



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN INGENIERÍA
ENERGÍA – ECONOMÍA DE LA ENERGÍA

EVALUACIÓN SOCIO-ECONÓMICA DE
CENTRALES NUCLEARES EN MÉXICO

TESIS
QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:
MAESTRO EN INGENIERÍA

PRESENTA:
CUAUHTÉMOC SOLÓRZANO SANTANA

TUTOR PRINCIPAL
JUAN LUIS FRANÇOIS LACOUTURE,
FACULTAD DE INGENIERÍA

MÉXICO, D. F. Enero de 2014

JURADO ASIGNADO:

Presidente: **Dr. Reinking Cejudo Arturo Guillermo**

Secretario: **Dr. François Lacouture Juan Luis**

Vocal: **Dra. Martín Del Campo Marquez Cecilia**

2º Vocal: **Dr. Alvarez Watkins Pablo**

3er Vocal: **Dr. Trejo Reyes Saúl**

Lugar o lugares donde se realizó la tesis: México, D.F., Diciembre de 2013.

TUTOR DE TESIS:

Dr. Juan Luis François Lacouture

FIRMA

(Segunda hoja)

A mi familia:

Gracias a quien soy,

Y a quien me debo.

Agradecimientos

Desde luego, a los doctores Juan Luis François Lacouture, Cecilia Martín del Campo Márquez, Guillermo Arturo Reinking Cejudo, Pablo Álvarez Watkins y Saúl Trejo Reyes. Cuentan con mi absoluta gratitud y reconocimiento como ejemplos a seguir.

A la UNAM y particularmente a mi añorada Facultad de Ingeniería; cuyas simples menciones me provocan los más elevados sentimientos.

Al apoyo y seguimiento constantes que recibí de parte del CONACYT; indispensables para el alcance de este objetivo.

Índice

Introducción	1
1. Centrales Nucleoeléctricas.	4
2. Índices Energéticos de Desarrollo Sustentable	14
2.1 Problemática.	14
2.2 Índices Energéticos de Desarrollo Sustentable (IEDS).	19
2.2.1 IEDS en el caso particular de México.	20
2.3 Evaluación de una central nuclear empleando IEDS.	22
2.3.1 Disposición de los residuos	25
3. Matriz Insumo-Producto	39
3.1 Descripción de cada sector enlistado en la MIP nacional.	48
3.2 Encadenamientos sectoriales.	52
4. MIP aplicada a una central nuclear.	63
4.1 Ajuste de las características de la central a la MIP.	64
Conclusiones	77
Glosario de Acrónimos	80
Apéndice A	84
Apéndice B	101
<u>Índice de Tablas</u>	
Tabla 1.1. Visión Mundial de la nucleoelectricidad.	7
Tabla 2.1 Indicadores Energéticos de Desarrollo Sustentable de la IAEA	20
Tabla 2.2 Criterios utilizados para comparar la sustentabilidad de las plantas de generación	15
Tabla 2.3 Equivalente de dosis por tipo de fuente.	17
Tabla 2.4 Tipos de Costos	32

Tabla 3.1 Clasificación de Sectores en la MIP 20.	50
Tabla 3.2 Clasificación de Sectores en función de sus encadenamientos	57
Tabla 3.3 Clasificación de sectores a partir de la MIP 20 nacional y sus encadenamientos totales medios.	58
Tabla 3.4 Clasificación de sectores a partir de la MIP Sub_79 nacional y sus encadenamientos totales medios.	60
Tabla 4.1 Clasificación de los sectores principales involucrados en una central nuclear (MIP 20).	65
Tabla 4.2 Clasificación de los subsectores principales en una central nuclear (MIP s_79).	66
Tabla 4.3 Importaciones, impuestos y valor agregado para cada sector involucrado en la construcción de una central nuclear (MIP 20).	69
Tabla 4.4 Importaciones, impuestos y valor agregado (millones de dólares) para cada sector involucrado en la construcción de una central nuclear (MIP Sub_79).	73
Tabla A.1 Desagregación en 79 subsectores de la MIP nacional, Producto interno bruto por sector y subsector.	88
Tabla A.2 Matriz Simétrica total de insumo-producto por sector de actividad (20), miles de pesos, precios básicos de 2003.	89
Tabla A.3 Coeficientes de Producción Primarios.	90
Tabla A.4 Necesidades de Insumos Primarios para todas las industrias.	91
Tabla A.5 Matriz de coeficientes técnicos.	92
Tabla A.6 Matriz "B", o Inversa de Leontieff.	93
Tabla A.7 Encadenamientos directos y totales por sector de actividad.	94
Tabla A.8 Encadenamientos totales medios hacia adelante y atrás por sector de actividad, MIP 20.	95
Tabla A.9 Encadenamientos medios totales MIP Sub_79	100

Índice de Figuras

Figura 1.1 Trayectorias de precios de combustibles en el escenario de planeación 2010-2025	9
Figura 1.2 Generación bruta en el servicio público por tipo de central, 2000-2011 (GWh)	10
Figura 1.3 Generación Nucleoeléctrica en 2010 por país	11
Figura 2.1 Número de accidentes por cada 200 mil horas-hombre laboradas, entre el promedio de horas-hombre laboradas reales en el periodo de cálculo.	24
Figura 2.2 Tasas de daños agregadas para accidentes severos (1969-2000) para distintos energéticos y en países miembros y no miembros de la OCDE	27
Figura 2.3. Emisiones de GEI's por tipo de tecnología.	34
Figura 3.1. Matriz de Contabilidad Social Genérica	40
Figura 3.2 Modelo básico de la MIP	42
Figura 4.1 Componente nacional respecto a la inversión total de una nucleoeléctrica (MIP 20).	67
Figura 4.2 Efectos totales por sector	70
Figura 4.3 Análisis de sensibilidad respecto al componente importado en cada sector involucrado en el proyecto.	71
Figura 4.4	
Componente nacional respecto a la inversión total de una nucleoeléctrica (MIP s_79)	72
Figura 4.5 Análisis de sensibilidad respecto al componente importado en cada sector involucrado en el proyecto (MIP sub_79)	75

Introducción

El objetivo del presente trabajo de tesis es realizar una evaluación objetiva respecto a los beneficios sociales, ventajas económicas y, a su vez, delimitar los patrones de influencia en las distintas ramas del sector productivo que tiene una central nuclear con el fin de aportar un complemento a los análisis económicos que deben llevarse a cabo cuando se busca expandir las capacidades de producción eléctrica a nivel nacional, y determinar si dicho complemento afectaría sustancialmente los planes de expansión actuales. Por lo tanto, esta investigación pretende aportar factores de tipo socio-económico que actualmente no son ponderados en la planeación del sector eléctrico, para mejorar la factibilidad de los nuevos proyectos de construcción de centrales eléctricas. En esta investigación no se realizarán estudios de expansión del SEN, sino que se analizará el impacto de estos factores socio-económicos para el caso específico de la generación con centrales nucleoelectricas.

La justificación para realizar este estudio se encuentra en el hecho de que la Ley de Servicio Público de Energía Eléctrica estipula en el artículo 37-BIS que: *-Para la prestación del servicio público de energía eléctrica deberá aprovecharse tanto en el corto como en el largo plazo, la producción de energía eléctrica que resulte de menor costo para la Comisión Federal de Electricidad, considerando para ello las externalidades ambientales para cada tecnología, y que ofrezca, además, óptima estabilidad, calidad y seguridad del servicio público-*. A su vez, en diversos estudios de expansión del Sistema Eléctrico Nacional (SEN), se elaboran prospectivas con base en toma de decisiones multicriterio; esto es, teniendo en cuenta que cada forma de generación eléctrica ofrece ventajas y desventajas respecto a las demás, se “califican” ponderando y restringiendo los criterios a los que se quiera dar prioridad (tales como la cantidad de emisiones por GWh producido, el costo unitario nivelado, los riesgos económicos que implique el proyecto, la necesidad de diversificar las fuentes de generación, etc.), en congruencia con las necesidades específicas y el plan de desarrollo del país. Por esto, surge la hipótesis que da origen a este estudio: se necesitan considerar estudios socioeconómicos de distinta índole a los empleados actualmente para la planeación de la adición de capacidad instalada para generación eléctrica, de manera que se pueda cumplir de mejor manera lo estipulado en la reglamentación vigente y en los documentos oficiales que establecen la conducción del sector energético en México. Esta hipótesis se reafirma también con el hecho de que diversos proyectos económicamente atractivos han sido

frecuentemente detenidos debido a reticencias de la población, aducidas por las causas que fueren, y esto evidentemente es una situación indeseable. De haber informado previamente a la sociedad, ésta hubiese podido aceptarlo bajo ciertas condiciones o bien, en el peor de los casos, se hubiese detenido el proyecto antes de invertir una mayor cantidad de recursos y tiempo, reflejándose esto en la posibilidad de encausarlos a otros prospectos, o de reestructurar el rumbo de las decisiones por tomar, ya que un esquema tradicional de evaluación económica pierde el contexto social y político de una inversión de gran magnitud; inclusive de las propias relaciones en la economía interna, como se verá más adelante.

Se evaluará, asimismo, la necesidad de también tomar en cuenta los impactos sociales y las variaciones en algunos índices de desarrollo que puede llegar a tener la producción de energía nuclear, así como en el impulso o agravio en las diversas ramas de la economía del país al añadir una central de este tipo al parque de generación.

Los objetivos que se pretende cubrir son:

- Evaluar la funcionalidad de los Indicadores Energéticos de Desarrollo Sustentable (IEDS), aplicados al caso particular de las centrales nucleares en México.
- Tipificar la economía mexicana con base en la información presentada en la Matriz Insumo-Producto publicada por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía en 2003.
- Analizar el crecimiento del sector productivo mediante la metodología de la matriz insumo producto, una vez que se integra una central nuclear al parque de generación de energía eléctrica.
- Realizar una evaluación entre las ventajas y desventajas que presentan estas plantas, desde un punto de vista económico-social.

Para tal efecto, la tesis se estructura de la siguiente manera:

En el primer capítulo se presentan los aspectos más relevantes que influyen en la decisión de expandir la capacidad nuclear, y se comenta cada uno de ellos. La evolución del precio del combustible en comparación con otros energéticos, la evolución de la fracción de la matriz energética correspondiente a nucleoelectricidad, y la situación de México en un contexto internacional. Finalmente se estudian los escenarios de planeación de la Secretaría de Energía (SENER) y de la Comisión Federal de Electricidad (CFE).

En el segundo capítulo se presenta el contexto histórico en el cual surgieron los Índices Energéticos de Desarrollo Sustentable, otras iniciativas de índole similar, y los resultados obtenidos tras su implementación en diversos países. Se habla también del caso de México, los programas que se desarrollaron simultáneamente a la implementación de los indicadores, los resultados obtenidos y el seguimiento posterior que se les dio. Se discriminan ciertos indicadores por no ser factibles para realizar comparaciones entre centrales de generación eléctrica, y se evalúa con éstos una central nuclear de tipo BWR.

En el capítulo tercero se habla del surgimiento de la Matriz Insumo-Producto y la información necesaria para su compilación, además de las estadísticas a partir de las cuales se derivan los datos de la matriz. Para el caso de México se presenta la estructura sectorial en la cual se desagrega la información que se empleará posteriormente, y a partir de dicha matriz se caracteriza la economía mexicana para el periodo de estudio. Posteriormente, se tipifican los sectores mostrados con el fin de evidenciar aquellos que tienen mayor capacidad de influencia en los otros sectores; ya sea como proveedores de insumos, como compradores, o ambos.

En el cuarto capítulo se desglosa la información necesaria de una central que es necesaria como datos de entrada para poder emplear la Matriz Insumo-Producto, posteriormente se obtienen las variaciones en la estructura productiva nacional al introducir una nueva central nuclear a la matriz energética actual, y se presenta un análisis de sensibilidad en el que se observa la variación en el efecto final de cada sector en función de la fracción que corresponde a inversión nacional. Todo esto de tal forma que se agregue una metodología complementaria a los típicos estudios económicos que se realizan al considerar la anexión de éstas.

