energía Eléctrica en México. Una aplicación del concepto de entropía de Theil al análisis insumo-producto*. Tesis de Doctorado, Universitat Autònoma de Barcelona. Barcelona, España.

Guevara, Z., y Domingos, T. (2017). The multi-factor energy input–output model. *Energy Economics*, 61, 261–269.

Guevara, Z., Domingos, T., Lisboa, U. De, Grande, C., Lisboa, U. De, y Pais, R. (2015). The ultimate energy input-output model. En *23rd International Input*

Output Conference in Mexico City. México, D.F.

Hannon, B. (2010). The role of input – output analysis of energy and ecologic systems In the early development of ecological economics — a personal perspective. *Ecological Economics Reviews*, 1185, 30–38.

Hannon, B., Blazeck, T., Kennedy, D., & Illyes, R. (1983). A comparison of energy intensities: 1963, 1967 and 1972. *Resources and Energy*, 5(1), 83–102.

Hartner, M. (2013). A product orientate view on energy use. En Universidad de Deusto (Ed.), *Energía-Industria-Empleo: Metodología Input-Output* (pp. 105–123). Donostia-San Sebastián.

Herendeen, R. (1974). Affluence and Energy Demand. *ASME Journal of Mechanical Engineering*, 96(10), 18–22.

Hernández, G. (2012). Matrices Insumo-Producto y Análisis de Multiplicadores: Una Aplicación para Colombia. *Revista de Economía Institucional*, 14(26), 203–221.

Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6a Edición). México, D.F.: McGRAW-HILL.

Hoch, I., & Carson, R. T. J. (1984). *An Energy-Oriented Input-Output Model*. *RESOURCES FOR THE FUTURE, INC.* Washington, D.C. Reporte para Research Reports Center.

INEGI. (2017). INEGI- PIB y Cuentas Nacionales. Recuperado de <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/cn/mip13/default.aspx>

Irastorza, V., & Montalvo, J. (2018). Evolución del Mercado Eléctrico Mayorista mexicano. *Energía a Debate*, 185. Recuperado de <https://www.energiaadebate.com/blog/3111/>

KPMG. (2014). *Reforma Energetica. La nueva realidad en Mexico*. Recuperado de <https://assets.kpmg.com/content/dam/kpmg/pdf/2015/04/Reforma-Energetica-140415.pdf>

Leontief, W. (1986). *Input-Output Economics* (2a ed.). New York: Oxford University Press.

Leontief, W. (1993). *Análisis económico input-output*. México, D.F.: Printer Industria Gráfica, S.A.

Loizou, E., Chatzitheodoridis, F., Michailidis, A., Tsakiri, M., & Theodossiou, G. (2015). Linkages of the energy sector in the Greek economy: an input-output approach. *International Journal of Energy Sector Management*, 9(3), 393–411.

Miller, R., & Blair, P. (2009). *Input-Output Analysis Foundations and Extensions*. (Cambridge, Ed.) Cambridge (Second Ed). Cambridge.

Naciones Unidas. (2009). *Sistema de Cuentas Nacionales 2008*. Santiago de Chile. Recuperado de http://www.bcn.gob.ni/publicaciones/metodologias/documentos/Documento_metodologico_principal.pdf

Núñez, G., & Cruz, Á. (2009). Matriz insumo-producto de Oaxaca y un análisis de su economía. (Spanish). *Revista Mexicana de Economía y de Los Recursos*

Naturales, 2(3), 105–125.

Núñez, G., & Romero, J. (2016). *Contabilidad insumo-producto y un análisis comparativo-estructural de la economía mexicana* *. Documento de trabajo No. V-201, El Colegio de México. Ciudad de México, México.

Oosterhaven, J. (1996). Leontief versus Ghoshian Price and Quantity Models. *Southern Economic Journal*, 62(3), 750–759.

Pacheco, E. (2012). *Estudio de Dependencias en los Mercados Eléctricos. Universidad Politécnica de Cartagena*. Tesis de Licenciatura, Universidad Politécnica de Cartagena. Cartagena, Colombia.

Parra, J. C., y Pino, O. (2008). Obtención de una matriz insumo-producto a 20 sectores y análisis de los encadenamientos productivos para la región del Bío-Bío, base 2003. *Horizontes Empresariales*, 7(1), 9–25.