Finalmente, se presentan las conclusiones generales a las que se llegó en este trabajo de investigación.

1. Centrales Nucleoeléctricas.

Una central de generación de energía eléctrica, además de cumplir con su fin ulterior, que implica evidentemente proveer energía eléctrica, es a su vez un medio con el cual se puede impulsar el desarrollo; concepto del cual se hablará en el capítulo segundo. Este impulso puede lograrse, por una parte, al crear capacidad industrial nacional, al fomentar una derrama económica en las poblaciones aledañas por medio de la creación de empleos directos e indirectos, al crear de infraestructura alrededor del proyecto que redundará en mayores inversiones locales y nacionales, etc. Es por esto que la importancia de seleccionar una central de generación a partir de las opciones disponibles radica en buscar congruencia con las políticas de desarrollo que se estén impulsando, a la vez que se procure minimizar los impactos negativos de los cuales ningún tipo de tecnología está exenta.

Por otra parte, toda proyección a futuro de la generación de energía debe centrarse en varios aspectos clave, que son: el entendimiento de la situación actual del sector junto con la visión social (en este caso particular, de la energía nuclear), la evolución en el tiempo de la capacidad instalada, y la planeación a futuro, considerando en particular para la expansión del parque de generación, el suministro del combustible y la adición de la capacidad de generación necesaria tomando como punto de partida las proyecciones de demanda. Por tal motivo, en este capítulo se presenta, en primer instancia, la evolución temporal que han tenido tanto la matriz energética en México, como los mercados de combustible nuclear nacional e internacional, así como la visión social que se tiene de la energía nuclear en ambos contextos. Este preámbulo, junto con el marco regulatorio al cual están sujetas, y los sectores de la economía que se ven afectados de manera positiva o negativa debido a la introducción de una nueva central al parque de generación permitirá inferir escenarios de crecimiento realistas.

Las decisiones de expansión del SEN se toman con varios años de anticipación, y dentro de éstos, entre 4 y 7 años en el análisis de opciones de centrales de generación; mientras que en proyectos de transmisión el tiempo promedio es de 3 a 5 años aproximadamente. En estas decisiones debe considerarse que se deben cumplir distintos objetivos, aunque posiblemente éstos sean intrínsecamente antagónicos (p. ej. Diversificación de la matriz energética vs. Reducción en el costo de generación por combustibles fósiles baratos). Asimismo, un elemento esencial que no debe perderse de vista con el fin de diseñar estrategias congruentes es el considerar la política

energética como parte de una política socioeconómica de largo plazo de tipo sectorial, de igual forma que con la minería, industria, transporte, etc., a diferencia de las políticas generales (empleo, finanzas, institucionales, etc.)[1].

Según se indica en el Artículo 33 de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal (APF), corresponde a la *Secretaría de Energía “Establecer y conducir la política energética del país, así como supervisar su cumplimiento con prioridad en la seguridad y diversificación energéticas, el ahorro de energía y la protección del medio ambiente, para lo cual podrá, entre otras acciones y en términos de las disposiciones aplicables, coordinar, realizar y promover programas, proyectos, estudios e investigaciones sobre las materias de su competencia”*.

Ahora bien, en el octavo artículo de la Ley de Servicio Público de Energía Eléctrica, se indica el carácter jurídico de la Comisión Federal de Electricidad, como un organismo público descentralizado con personalidad jurídica y patrimonio propio (NO como empresa). Un organismo descentralizado es una Entidad de la Administración Pública Paraestatal con personalidad jurídica y patrimonio propio, cuyo objetivo es la prestación de un servicio público o social, la explotación de bienes o recursos propiedad de la nación, la investigación científica y tecnológica, o la obtención o aplicación de recursos para fines de asistencia o seguridad social. En este sentido, y considerando lo establecido en el párrafo anterior para las responsabilidades de la Secretaría de Energía, se da por hecho que la planeación que CFE realice deberá ser congruente con la política de desarrollo a la cual busque coadyuvar la política energética a cargo de la Secretaría. Esto es importante mencionarlo ya que los objetivos de una empresa difieren muchas veces de los objetivos de un organismo descentralizado, y una empresa comúnmente vería poco atractivo un proyecto cuya rentabilidad es baja, aun si pudiera demostrarse que dicho proyecto contribuiría al desarrollo local y provocaría además que la implementación de estrategias se viera supeditada a la negociación inherente al poder compartido para la toma de decisiones.

Una vez establecido que CFE será el único organismo autorizado para generar electricidad por medios nucleares (Ley Reglamentaria del artículo 27 constitucional en materia nuclear), debe a su vez hacerlo aprovechando *“tanto en el corto como en el largo plazo, la producción de energía eléctrica que resulte de menor costo considerando para ello las externalidades ambientales para*

cada tecnología, y que ofrezca, además, óptima estabilidad, calidad y seguridad del servicio público..." (Art. 36 BIS, LSPEE). De esto se concluyen varias cosas:

1. Como a la fecha sólo CFE puede operar una central nuclear, con este tipo de tecnología no puede ocurrir el crecimiento de la participación privada que incentiva el conflicto con los intereses de las empresas y el estado; lo cual resulta en una reorientación de la toma de decisiones.
2. Considerar en el criterio económico únicamente aquella tecnología que resulte de menor costo implicaría seleccionar únicamente centrales de ciclo combinado, con los riesgos asociados a la dependencia de un solo combustible y la menor diversificación de la matriz energética.
3. La evaluación de las posibilidades para generar electricidad debe ser capaz de abarcar lo más posible lo mencionado en la Ley de Servicio Público de Energía Eléctrica.
4. En el aspecto ambiental, las externalidades asociadas a la generación de energía tienen que considerarse junto con el objetivo establecido en la Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética (LAERFTE) que consiste en contar con una participación máxima de 65% de combustibles fósiles en la generación de energía eléctrica para 2024, 60% en 2035 y 50% en 2050. Si bien, en esta ley no se considera a la energía nuclear como energía renovable, para el cumplimiento de este objetivo puede contribuir la nucleoelectricidad como suministradora de carga base [2].

Las condiciones mencionadas en la LSPEE dejan de lado la visión social que se tiene respecto al tipo de tecnología que se use para la generación eléctrica, y en el caso específico de la nucleoelectricidad, ésta es la más controversial de todas las formas de generación eléctrica, y debido al temor generalizado que se tiene respecto al riesgo, el mayor problema que enfrenta el desarrollo de un programa nucleoelectrico es la aversión social; por lo que es necesario que dentro de la estructura financiera se consideren costos destinados a la difusión e información para la población respecto a sus ventajas y desventajas, a la par de la selección del sitio de construcción. En el caso de México debe comentarse que la aversión social no ha sido cuantificada de manera real; sin embargo los tomadores de decisión que influyen en la planeación suponen una

aversión social a la energía nuclear, que los hace despreciar los resultados del análisis multicriterio que consideran a esta opción energética favorable a impulsar el desarrollo sustentable.

Existe un indicador de “aversión al riesgo, o rechazo”, que cuantifica la pérdida de tierras [km²] y las muertes por accidente, calculando el valor máximo a través de análisis de riesgo para 1 GW-planta. Sobra mencionar la importancia de este indicador, y la necesidad de recalcar que frecuentemente no coincide con la percepción que tiene la sociedad en general en cuanto al riesgo de accidente que realmente se tiene.

En la Tabla 1.1 se presenta la visión social a nivel mundial y en algunos de los países con mayor generación de energía nuclear [3]:

	A favor	En contra
Opinión Global	49%	43%
E.E.U.U	47%	44%
Francia	48%	41%
Japón	39%	47%
China	70%	30%

Tabla 1.1. Visión mundial de la nucleoelectricidad.

Uno de los principales movimientos en contra de la energía nuclear es el denominado “Not In My Back Yard” (Sí, Pero Aquí No: SPAN, por sus siglas en español), que consiste de ciudadanos que en común rechazan la construcción de centrales nucleares cerca de sus localidades debido al peligro que creen tener al encontrarse cerca de una central. Como se mencionó anteriormente, en México no se tienen resultados de una consulta como para poder incluir los datos en la Tabla 1.1; sin embargo existe un movimiento significativo reacio a la CNLV llamado “Grupo de madres veracruzanas, A.C.”; el cual surgió desde inicios de la construcción de la misma. Pese al movimiento anteriormente mencionado, para la CNLV se ha tenido una aceptación pasiva [4] en las regiones aledañas que podría ser mayor con campañas de difusión a distintos niveles. Con el fin de mermar el porcentaje de la población con aversión a la energía nuclear, se ha propuesto segmentar aquellos grupos de la población que aceptan la energía nuclear, aquellos que son

indiferentes y aquellos con visiones en contra, esto con el fin de tomar acciones específicas para cada grupo. Una vez identificados los distintos grupos dentro de la población, se debe determinar cuáles serán los objetivos a alcanzar (convencimiento, aceptación, discusión), y los medios que se usarán para la consecución de los mismos (mesas de discusión, foros, medios masivos como radio, televisión, etc.), y finalmente establecer qué agrupaciones pueden contribuir a la promoción de la energía nuclear (universidades, compañías del ramo, etc.), asegurando que se cuente con apoyo político con el fin de dar congruencia a la imagen que se busque dar al público [5].

Debe notarse que aun considerando la fracción de la población reacia a los usos energéticos de la tecnología nuclear y al manejo de desechos radiactivos y su uso final, esto casi no ocurre con los usos farmacéuticos, alimenticios, etc. Cuya difusión es asimismo importante para inculcar en la población una imagen completa de la energía nuclear, y que a partir de ésta se genere una opinión favorable o desfavorable sustentada en información veraz y no en prejuicios infundados; para lo cual es indispensable contar con fuentes transparentes y facilidades de acceso a la información.

Además de la aceptación o aversión social, en un país los principales factores que influyen la decisión de incrementar o no la capacidad nuclear, son:

- Económicos.
- Políticos.
- Tecnológicos.
- Seguridad Energética y suministro de combustible.

Para el aspecto económico, se mostrará en el capítulo cuarto el impacto que puede llegar a tener una nucleoelectricidad en la economía nacional, como adición a las evaluaciones de factibilidad basadas en el cálculo del costo nivelado de generación de energía, y la sensibilidad respecto a indicadores económicos típicos, que aun si resultase poco atractivo el proyecto, puede demostrar el beneficio neto que representa para los sectores más trascendentes del país.

El aspecto político en parte deriva de la visión social generalizada y la negociación con grupos de presión, por lo que este aspecto puede solventarse en cierta forma con las medidas anteriormente propuestas.

En el aspecto tecnológico, se cuenta con la experiencia de varias décadas de la CNLV, y una cada vez mayor capacidad regulatoria, por lo que aun teniendo la necesidad de recurrir a empresas

extranjeras para el diseño o construcción, éstas serían menores que aquellas requeridas para la CNLV y se demuestra también con la matriz insumo producto que una inversión de esta índole impacta favorablemente al desarrollo tecnológico del país.

En cuanto a la seguridad energética, la introducción de más centrales nucleares implica, por una parte, diversificación de la matriz energética; lo cual reduce la dependencia que actualmente se tiene del gas natural y las centrales de ciclo combinado, y por otra parte, se puede llegar a justificar el desarrollo de industria nacional para las actividades de exploración y explotación de uranio con fines de enriquecimiento para producción de combustible nuclear; lo cual a la fecha es inviable debido a que únicamente la CNLV demanda combustible, y se ha convenido obtenerlo en mercados internacionales. Adicionalmente, se sabe de la estabilidad en el precio del combustible nuclear, y se estima que esto continúe en el largo plazo, como se muestra en la figura 1.1.

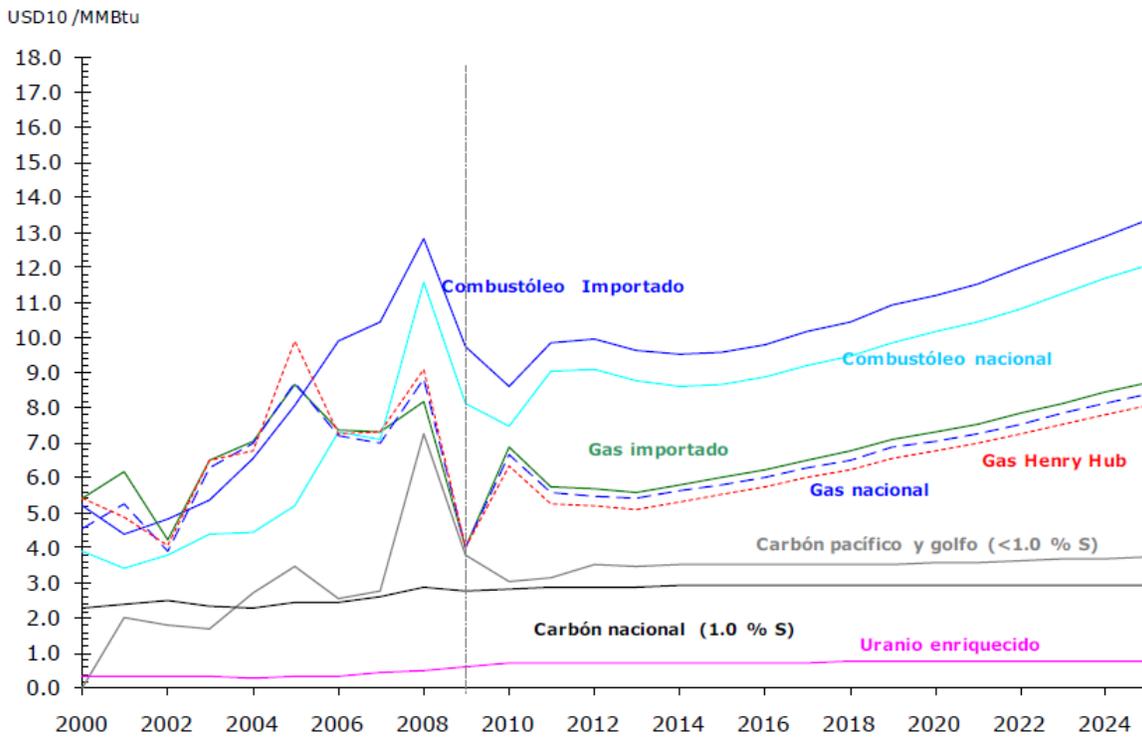


Figura 1.1 Trayectorias de precios de combustibles en el escenario de planeación 2010-2025 [6].

Por tales razones, es totalmente factible ampliar la capacidad nuclear, que, como se muestra en la figura 1.2, la generación bruta con base en energía nuclear en el servicio público en los años 2000-2011 ha tenido una tasa media de crecimiento anual de 1.9%, pasando de 8,221 GWh en 2000 a 10,089 en 2011, lo cual es bastante bajo.

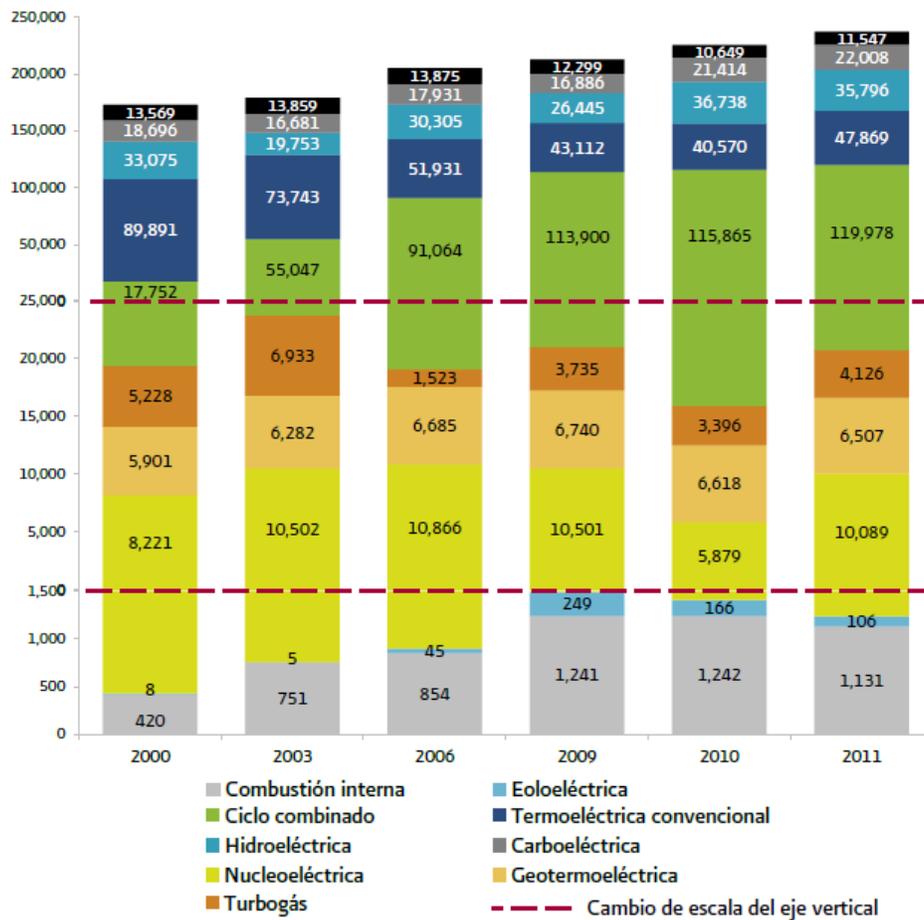


Figura 1.2 Generación bruta en el servicio público por tipo de central, 2000-2011 (GWh) [7].

Por otra parte, a nivel mundial en 2010, México se encontraba en el lugar veinticuatro en cuanto a generación nucleoeeléctrica [8], lo cual muestra el rezago que se tiene en ese aspecto, además de tener la ventaja de contar con la experiencia operacional compartida por los países productores de energía nuclear.

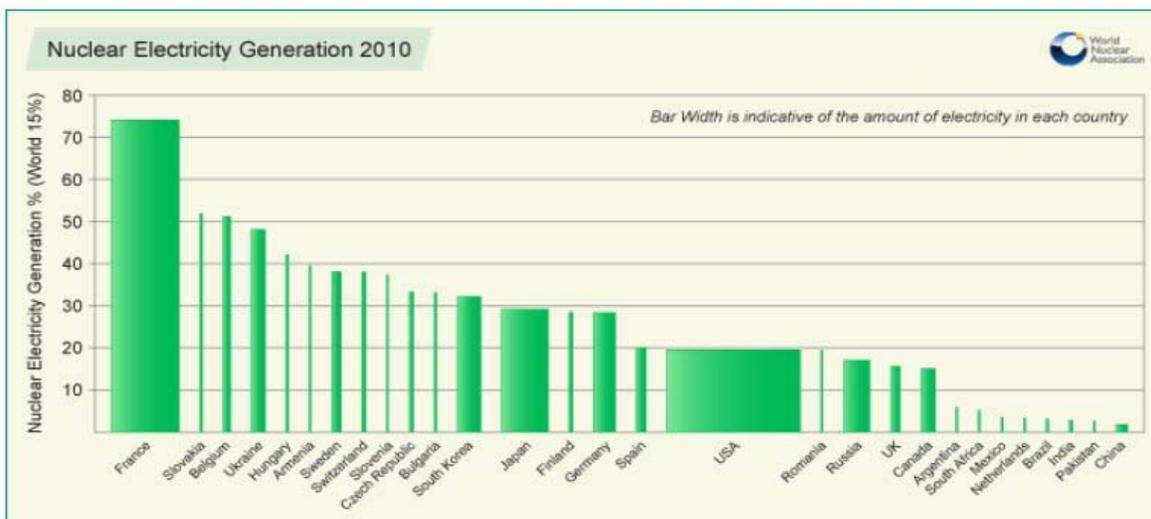


Figura 1.3 Generación Nucleoeléctrica en 2010 por país.

Actualmente cada unidad de la CNLV cuenta con 2,027 [MWt] (debido a la repotenciación del 5%, pasando de 1,931 a 2,027 [MWt], para los ciclos 7 y 4 de la unidad 1 y 2, respectivamente). Con base en las disposiciones de la LSPEE en cuanto a la reducción en la participación de combustibles fósiles en la generación de energía, en la Estrategia Nacional de Energía 2012-2026 se elaboraron 4 escenarios de planeación con distintas formas de diversificación [9]:

Inercial

- Mínimo Costo.
- 35% de la capacidad con fuentes limpias.
- No incluye externalidades ni volatilidad en precios de combustibles.

ENE 1 (Renovables)

- 7,857 MW con turbogás como respaldo, (1MW para cada 3 eólicos).
- Potencial para sólo 20,000 MW (insuficientes).
- Mitigación de 23 MtonCO₂eq/año.
- Diferencia en costos respecto al escenario inercial de 4,117 MDlls/año.

ENE 2 (Nucleoeléctricas)

- 7 u 8 centrales de 1,400 MW.
- Diferencia de 2,922 MDIIs/año.

ENE 3 (Híbrido Nuclear_ Eólico).

- 2 centrales nucleares de 1,400 MW (posiblemente en Laguna Verde) y 209 granjas eólicas de 100 MW, con 5,792 MW de respaldo con turbogás.
- Diferencia de 3,383 MDIIs/año.

En cada escenario, las diferencias de costos respecto al escenario inercial se podrían traducir en incrementos tarifarios. Sin embargo se observa en el Programa de Obras e Inversiones del Sector Eléctrico 2011-2025 que no se tiene contemplada la introducción de una nueva nucleoeléctrica (cuadros 3.15 a y b) [6], en el cual se muestran los requerimientos de capacidad adicional hasta 2025, el tipo de tecnología empleada, la capacidad por proyecto y año de operación; lo cual resulta en una necesidad de homologar lo publicado por SENER y CFE; bajo el contexto mencionado anteriormente para la congruencia en la elaboración de políticas sectoriales.

Referencias:

- [1] Organización Latinoamericana de Energía, et. Al. Energía y desarrollo sustentable en América Latina y el Caribe: Guía para la formulación de políticas energéticas. Quito, Ecuador, Julio de 2000. P. 73.
- [2] <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LAERFTE.pdf>
- [3] Vera, A. El desarrollo de la nucleoelectricidad en México y en el mundo, Coloquio de Especialidades ESIME Zacatenco, México, Octubre de 2011.
- [4] *Rafael Fernández de la Garza, et. al.* “La nucleoelectricidad una oportunidad para México”, Academia de Ingeniería, Octubre de 2009.
- [5] http://eventos.ai.org.mx/futuroenergianuclear/ponencias/leticia_juarez.pdf
- [6] Comisión Federal de Electricidad. Programa de Obras e Inversiones del Sector Eléctrico 2011-2025. México, 2011. P. 1-5.
- [7] Secretaría de Energía. Prospectiva del Sector Eléctrico 2012-2026. México, 2012.
- [8] World Nuclear Association: <http://www.world-nuclear.com/info/Current-and-Future-Generation/Nuclear-Power-in-the-World-Today/>.
- [9] Secretaría de Energía. Estrategia Nacional de Energía 2012-2026. México, 2012.

2. Índices Energéticos de Desarrollo Sustentable

2.1 Problemática.

Actualmente, la energía es indispensable en todos los sectores de las actividades humanas; ya sea como energéticos primarios o energía de uso final, y tal es el caso de la electricidad. Se ha demostrado que ésta juega un papel fundamental en el desarrollo tanto de los países, como de las personas, y por estas razones es necesario establecer mecanismos para monitorear las formas en las que se obtiene, los procesos que sigue en su transformación, y finalmente, los patrones en que se aprovecha como insumo para distintas actividades. En el caso particular de México, el sector energético constituye aproximadamente el 3% del PIB, el petróleo el 8 % de las exportaciones, y los impuestos al mismo aproximadamente el 40 % del presupuesto federal [1].