Patiño, L. (2008). *Análisis de las necesidades De energía primaria desde La perspectiva del modelo insumo producto (input–output): Aplicación a la economía Colombiana*. Tesis de Doctorado, Universitat Autònoma de Barcelona. Barcelona, España.

Pérez, J., Batlle, C., & Vázquez, C. (2006). *Los Mercados Eléctricos En Europa*. Documento de trabajo No. IIT-06-029^a Universidad Pontificia Comillas. Madrid, España.

PwC. (2012). Estudios de Impacto Económico. Recuperado de <https://www.pwc.es/es/sector-publico/assets/brochure-estudios-impacto->

economico.pdf

Ramos, C., Álvarez, E., Mendoza, A. C., & Unai, C. (2013). Un Análisis de la Descomposición de la Rama Eléctrica en las Tablas Input-Output. En *Evolución y contrastes de las metodologías sobre la relación economía-industria y empleo* (pp. 53–68). Donostia-San Sebastián: Universidad de Deusto.

Sánchez, J. (1999). Eficiencia termodinámica y el valor económico. In *VII Jornadas de Economía Crítica* (pp. 2–4). Albacete.

Sasigain, F. J. (1996). Multiplicadores de Empleo en el País Vasco. *Economiaz*, X36(03), 221–243.

Schuschny, A. R. (2005). *Tópicos sobre el Modelo de Insumo-Producto: teoría y aplicaciones. Estudios Estadísticos y Prospectivos* (Vol. 37). Santiago de Chile: Naciones Unidas.

SENER. (2011). *Indicadores de Eficiencia Energética en México: 5 sectores, 5 retos*.

SENER. (2016). *Prospectiva del sector eléctrico 2016-2030*. México. Recuperado de http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/177626/Prospectiva_del_Sector_Elctrico_2016-2030.pdf

SENER. (2017). *Prospectiva del Sector Eléctrico 2017-2031*, 34.

SENER. (2018). Sistema de Información Energética. Recuperado de <http://sie.energia.gob.mx/bdiController.do?action=temas>

Shields, D. (2018). El futuro de la electricidad. *Energía a Debate*, 85, Introducción. Recuperado de <https://www.energiaadebate.com/blog/3103/>

Siadeco, S. de I. (2015). *Valor e impacto económico del Euskera*. Reporte para el Departamento de Educación, Política Lingüística y Cultura del Gobierno Vasco, Vitoria, País Vasco.

Sigler, E. (2018). ¿Qué hay detrás del alza de las tarifas eléctricas a las empresas? Recuperado de <https://expansion.mx/empresas/2018/09/25/que-hay-detras-del-alza-de-tarifas-electricas-a-empresas>

Srivastava, A. K., Kamalasadán, S., Patel, D., Sankar, S., & Al-Olimat, K. S. (2011). Electricity markets: an overview and comparative study. *International Journal of Energy Sector Management*, 5(2), 169–200.

Universidad Autónoma de Barcelona. (2009). VI Jornadas de Análisis Input-Output.

Valdéz, M. (2014). *Apertura Comercial y Desempeño de la Economía del estado de Jalisco. Un Análisis Multisectorial de Insumo-Producto*. Tesis de Doctorado, Universidad Autónoma de Coahuila. Coahuila, México.

Vargas, B., & Hernández S., R. (2013). Privatización del Sector Eléctrico Nacional: Análisis de Modelos Internacionales Aplicados a la Economía Mexicana. Recuperado de <https://ideas.repec.org/a/erv/observ/y2013i1833.html>

Wilting, H. (1996). Input-output analysis. *In An energy perspective on economic activities* (pp. 19-46). Recuperado de

<http://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

Zendejas, F. (2018). La Reforma Energética brinda nuevas perspectivas al sector eléctrico. *Energía a Debate*, 85. Recuperado de <https://www.energiaadebate.com/blog/3105>

Zhang, X.-P (2010). *Restructured Electric Power Systems: Analysis of Electricity Markets with Equilibrium Models*. (J. & S. Wiley, Ed.) Hoboken, New Jersey: IEEE.