En 2010, la Secretaría de Energía registró un consumo de energía primaria nacional de 9,250.7 [PJ], mientras que el consumo final fue de 4,940 [PJ]. Para el mismo año, el consumo de energía eléctrica fue de 213,916.04 [GWh] (770.11 [PJ]), y los precios de los energéticos se incrementaron de forma general. Para el año 2035 se estima un crecimiento de 1.5% promedio anual en la demanda, asumiendo un crecimiento del PIB mundial de 140% y un aumento de 1.7 mil millones personas [Ibíd.].

La elección de las diferentes fuentes para la generación eléctrica se ha convertido en una tarea de planeación estratégica para el desarrollo sustentable de cada nación (actividad que compete al Estado, según el artículo 4º de la Ley de Servicio Público de Energía Eléctrica, LSPEE). Sin embargo, esta tarea es realmente complicada ya que existe una gran diversidad de fuentes de generación eléctrica con una amplia gama de ventajas o desventajas respecto a las demás, dadas sus diferentes cualidades. En México corresponde exclusivamente a la Nación, generar, conducir, transformar, distribuir y abastecer energía eléctrica que tenga por objeto la prestación de servicio público, en los términos del Artículo 27 Constitucional [2], a cargo de la Comisión Federal de Electricidad.

Relacionados al uso energético se encuentran la calidad de vida, la transición demográfica, emisión de contaminantes, etc. y la dimensión social del desarrollo sustentable, que refleja en una parte, la necesidad de la población de tener acceso a servicios energéticos básicos a precios asequibles (los estratos bajos consumen menos energía, utilizan fuentes de mala calidad y gastan

en ella una proporción comparativamente mayor de su ingreso). Una forma de evaluar estos principios es utilizar distintos criterios asociados a indicadores con el fin de ponderar variaciones en la sustentabilidad, así como para monitorear con el tiempo los sectores donde es necesario focalizar mayores esfuerzos con el fin de alcanzar progresivamente un mayor desarrollo sustentable; tal como mejorar los estándares de calidad de vida, mermar el daño al ambiente debido al consumo de energía, no comprometer la capacidad de abastecimiento en el futuro, etc.

El concepto de desarrollo se encuentra relacionado, en principio, con el desarrollo humano, definido como *"el proceso de ampliar la gama de opciones de las personas, brindándoles mayores oportunidades de educación, atención médica, ingreso y empleo, y abarcando el espectro total de opciones humanas, desde un entorno físico en buenas condiciones hasta libertades económicas y políticas"* [3]. Aquí se observan las dimensiones sociales y económicas al mencionarse las oportunidades de educación, atención médica, etc., la dimensión ambiental derivada del entorno físico e inclusive el aspecto político que se deriva del proceso de ampliación de la gama de opciones de las personas, que a su vez se traduce en un aumento de libertades.

Ahora bien, el desarrollo sustentable fue por primera vez definido en 1987 en el informe Brundtland de la siguiente manera: *"Un desarrollo que satisface las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer la capacidad de futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades"* [4]. La Comisión de Desarrollo y Medio Ambiente de América Latina y el Caribe extendió esa definición a: *"Un desarrollo que distribuya más equitativamente los beneficios del progreso económico, proteja al medio ambiente nacional y mundial en beneficio de las futuras generaciones y mejore genuinamente la calidad de vida"* [3]. Otro aspecto que va cobrando cada vez más relevancia es la denominada "ética del desarrollo", que pretende introducir una perspectiva crítica, examinando cómo el desarrollo puede ser concebido en la promoción de la democracia y de un ambiente sustentable, socialmente justo, e incluso para todas las sociedades. Cataloga al desarrollo sustentable no únicamente como un concepto abstracto, sino una serie complicada de modalidades, estructuras y prácticas utilizadas para combatir la pobreza, la guerra, el desplazamiento de las personas, la contaminación y las injusticias sistémicas, y del sistema a la que una enorme proporción de la población del planeta se encuentra sujeta.

Con base en estas definiciones, es necesario buscar un desarrollo sustentable balanceando las dimensiones (con base en criterios establecidos) económica, social, y cada vez más importante, la

ambiental, en políticas encaminadas a desarrollarlas simultáneamente y a estudiar sus impactos e inter-relaciones, considerando que el desarrollo sustentable no es un objetivo en sí que pueda alcanzarse en un horizonte de planeación establecido, sino una condición de equilibrio entre todos los factores que buscan mejorar la calidad de vida a la cual debe aspirar cada nación. El proceso de planeación para la expansión del sistema eléctrico mexicano, siendo una pequeña parte de las políticas económicas, forzosamente debe considerarse como una herramienta para alcanzar tales objetivos. Tomando en cuenta la necesidad de incorporar al desarrollo sustentable en el proceso de planeación y formulación de políticas energéticas, dentro de los estudios de expansión del SEN se elaboran prospectivas basadas en toma de decisiones multicriterio; esto es, teniendo en cuenta que cada forma de generación eléctrica ofrece ventajas y desventajas respecto a las demás, se “califican” ponderando y restringiendo aquellas características a las que se quiera dar prioridad (tales como la cantidad de emisiones por [GWh] producido, el costo unitario nivelado de generación de energía, los riesgos económicos que implique el proyecto, la necesidad de diversificar las fuentes de generación, etc.), en congruencia con las necesidades específicas y el plan de desarrollo del país.

Asimismo, la noción de sustentabilidad da lugar a dificultades conceptuales por encima de la ya compleja política subyacente. Como se muestra en la formulación del informe Brundtland de 1987, la sustentabilidad depende totalmente de la comprensión de las "necesidades"; nuestras y aquellas de "generaciones futuras", por lo que el tema incluye también debates filosóficos y estudios interdisciplinarios. A la fecha aún se discuten las implicaciones de la definición del desarrollo sustentable, ya que se establece implícitamente una clasificación en subdesarrollados, en desarrollo y desarrollados. Algunos activistas han tachado este concepto de una nueva codificación de “neo-imperialismo” que fomenta dependencias entre países [5].

Conceptualmente, el desarrollo sustentable es adecuado, y más que estudiar el trasfondo y las interpretaciones tendenciosas, éste debe impulsarse y generalizarse en la medida de lo posible.

Los pensamientos y concepciones confusas acerca del desarrollo, de las necesidades, así como de los diferentes sectores socioeconómicos del país, se reflejan en el diseño inapropiado de proyectos que no funcionan, con un alto costo de oportunidad en términos de iniciativas potencialmente valiosas que, como consecuencia, no pueden ser financiadas y culminan en un rechazo por parte de la población. Existe, de hecho, una gran cantidad de literatura que explica el

fracaso de programas y proyectos de ayuda al desarrollo y explican por qué a menudo éstos no logran resultados, aunque en la mayoría de los casos abordan el problema en términos puramente técnicos y económicos, omitiendo la dimensión social y humana del desarrollo; el cual, no obstante, siempre se ha justificado a sí mismo como innatamente social y humano. Es aquí, precisamente, en donde la "ética del desarrollo" puede ser de inmenso valor y podrá quizás coadyuvar en la correcta implementación y seguimiento de proyectos sociales. El principio fundamental que debe tenerse en cuenta es que aun buscando generalizar los beneficios del progreso de la humanidad, las necesidades particulares nunca podrán homologarse en diferentes comunidades; inclusive de un mismo país, y no dejar de lado la amplia riqueza y diversidad cultural es el punto de partida en la adecuación de proyectos a dichas necesidades.

Ya se menciona en el artículo 25 de la Constitución, lo relativo a la justa distribución del ingreso y la riqueza:

"Corresponde al estado la rectoría del desarrollo nacional para garantizar que éste sea integral y sustentable, que fortalezca la soberanía de la nación y su régimen democrático y que, mediante el fomento del crecimiento económico y el empleo y una más justa distribución del ingreso y la riqueza, permita el pleno ejercicio de la libertad y la dignidad de los individuos, grupos y clases sociales, cuya seguridad protege esta Constitución" (DOF, 28-jun-1999).

Si bien corresponde al estado la rectoría del desarrollo, es necesario desarrollar capacidad productiva a nivel generalizado y que se contribuya en todos los niveles, estableciendo objetivos específicos, estrategias y líneas de acción encausadas a la consecución de dichos objetivos; mismos que en teoría deben plasmarse en el Plan Nacional de Desarrollo vigente.

2.2 Índices Energéticos de Desarrollo Sustentable (IEDS).

En el contexto introductorio anteriormente mencionado se crearon los IEDS, buscando establecer dichas relaciones, y delimitando los sectores en los cuales hace falta poner más atención, para poder así encausar decisiones informadas orientadas a un verdadero desarrollo sustentable. La Agencia Internacional de Energía Atómica (IAEA) comenzó un programa a largo plazo con los IEDS

en 1999, colaborando con diversas organizaciones internacionales (IEA, UNDESA [6]) ¹ y algunos estados miembros de la Agencia Internacional de Energía (AIE).

Con estos indicadores es posible elaborar esquemas de planeación con el objetivo de formular estrategias energéticas, pudiendo tener impacto directo en el desarrollo sustentable, tales como identificar el progreso de políticas pasadas, ofrecer información estadística y coherencia a nuevas propuestas, analizar los riesgos y vulnerabilidades del sector, eliminar sesgos en el abastecimiento energético y en la distribución de recursos, evaluar objetivamente los impactos en el ambiente, etc.

Tras varios años de mejoría constante, y una vez que se conocieron las limitantes de los indicadores originales (como la dificultad de contar con cifras fidedignas y la interrelación entre los mismos y la necesidad de acotarlos a una sola categoría), se propuso reducirlos a un total de 30, subdivididos en las dimensiones social, económica y ambiental. Estos 30 indicadores se enlistan en la siguiente tabla; misma en la que las celdas de la segunda columna indican la categoría a la que pertenece el indicador: SOC para social, ECO para económico y ENV para ambiental. Es necesario recalcar que estos indicadores fueron pensados en la estrategia de desarrollo de todo el país, y no en particular para comparar los distintos tipos de plantas de generación eléctrica, además de que cada indicador tiene unidades distintas, posiblemente con órdenes de magnitud bastante diferentes, por lo que en este trabajo no será posible emplear todos los indicadores.

Accesibilidad	SOC1	Fracción de la población sin electricidad o energía comercial, o altamente dependientes de energía no comercial.
---------------	------	--

--	--	--

Viabilidad Económica	SOC2	Fracción del ingreso de las casas gastada en combustibles y electricidad.
----------------------	------	---

Disparidades	SOC3	Uso energético por grupo socioeconómico y la correspondiente diversidad de energéticos.
--------------	------	---

Seguridad	SOC4	Accidentes fatales por energía producida en la cadena de
-----------	------	--

¹ IEA: Agencia Internacional de Energía (siglas en inglés).

UNDESA: Departamento de las Naciones Unidas de Asuntos Económicos y Sociales (siglas en inglés).

		combustible.
Uso general	ECO1	Uso energético per cápita.
Productividad general	ECO2	Uso energético por PIB.
Eficiencia de suministro	ECO3	Eficiencia de conversión y distribución de energía.
Producción	ECO4	Relación de reservas probadas/producción.
	ECO5	Relación de recursos/producción.
Uso final	ECO6	Intensidades energéticas industriales.
	ECO7	Intensidades energéticas agrícolas.
	ECO8	Intensidades energéticas de servicios/comerciales.
	ECO9	Intensidades energéticas residenciales.
	ECO10	Intensidades energéticas en el transporte.
Diversificación de la mezcla de combustibles	ECO11	Fracciones de tipo de combustible en energía y electricidad.
	ECO12	Fracción de energía y electricidad desligada al carbono.
	ECO13	Fracción de energía y electricidad, renovables.
Precios	ECO14	Precios de energía de uso final por combustible y por sector .
Seguridad		
Importaciones	ECO15	Dependencia neta de importación de energía.
Stocks de combustible estratégicos	ECO16	Stocks de combustibles críticos por el consumo de combustible correspondiente.
Atmósfera		

Cambio climático	ENV1	Emisiones de GEI's por producción de energía y uso per cápita y por unidad de PIB.
Calidad del aire	ENV2	Concentraciones ambientales de contaminantes al aire en áreas urbanas.
	ENV3	Emisiones de contaminantes al aire por parte de sistemas energéticos.
Calidad del agua	ENV4	Descargas contaminantes en efluentes líquidos por sistemas energéticos.
Calidad del suelo	ENV5	Área de suelo donde la acidificación excede la carga crítica.
	ENV6	Tasa de deforestación atribuida al uso energético.
Generación y administración de desechos sólidos	ENV7	Relación de generación de residuos sólidos por unidad de energía producida.
	ENV8	Relación entre los desechos sólidos desechados correctamente entre los desechos totales.
	ENV9	Desechos radioactivos por unidad de energía producida.
	ENV10	Desechos radioactivos esperando ser desechados por el total de desechos radioactivos generados.

Tabla 2.1 Indicadores Energéticos de Desarrollo Sustentable de la IAEA [7].

2.2.1 IEDS en el caso particular de México.

Bajo la directriz propuesta por la AIE, la Secretaría de Energía (SENER) y el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) consultaron a las instituciones clave con las cuales poder construir estos indicadores con el fin de elaborar las hojas de metodologías.

En el tiempo en que se propuso la utilización de los índices, los objetivos establecidos en el Programa Sectorial de Energía (PROSENER), 2001-2006, eran:

- Garantizar un abastecimiento energético seguro, de acuerdo a estándares nacionales de calidad a precios competitivos.
- Impulsar una legislación adecuada para el desarrollo del sector energético.
- Promover programas de eficiencia energética y desarrollar fuentes energéticas renovables.
- Uso seguro y confiable de la energía nuclear, manteniendo los más altos estándares internacionales.
- Mostrar liderazgo en la prevención del riesgo en operaciones productivas del sector energético.
- Mostrar liderazgo en la protección del ambiente.
- Promover y aplicar tecnología avanzada y ciencia.
- Expandir la cooperación internacional en asuntos energéticos.
- Mejorar la calidad de servicios provistos de compañías energéticas nacionales.

En relación al sistema de indicadores, se propusieron las medidas prioritarias para el Programa Nacional de Energía, especialmente relacionadas con:

- a. Seguridad energética
- b. Eficiencia energética
- c. Promoción de energías renovables, y
- d. Protección al ambiente.

Los principales problemas asociados a las directrices de la IAEA fueron qué tan bien estos indicadores se adecuaban a las estadísticas nacionales existentes, tales como:

- Relacionar las estadísticas mexicanas con cada indicador, identificar faltas de información,
- Ajustar cada indicador a los objetivos y políticas del sector energético mexicano de protección al ambiente y el desarrollo sustentable.
- Definir vínculos entre las prioridades, metas e indicadores, y...
- Desarrollar estimaciones adecuadas.

Los resultados obtenidos para las cuatro medidas prioritarias para el Programa Nacional de Energía mencionadas anteriormente fueron:

- a.1 Revisiones y ajustes a la NOM-086 de SEMARNAT, en 2006; que establece las especificaciones sobre protección ambiental que deben cumplir los combustibles fósiles líquidos y gaseosos que se comercializan en el país [Ibíd.], con el objeto de reducir gradualmente los límites de concentración de sulfuros en la gasolina y el diesel en años subsecuentes. Cabe señalar que antes de que entrara en vigor, PEMEX ya la había adoptado voluntariamente.
- b.1 Entró en vigor el cambio de horario en 1996.
- b.2 Se modificaron varias normas relativas a ahorros energéticos.
- b.3 Se promovieron diversas campañas de ahorro y uso eficiente de la energía, como el programa del sello de FIDE, que busca garantizar la calidad energética de un equipo electrodoméstico.
- c.1 Interiorizar impactos ambientales en los precios de la electricidad.
- c.2 Participación de diferentes sectores en el desarrollo de leyes para la promoción de energías renovables, incluyendo la cogeneración.

2.3 Evaluación de una central nuclear empleando IEDS.

El fin de emplear los IEDS en un estudio para las plantas nucleares, es integrar objetivamente los criterios económico-sociales que permitan evaluarlas con una metodología más completa que únicamente los análisis económicos convencionales; haciendo énfasis en que es altamente probable que exista la necesidad de adecuar varios de ellos. En la siguiente tabla se muestran los indicadores seleccionados para este fin:

Área	Indicador	Descripción	Unidades
Seguridad	SOC4	Accidentes fatales por energía producida en la cadena de combustible.	#personas afectadas/ GW*año
Eficiencia de suministro	ECO3	Eficiencia de conversión y distribución de energía.	GWh/GJ

Producción	ECO4	Relación de reservas probadas/producción.	Años
	ECO5	Relación de recursos/producción.	Años
Diversificación de la matriz	ECO11	Fracciones de tipo de combustible en energía y electricidad.	%
	ECO13	Fracción de energía y electricidad, renovables.	%
Precios	ECO14	Precios de energía de uso final por combustible y por sector.	\$/GWh
Importaciones	ECO15	Dependencia neta de importación de energía.	%
Cambio climático	ENV1	Emisiones de GEI's por producción de energía y uso per cápita y por unidad de PIB.	Ton_CO _{2eq} /GWh
	ENV3	Emisiones de contaminantes al aire por parte de sistemas energéticos.	Ton/GWh
Calidad del agua	ENV4	Descargas contaminantes en efluentes líquidos por sistemas energéticos.	N/A
	ENV9	Desechos radioactivos por unidad de energía producida.	Ton/GWh

Tabla 2.2 Criterios utilizados para comparar la sustentabilidad de las plantas de generación

A continuación se describen brevemente cada uno de los indicadores utilizados:

SOC4 (Accidentes fatales por energía producida en la cadena de combustible): Este indicador refleja la cantidad de muertes relacionadas con la generación de energía en accidentes severos. Evalúa el riesgo a la salud para las diversas cadenas de combustible. En México, el organismo "Uranio Mexicano" (URAMEX), tenía por objetivo explorar, producir y comercializar minerales radioactivos, pero cesó operaciones en los ochentas, y actualmente no se tiene en el país capacidad para ninguna de estas actividades, ni para enriquecimiento. De acuerdo a la circular informativa 203 de la AIEA, el gobierno mexicano solicitó asistencia a dicha Agencia para la compra del reactor de la unidad 2 de la CNLV, y al mismo tiempo asegurar el suministro de servicios de enriquecimiento de uranio durante su vida útil. Con base en esto, no se pueden relacionar

accidentes fatales en la parte de la cadena de valor correspondientes a todas las etapas del combustible, sino únicamente a aquellas posibles registradas en la generación eléctrica. La Agencia Internacional de Energía Atómica, menciona que no se han registrado accidentes fatales en la generación eléctrica de la central Laguna Verde [8]; sin embargo, pueden haber evaluaciones de riesgo o vulnerabilidad, aunque dicha información no se encuentre disponible.

Laguna Verde decidió utilizar los Indicadores de Comportamiento establecidos por la Asociación Mundial de Operadores Nucleares (WANO). En la siguiente figura se muestra el número de accidentes (no fatales) por cada 200,000 horas-hombre laboradas, tanto para la CNLV, como un promedio de los reactores de agua hirviente que operan en Atlanta, E.E.U.U., entre 2006 a 2010. Este indicador es catalogado como Nivel 1, de tres niveles existentes, enfocados a monitorear el cumplimiento de los llamados “objetivos estratégicos”:

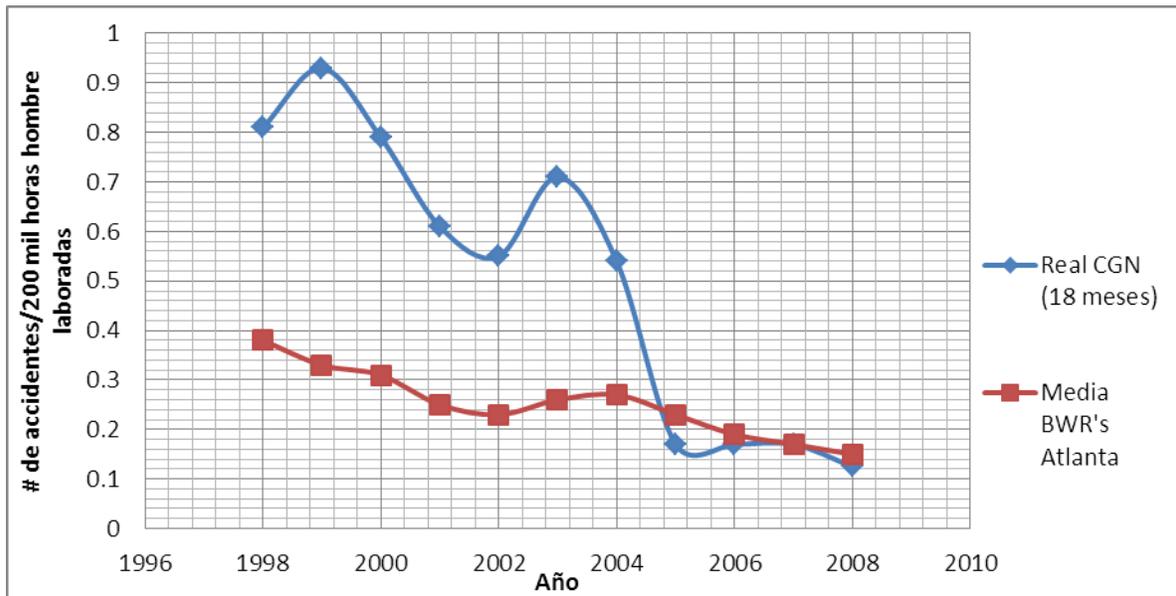


Figura 2.1 Número de accidentes por cada 200 mil horas-hombre laboradas. Adaptada de [9].

El eterno debate que existe entorno a las plantas nucleares se debe casi completamente a los tres accidentes más significativos que han acaecido (Chernobyl, en Ucrania, Tree Mile Island, en E.E.U.U., y recientemente Fukushima Daiichi, Japón). Las condiciones en que se suscitaron dichos accidentes son:

- Chernobyl:

El accidente en la cuarta unidad de Chernobyl fue causado por una combinación de deficiencias administrativas, en los procedimientos, errores humanos, y características únicas de diseño de la planta.

El monitoreo de la Organización Mundial de la Salud (OMS) [10], identifica alrededor de 4,000 casos de cáncer en tiroides en niños relacionados con el accidente, con 9 casos fatales, debido a que las medidas posteriores al accidente no fueron las adecuadas, además de que no hubo distribución sistemática de yoduro de potasio a la población aledaña, e inclusive hubo desalojo de la comunidad de Pripyat hasta 36 horas después del accidente. La falla en comunicar rápida y eficientemente los riesgos de radiación a la población llevó a que recibieran dosis mayores a las necesarias.

Ahora bien, bastantes trabajadores en Chernobyl recibieron dosis letales de radiación, pero el público en general, aun aquel viviendo en la zona contaminada, fue expuesto a niveles equiparables a diversos procedimientos médicos:

Dosis [mSv]	Fuente
Arriba de 5,000	Un minuto de exposición al núcleo de Chernobyl después de la explosión.
250	Límite anual permitido para trabajadores de emergencia de Fukushima
30	Promedio total de dosis de radiación externa recibida por evacuados de la planta y áreas cercanas.
20	Límite anual promedio para trabajadores de la industria nuclear.
9	Dosis total recibida por los 6 millones de residentes de áreas contaminadas.
9	Exposición anual de personal de aerolíneas volando regularmente entre Tokyo y Nueva

	York.
3	Mamografía
2.4	Promedio anual de radiación global natural.

Tabla 2.3 Equivalente de dosis por tipo de fuente.

- Fukushima:

El 11 de Marzo del 2011 ocurrió un terremoto de 9 grados de escala Richter a 180 [Km] de la costa de la central nuclear Fukushima Daiichi (el más grande que ha tenido Japón en toda la historia). Cuarenta y un minutos después del terremoto hubo una serie de siete tsunamis que impactaron la costa. Debido a la falla de los sistemas de refrigeración para el calor de decaimiento del núcleo, se generó hidrógeno que hizo combustión y produjo las explosiones en los edificios de reactor 1 y 3; no el combustible. Durante las descargas de material radiactivo, las tasas fueron de 11.93 [mSv/h] en 1 Km alrededor de dichas unidades, que como se vio en la tabla anterior, es menor a la exposición máxima permitida a trabajadores, por lo que habiendo funcionado los planes de evacuación, la población no corrió con mayor riesgo.

Se implementaron restricciones en el agua y comida en algunas áreas debido a la radioactividad, y se distribuyeron tabletas de yoduro de potasio a partir del 21 de marzo.

El evento de Fukushima fue catalogado como nivel 7 (al igual que Chernobyl) en la escala INES (*International Nuclear Event Scale*).

En Isla de Tres Millas y Fukushima la estructura de contención realizó su función, en tanto que el diseño de Chernobyl carecía de contención. Cabe señalar que ni en Isla de Tres Millas ni en Fukushima hubo pérdida de vidas humanas asociadas a la radiactividad [11].

Aun tomando en cuenta los accidentes que se han descrito y las fatalidades que representaron, éstos son menores comparados con las fuentes energéticas principales en el mundo [12].

En los inicios del uso de la energía nuclear los estándares de seguridad en los reactores eran bajos, pero los accidentes ocurridos han sido determinantes para mejorar el diseño de los reactores, y es por esto que ha habido una evolución en la tecnología para la protección del medio y del

ciudadano, en la que han participado tanto la comunidad investigadora como la industria. Hoy, los principios científicos del reactor nuclear siguen siendo los mismos, pero la tecnología utilizada para su funcionamiento ha experimentado un tremendo avance.

Como complemento a este indicador, se pueden tomar en cuenta las muertes ocasionadas por accidentes en la operación de las plantas; registradas por unidad de energía generada, dentro de todos los países miembros de la OCDE². En los países no miembros se ha visto que la cantidad de accidentes en general, y también aquellos que conllevan fatalidades, son mayores debido a la falta de normas de seguridad estandarizadas; aunque éstas son provocadas en mayor medida por errores humanos y falta de capacitación.

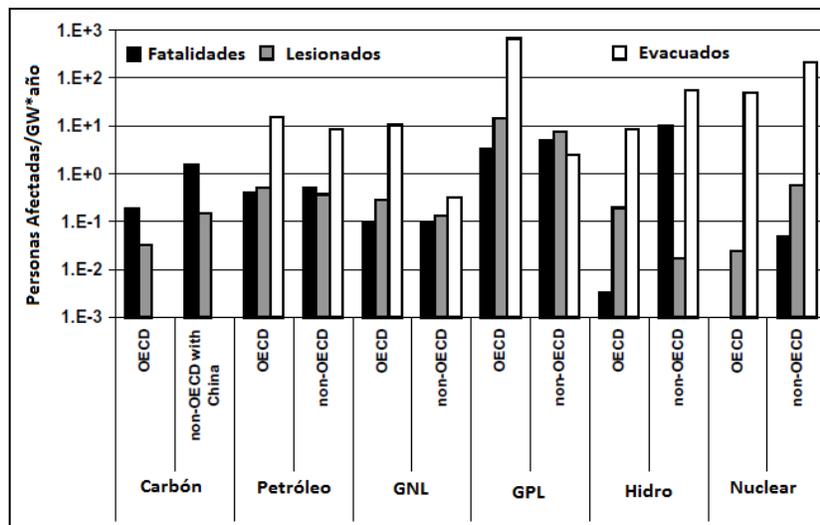


Figura 2.2 Tasas de daños agregadas para accidentes severos (1969-2000) para distintos energéticos y en países miembros y no miembros de la OCDE [Ibíd.].

- ECO3 (Eficiencia de conversión y distribución de energía): Este indicador revela información sobre las pérdidas que se tienen en la generación, transmisión y distribución de energía eléctrica. Dado que una vez entregada la electricidad al Sistema Eléctrico Nacional (SEN), las pérdidas asociadas a los diversos sectores son independientes del tipo de central a partir de la cual se haya generado dicha electricidad, se tomará como dato únicamente la eficiencia de ambas unidades de LV.

² OCDE: Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico.

Para el caso de la central de Laguna Verde, se registra una eficiencia de 33.7 %; valor que se encuentra dentro del promedio de eficiencia en reactores nucleares. Actualmente la mayor parte de reactores en construcción y operación en el mundo es tipo PWR (265 operando, vs. 94 BWR's en 2010 [13]).

Como complemento a este indicador, puede emplearse la “*tasa de retorno energético*”, que cuantifica el total de energía obtenida sobre aquella empleada para la obtención del combustible en cuestión, empleando el método del Análisis de Ciclo de Vida; esto debido a que es necesario hacer una inversión de cierta cantidad de energía en el proceso de extracción y utilización de cada combustible. Tanto con el petróleo como con el gas no convencional, cada vez se reduce más esta tasa dado que se requieren procesos energéticamente más intensivos para obtenerlos, y esto se ve reflejado tanto en los rendimientos económicos como en la eficiencia global de la cadena de valor de los mismos. En el caso de las centrales nucleares, el método que se emplee para el enriquecimiento del uranio es claramente el factor más significativo en las diferencias respecto a la energía consumida: la difusión gaseosa es un proceso energéticamente mucho más intensivo que el centrifugado.

La tasa de retorno energético se define con la siguiente ecuación:

$$TRE = \frac{E_{\text{fuente}}}{E_{\text{empleada}}}$$

Asumiendo una planta de 1,000 [MWe], 80% de factor de planta, un enriquecimiento al 2.3% y eficiencia térmica de 33%, se ha llegado a una fracción de energía requerida para el proceso de 1.7% de la total obtenida [14].

En los estudios de esta índole varía bastante el resultado en función de los límites que se establezcan para el estudio, como por ejemplo, considerar o no toda la infraestructura necesaria para condicionar el combustible, transportarlo, disponer de los residuos finales, etc., junto con características propias de las plantas.

- ECO4 (Relación de reservas probadas/producción, R/P), ECO 5 (Relación de recursos/producción):

La importancia de estos indicadores radica en la capacidad para generar electricidad sin que ésta se vea comprometida debido a fallas en el suministro del combustible. Las reservas están definidas

de manera general como la cantidad de recursos económicamente factibles de ser extraídos con tecnología actual, y el indicador R/P muestra en años el tiempo en que dichas reservas se agotarían si se mantuviesen los niveles de producción del año en cuestión.

Existen teorías que plantean que tal escasez representaría límites al crecimiento debido a la insuficiencia de los recursos cuando se observan bajo estas condiciones, pero no se está tomando en cuenta los factores por los que se expanden las reservas, como los avances en exploración y descubrimientos de yacimientos, desarrollo de la tecnología que permite extraer recursos en depósitos de distintos tipos a los actuales, y posiblemente el factor del que más dependen, la economía; las fluctuaciones en los precios, oferta y demanda, etc. que finalmente dictan la factibilidad de extracción y consideración de reservas [15].

Es bien sabido que el sector energético presenta incrementos elevados en las inversiones en exploración cuando el mercado da señales positivas en la demanda de un recurso, pese a que sea en muy corto plazo; un claro ejemplo fueron los descubrimientos de uranio en Canadá en los 70's.

Como ya se mencionó, en México no existe capacidad de autoabastecimiento del combustible nuclear, por lo que no se pueden siquiera considerar reservas. Mundialmente, la relación R/P de uranio es aproximadamente 80 años, si se toma en cuenta la utilización actual de 68 [Ton/año] aproximadamente [16]. Debe mencionarse que la extracción del uranio es una industria relativamente nueva, dado que su demanda comenzó en la 2ª guerra mundial, y su utilización para fines energéticos hasta la década de los 60's; además de que en diversos años no han habido inversiones fuertes en el área de exploración. La abundancia promedio del uranio en la corteza terrestre es de 2.7 ppm; comparable con varios metales, y diversas rocas como el granito y las lutitas contienen concentraciones mayores (5-25 ppm). Es necesario señalar que el uranio predomina mezclado con minerales de los que no es difícil extraerlo y procesarlo.

- ECO11: La IAEA define este indicador como la estructura del suministro energético en términos de las fracciones de las fuentes de energía en el consumo final, el suministro de energía primaria y la generación eléctrica. Por la naturaleza de este estudio, se utilizarán las fracciones de tipo de combustible en la producción de electricidad, utilizando el Índice Stirling (Shannon-Weiner). Este indicador refleja la importancia de tener un parque de generación diversificado, de manera que se reduzca la dependencia de un solo tipo de combustible, ya que éste puede variar

su precio y comprometer las capacidades de generación si es demasiado alto, o si existen conflictos políticos con los países de los cuales se importe; el cual se calcula de la siguiente manera:

$$I_{S-W} = - \sum_{i=1}^N \frac{P_i}{P_t} \ln\left(\frac{P_i}{P_t}\right) \quad (1)$$

Donde:

- † i es el tipo de combustible,
- † N el número total de combustibles que participan en la generación,
- † P_i es la generación bruta anual de generación con el tipo de combustible i ,
- † P_t es la generación bruta anual del total del parque de generación.

De esta forma es posible tomar en cuenta el balance y la disparidad de los combustibles que participan. Existe una relación directa de proporcionalidad entre la magnitud del índice, y la diversificación de la mezcla de combustibles.

Empleando la fórmula (1) con los datos de la Prospectiva del Sector Eléctrico 2011-2025 [17], se obtiene que para 2009:

$$I_{S-W} = - \sum_{i=1}^N \frac{P_i}{P_t} \ln\left(\frac{P_i}{P_t}\right) = 1.41432 \quad (2)$$

Con datos de la prospectiva 2012-2026, para 2011 se obtiene:

$$I_{S-W} = 1.423 \quad (3)$$

Se observa un incremento en el valor del índice, que se interpreta como una mayor diversidad en las fuentes de generación eléctrica.

Y para 2025, con datos de la prospectiva de 2011-2025:

$$I_{S-W} = 1.3986$$

Lo cual reduce el valor del índice por el aumento en 10% que tiene la participación de centrales de CC, aunque se tome en cuenta la aparición de la denominada “nueva generación limpia”. Este

escenario de planeación es incongruente con la Estrategia Nacional de Energía 2012-2026; en la cual se menciona que, de acuerdo a la modificación al decreto de Reforma de la Ley para el Aprovechamiento de las Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética: “*La S.E. fijará como meta una participación máxima de 65% de combustibles fósiles en la generación de electricidad para 2024, 60% en 2035 y 50% en 2050*”. En la PSE 2010-2025, para 2025, se espera que la participación de combustibles fósiles sea de 72%.

Si asumimos que para 2025, la participación en la generación eléctrica por parte de CC se mantiene igual al valor del 2009, y el incremento esperado de ésta se le atribuye a la nucleoelectricidad, (de 3% a 13%), el I_{S_W} nuevo sería de 1.595; significativamente mayor al esperado.

- ECO13: Fracción de energía y electricidad renovables.

La energía nuclear puede hasta cierto punto considerarse como renovable si se toma en cuenta que en el proceso normal de fisión se producen “desechos” que en realidad pueden ser reutilizados si se emplea un ciclo cerrado del combustible nuclear (respecto al 100% del combustible original, 1% Pu, 1% U^{235} , 94% U^{238} [18]) ; esto es, recobrar material fisible que no se ha “quemado”, y con esto incrementar la eficiencia de utilización de uranio hasta en un 30%, considerando un ciclo cerrado, a su vez baja la tasa de retorno energética mencionada anteriormente. Sin embargo, dentro de la ley para el aprovechamiento de energías renovables y el financiamiento de la transición energética (DOF, 20-nov-2008), se menciona que “*Se excluye del objeto de la presente Ley, la regulación de las siguientes fuentes para generar electricidad:*

- I. Minerales radioactivos para generar energía nuclear;*
- II.- “Energía hidráulica con capacidad para generar más de 30 [MW]...”*

Por lo que dicha fracción es cero.

- ECO14: Este indicador se refiere a los precios que pagan los consumidores de energía de uso final. Nuevamente, este indicador aborda cuestiones tarifarias particulares del contexto nacional, de manera que no se empleará este indicador directamente, sino que se emplearán los datos que ofrece el documento “*Costos y parámetros de referencia para la formulación de proyectos de inversión del sector eléctrico 2011 (COPAR)*” para obtener los costos nivelados de

cada tipo de planta. En este documento se incluyen centrales generadoras candidatas a incluirse en el programa de obras e inversiones del sector eléctrico; del cual se toman los siguientes datos:

Rubro	Dls/MWh
Inversión	75.34
Combustible	5.30
O&M	15.41
Total	96.05

Tabla 2.4 Tipos de Costos

Se observa que la mayor parte del costo se encuentra en la inversión. Aunque esta forma de generación es competitiva económicamente, es ampliamente superada por la de ciclo combinado, que presenta un costo de generación de casi la mitad que para la central nuclear.

- ECO15: Este indicador está definido como la tasa neta de importaciones de energía primaria en total en un año, y por tipos de combustible como petróleo, carbón y electricidad. Se considerará entonces la importación neta de uranio enriquecido. La trascendencia de este indicador radica en la necesidad de tomar en cuenta las capacidades del propio país para satisfacer la demanda del combustible necesario para generar electricidad sin necesidad de importarlo, con esto en buena medida se robustece la seguridad energética; ya que de existir conflictos políticos con los países de los cuales se importa el combustible, es posible que se niegue el suministro del mismo, o que la volatilidad del precio del mismo en los mercados internacionales afecte de manera sustancial la planeación del sector o la misma operación de la planta.

La seguridad energética también contempla la capacidad de abastecer a la población de energía eléctrica de manera confiable; esto es, sin interrupciones y con los parámetros de calidad requeridos (rangos de variaciones, etc...).

El combustible empleado en una central nuclear, de acuerdo con las cifras que muestra CFE, no representa más del 5% del costo total de dicha planta, por lo que aun en el caso de que el uranio

tuviese volatilidad de precios similar a la de los combustibles fósiles, no afectaría demasiado en la planeación y perspectivas de un país que considere a la energía nuclear dentro de su parque de generación.

En el capítulo 3 se presenta un análisis más extenso de este indicador.

- ENV1: Cantidad de emisiones de CO_{2eq} liberadas a la atmósfera, durante todo el ciclo de vida de la planta de generación [19].

Es importante señalar que no sólo son importantes las emisiones que se generan durante la operación de una unidad de generación, sino que se generan emisiones durante la extracción, preparación y transporte de combustibles, fabricación de equipos y materiales, así como durante la construcción y desmantelamiento. A la suma de lo anterior se le conoce como emisiones durante el ciclo de vida de una unidad de generación.

Cada [MWh] de electricidad generado con tecnología nuclear evita la emisión de aproximadamente 1 MT de CO_2 , si dicha energía hubiese sido producida con plantas de carbón convencionales o 0.6 MT en el caso de plantas de ciclo combinado [20]. En la siguiente gráfica se muestran las emisiones de CO_{2eq} estimadas en distintas investigaciones a través del ACV:

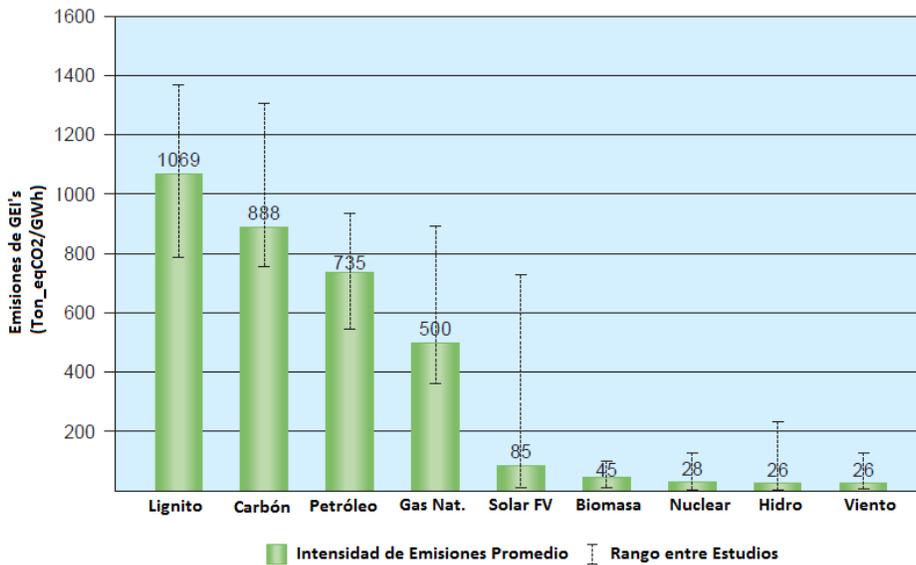


Figura 2.3. Emisiones de GEI's por tipo de tecnología. Adaptada de [21].

Las emisiones asociadas a las centrales nucleares corresponden en su mayoría a aquellas durante la construcción de la misma, a causa de las múltiples barreras de contención cuyo propósito es incrementar la seguridad de la central, y al ciclo de combustible, en especial el enriquecimiento. Debe tomarse en cuenta que los análisis de ciclo de vida se ven influenciados desde las primeras suposiciones que se hacen para el ciclo de combustible nuclear y la tecnología empleada para el enriquecimiento (difusión gaseosa o centrifugado); razón por la cual se pueden tener mayores variaciones en la cuantificación de las emisiones totales.

- ENV9: Desechos radiactivos por unidad de energía producida.

Los desechos radiactivos se clasifican en 3 tipos, en función de las vidas medias y niveles de actividad de radionúclidos (nivel bajo, intermedio y alto, respectivamente) [22]:

La contaminación por desechos radiactivos puede definirse como la presencia indeseable de material radiactivo depositado sobre o dentro de personas u objetos. En la NOM-008-NUCL-2003 se enlistan los límites de contaminación superficial permisibles.

Existe una visión generalizada de la población relacionada a la generación de contaminación radiactiva intrínseca a la operación de una central nucleoelectrónica, que mezcla los términos de contaminación con lo que en realidad se cree que ocurre, que es irradiación. En ambos casos esto es falso por lo siguiente: Las disposiciones para el manejo de del combustible gastado, es que se tenga una disposición final en un almacenamiento geológico profundo, dentro de estructuras geológicas estables, y se ha comprobado que no existe riesgo con las mismas, además, mientras estos materiales se encuentren confinados y bien controlados no se tiene contaminación.

Por otra parte, la planta está diseñada y construida de tal forma que, en dado caso, la liberación de materiales al ambiente, no exceda los límites y valores guía aplicables en la regulación, para condiciones normales de operación, transitorios anormales o incluso accidentes.

Es importante señalar que todas las centrales nucleares no están exentas de emisiones radiactivas al ambiente circundante, pero en general se tienen concentraciones bajas, las cuales no se consideran dañinas para el ser humano. Algunas de las posibles maneras de que escapen a la atmósfera grandes cantidades de desechos radiactivos son debidas a algún accidente en la planta, o durante el transporte de los residuos ya sea para su tratamiento o su almacenamiento. El transporte de los materiales radiactivos, como todos los demás procesos que se llevan a cabo para

el manejo de los desechos, está regulado por reglamentos nacionales e internacionales y la posibilidad de un accidente durante el transporte de desechos es poco probable; ya que los contenedores que transportan el combustible gastado son extremadamente robustos y están diseñados y probados para garantizar su confiabilidad.

2.3.1 Disposición de los residuos

Se cuenta con albercas de decaimiento en la Central Laguna Verde, en las que, como su nombre lo dice, se coloca la totalidad del combustible gastado durante la vida útil de la planta con el fin de que decaigan, y posteriormente se espera desplazarlos a contenedores en depósitos superficiales, para en un futuro moverlos a depósitos subterráneos o reprocesarlo [23].

Hacia Octubre de 2009, en la alberca de la unidad 1 de Laguna Verde se reportan 1,904 ensamblajes de combustible almacenados, y 1,471 en la unidad 2, estimando que la alberca de la unidad 1 se sature en 2020 [10].

En relación al almacenamiento final de los desechos de bajo y mediano nivel de una central nuclear, las dos opciones que se contemplan para este fin son:

- a. Repositorio Subterráneo: Este método consiste en aprovechar minas artificiales, para almacenar los residuos. Cuando el repositorio esté lleno, los túneles de entrada serán sellados.
- b. Repositorio Superficial con o sin Barreras de Ingeniería: Proporciona tres acciones en serie que separan los radionúclidos contenidos en los residuos de la biosfera: El contenedor de confinamiento, las barreras u obras de ingeniería y el propio terreno que retarda la migración de los radionúclidos que escapan de las barreras anteriores.

Finalmente, se comenta que deberá realizarse una evaluación de las externalidades, por medio de la *“Metodología para valorar externalidades asociadas con la generación de electricidad en México”*, publicada en 2012, en la que ha quedado establecido que la planeación del SEN debe de considerar el valor de éstas; habiéndose definido como *“(…) los impactos positivos o negativos, asociados a la generación de energía eléctrica, que genera la provisión de un bien o servicio y que afectan o que pudieran afectar de manera local, regional o global a una tercera persona en México*

en el corto, mediano y largo plazo. Estas externalidades ocurren cuando el costo pagado por un bien o servicio es diferente del costo total de los daños y beneficios en términos económicos, sociales, ambientales y a la salud, que involucran su producción y consumo, y por lo cual no se está ya compensando o retribuyendo”.

Referencias

- [1] Secretaría de Energía. Balance Nacional de Energía 2011. México, 2012.
- [2] Ley de Servicio Público de Energía Eléctrica, Última reforma publicada DOF 01-06-2011.
- [3] Organización Latinoamericana de Energía, et. Al. Energía y desarrollo sustentable en América Latina y el Caribe: Guía para la formulación de políticas energéticas. Quito, Ecuador, Julio de 2000.
- [4] S. Hirschberg et al., "*Sustainability of Electricity Supply Technologies under German Conditions: A Comparative Evaluation. Comprehensive Assessment of Energy Systems*". Paul Scherrer Institute. Suiza, 2004.
- [5] SEP, SRE "*Rethinking development, Ethics & Social Inclusion*", México, 2011.
- [6] United Nations Department of Economic and Social Affairs (UNDESA). "*Indicators of Sustainable Development: Guidelines and Methodologies*", 2a ed., Septiembre de 2001. NY, E.E.U.U.
- [7] NOM-086-SEMARNAT-SENER-SCFI-2005, ESPECIFICACIONES DE LOS COMBUSTIBLES FÓSILES PARA LA PROTECCIÓN AMBIENTAL. <http://www.ordenjuridico.gob.mx/Federal/PE/APF/APC/SEMARNAT/Normas/Oficiales/2006/30012006%281%29.pdf> , consultada el 13 de Febrero de 2012.
- [8] International Atomic Energy Agency, UNDESA. "*Energy indicators for sustainable development: country studies on Brazil, Cuba, Lithuania, Mexico, Russian federation, Slovakia and Thailand*" Febrero de 2007.
- [9] Academia de Ingeniería de México. La nucleoelectricidad una oportunidad para México. México, Octubre de 2009.
- [10] USNRC. "*Report at the Chernobyl Nuclear Power Station*". Washington, D.C. Enero, 1987.
- [11] Vera, A. El desarrollo de la nucleoelectricidad en México y en el mundo, Coloquio de Especialidades Esime Zacatenco. México, Octubre de 2011.
- [12] S. Hirschberg, "*Accidents in the Energy Sector: Comparison of Damage Indicators and External Costs*". Paul Scherrer Institute. Switzerland, *Workshop on Approaches to Comparative Risk Assessment*. Warsaw Polonia, 2004.

- [13] World Nuclear Association. *“Nuclear Power Reactors”*. <http://www.world-nuclear.org/info/inf32.html>, consultada el 13 de febrero de 2012.
- [14] WNA. *“Energy Analysis of Power Systems”*. <http://www.world-nuclear.org/info/inf11.html>, consultada el 20 de febrero de 2012.
- [15] WNA. *“Uranium: Sustaining the Global Nuclear Renaissance”*. http://www.world-nuclear.org/reference/position_statements/uranium.html, consultada el 3 de marzo de 2012.
- [16] WNA. *“Supply of Uranium”*. <http://www.world-nuclear.org/info/inf75.html>, consultada el 10 de marzo de 2012.
- [17] Secretaría de Energía, Dirección de Planeación Energética. *Prospectiva del sector eléctrico 2011-2025*. México, 2012.
- [18] http://defis.cea.fr/defis/126/cea_defis126_p04_10b.pdf, consultada el 5 de febrero de 2012.
- [19] WNA. *“Comparison of Lifecycle Greenhouse Gas Emissions of Various Electricity Generation Sources”*. <http://world-nuclear.org/education/comparativeco2.html>, consultada el 7 de Febrero de 2012.
- [20] Richa Kothari, D. Buddhi, R.L. Sawhney. *“Comparison of environmental and economic aspects of various hydrogen production methods”*. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. India, 2008. Pág. 559.
- [21] World Nuclear Association. *“Comparison of Lifecycle greenhouse gas emissions of various electricity generation sources”*. Julio de 2011.
- [22] Nuclear Energy Agency. *“Radioactive Waste Management Programmes in OECD/NEA Member Countries”*. OCDE. Perfil de México, 2005. <http://www.oecd-nea.org/rwm/profiles/>, consultada el 20 de marzo de 2012.
- [23] Sociedad Nuclear Mexicana. *¿Que son los Desechos Radiactivos y Residuos Nucleares?*. http://sociedadnuclear.org.mx/es/wp-content/uploads/2012/02/tema-11_16feb2012.pdf, consultada el 20 de marzo de 2012.

3. Matriz Insumo-Producto

Un sistema de cuentas nacionales (SCN) es un modelo aprobado por la ONU para ser implementado en todos los países, y consiste en una representación esquemática de información macroeconómica que se plasma en forma de cuadros contables de doble partida³, tales como el volumen de la producción y su valor monetario, el consumo, el ahorro, las inversiones, las interrelaciones entre todos los sectores generadores de bienes y servicios y de las relaciones con el exterior, etc. Con este modelo quedan registrados los principales movimientos económicos de un país. Su información se deriva de censos, encuestas y registros administrativos principalmente [1].

A principios del siglo XX diversos países contaban ya con registros de la renta nacional, que podrían considerarse como los precursores del Sistema de Cuentas Nacionales (México lo hizo en el año de 1938). A raíz de la denominada “Gran Depresión”; crisis económica global que duró hasta 1934, el economista John Maynard Keynes publicó en 1936 su *Teoría General del Empleo, el Interés y el Dinero*, en la que identificaba el volumen de consumo, el volumen de inversión, la cantidad de dinero en depósitos bancarios, la tasa de interés, el gasto del gobierno y la recaudación fiscal como factores estratégicos sobre los cuales se podía alterar la estructura tanto del ingreso nacional como del empleo. Basado fundamentalmente en la teoría de Keynes, Richard Stone, quien fuera encargado de elaborar las primeras estimaciones de la renta y el gasto en Inglaterra, fue el principal responsable de las primeras versiones del SCN que solicitara la ONU en los años de 1947 y 1953 [2].

Con el origen del SCN, surgió también el problema de empatar inconsistencias en los datos, a las que se les llamó “error residual”; el cual fue reducido basándose en los conceptos esenciales de contabilidad nacional y definiciones que conforman el marco teórico de la Matriz de Contabilidad Social, con lo cual se ha facilitado sistematizar las cuentas nacionales.

Una Matriz de Contabilidad Social (MCS) es un modelo en el cual se representan los flujos de ingresos y egresos de una economía, referidos a un año base, y complementa los datos de las cuentas nacionales, de insumo-producto e institucionales [3]. En la MCS se distinguen el ingreso de los factores de producción e impuestos y su transformación en gasto de los sectores

³ En un sistema de doble partida, se anota lo que para un sector representa un gasto, al mismo tiempo que para otro es un ingreso.

institucionales domésticos y en transacciones con el resto del mundo. Los sectores institucionales (instituciones) se pueden agrupar de diversas maneras en función del uso para el que se quiera la matriz. Por ejemplo, con la clasificación de empresas ya sea como públicas o privadas, extranjeras o nacionales, etc. Se debe tener en cuenta que la distribución del ingreso debe ser consistente con las cuentas de I-P y las desagregaciones macroeconómicas típicas (producción, consumo, inversión, comercio internacional, etc.).

En la figura 3.1 se presenta una matriz de contabilidad social, en la que el tamaño de las casillas indica el grado de desagregación de los distintos sectores.

		Producción			Gastos de Consumo		Acumulación		Resto del mundo
		Mercancías	Impuestos sobre las mercancías	Industrias	Formación de capital				
					Privado	Público	Existencias	Capital fijo	
Producción	Mercancías			1 (Matriz de Absorción)	2	3	4	5	6
	Impuestos sobre las mercancías			7	8	9	10	11	12
	Industrias	13 (Matriz de Producción)							
Consumo (gastos e ingresos)	Impuestos Indirectos	14	15						
	Rentas de factores			16	17	18			19
Acumulación									
Resto del mundo		20		21	22	23			

Figura 3.1. Matriz de Contabilidad Social Genérica [4].

En esta matriz las mercancías se desagregan de la misma forma que las industrias; bajo el supuesto que las unidades de producción se clasifican para una industria en función de la mercancía que produzcan mayoritariamente. La matriz 13 se denomina matriz de producción (mercancías producidas por cada industria). En las matrices 1 a 6 se asientan las adquisiciones de mercancía por cada uno de los sectores de demanda, en particular, a la matriz 1 se le llama matriz de absorción (compra de mercancías por las industrias). Los impuestos que dichas industrias pagan por la correspondiente mercancía se asientan en el vector 7.

Se observa en la columna de las mercancías, que éstas pueden ser producidas por la industria (matriz 13), o bien, ser importadas (matriz 20); en cuyo caso, éstas pueden tener gravámenes

proteccionistas o aranceles, que quedan registrados en la matriz 14. En el vector 16 se registran los cargos o rentas de factores.

Los gastos efectuados en el extranjero por parte de las industrias se reflejan en el vector 21; así como el vector 20 está referido a mercancía adquirida en el extranjero.

A partir del cuadro anterior, se puede obtener el esquema de Insumo-Producto que será empleado en el presente trabajo de investigación, y que a continuación se describe.

La Matriz Insumo-Producto (MIP) fue propuesta entre 1936 y 1941 por Wassily Leontieff como una forma para cuantificar la interdependencia de todos los sectores que componen una economía. En esta matriz se observa el flujo de bienes y servicios desde el punto de vista tanto de productores como de consumidores.

México publicó una matriz insumo-producto en 1957 con base en los censos económicos de 1950, una edición posterior fue publicada diez años después, con información de 1960, y en esta última ya se incorporaba la metodología de la ONU. El SCN de México, para la serie 1970-1978, constituyó el punto de partida de la Contabilidad Nacional en el INEGI. En total se han realizado cuatro cambios de año base: 1970, 1980, 1993, y el más reciente en 2003.

La idea básica de la Matriz es que cada industria, o sector, utiliza como insumo los productos provenientes de las demás industrias para producir los propios, y así sucesivamente. Cada columna de la matriz representa el origen de los insumos de la industria en cuestión, mientras que en los renglones se muestra el destino de cada producto de dicha industria, es decir, las cantidades vendidas a las demás industrias. Una vez que cada sector le agregó valor a su producto, éste se ve reflejado en el ingreso de capital y en los salarios de la mano de obra.

Dada la complejidad que presenta la elaboración de este modelo y la gran cantidad de información que engloba, así como la necesidad de homogeneizar toda la información, es necesario concentrar o desagregar los principales sectores de la economía, como anteriormente se mencionaba; y para el caso particular de México, por ejemplo, el sector servicios abarca los servicios técnicos, profesionales, bancarios, etc. A partir de 1970, la desagregación se amplía a 73 ramas de actividad económica. Para la MIP de 2003, se presenta correspondencia con la Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIIU) de todas las actividades económicas, elaborada por la ONU, la

Clasificación Mexicana de Actividades y Productos (CMAP) de 1994 y el Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte 2002 (SCIAN 2002).

El modelo básico de la Matriz es el siguiente:

	Sectores de Producción	Demanda final	Total
Sectores de Producción	w (1)	f (2-5)	q
Insumos Primarios	y (16)		
Total	q		

Figura 3.2 Modelo básico de la MIP [Ibíd.].

En este modelo no se hace distinción entre industrias y mercancías como en la MCS. Matemáticamente, la MIP puede expresarse como:

$$\begin{array}{l}
 q_1 = w_{11} + w_{12} + \dots + w_{1n} + f_1 \\
 q_2 = w_{21} + w_{22} + \dots + w_{2n} + f_2 \\
 q_3 = w_{31} + w_{32} + \dots + w_{3n} + f_3 \\
 \vdots \\
 \vdots \\
 q_n = w_{n1} + w_{n2} + \dots + w_{nn} + f_n
 \end{array}
 \tag{1}$$

Consumo Intermedio

Consumo Final

Donde q_i es la producción bruta del sector "i", w_{ij} es la cantidad de una mercancía que se emplea como uso intermedio para la producción de la mercancía "j" (ventas del sector i al sector j), y f_i es la demanda final de dicho sector; ésta (puede ser desagregada en consumo privado, inversión,

gasto de gobierno, etc.) representa los sectores exógenos o autónomos de la economía. El consumo intermedio son todos aquellos bienes y servicios usados dentro del proceso productivo.

Si se definen los coeficientes técnicos de producción como:

$$a_{ij} = w_{ij}/q_j \quad (2)$$

Se puede obtener la matriz de coeficientes técnicos “ $A = [a_{ij}]$ ”; y ésta refleja la proporción de cada mercancía adquirida por unidad de producción del sector que la adquiere. Estos coeficientes indican los efectos directos en todos los sectores al aumentar o disminuir la demanda de un bien específico; es decir, los insumos provenientes de otros sectores. A los elementos de la matriz de coeficientes técnicos distintos de cero, se les denomina también como coeficientes de relación directa de primer orden. Los elementos nulos, por su parte, indican la ausencia de relación entre las industrias “ i ” y “ j ”. Por otra parte, se le denomina relación directa de segundo orden entre dos sectores (i, k), si uno de ellos (i) no compra directamente al otro (k), sino que adquiere insumos de un sector “intermedio” (j) que a su vez necesita adquirir insumos al segundo sector (k).

Por medio del reacomodo de las filas y columnas de la matriz con operaciones básicas, se pueden visualizar patrones de bloques con elementos nulos y no nulos, y se pueden obtener conclusiones respecto al grado de especialización de la economía, la jerarquía de producción de bienes más intensivos en capital, labor, etc.

La MIP anteriormente descrita puede escribirse como:

$$q_i = \sum_{j=1}^n w_{ij} + f_i \quad (3)$$

O bien:

$$q = A * q + f \quad (4)$$

$$q \in \mathbb{R}^{n \times 1}, \quad A \in \mathbb{R}^{n \times n}, \quad f \in \mathbb{R}^{n \times 1}$$

Donde q es el vector de grado “ n ” cuyo i -ésimo elemento es q_i y A es la matriz de coeficientes técnicos obtenida de (2).

Toda la columna correspondiente a cada sector es conocida como su “estructura de insumos”.

La matriz de coeficientes técnicos debe cumplir con las siguientes condiciones:

- El insumo total es igual a la producción total de cada sector.
- $a_{ij} < 1, \forall a_{ij} \in A$

Se considera a la demanda final como un agente exógeno; es decir, que no cambia sus parámetros debido al modelo, sino a otras suposiciones.

Despejando q a partir de (4):

$$\begin{aligned} q &= Aq + f \\ q - f &= Aq \\ q - Aq - f &= 0 \\ (-AI)q + q - f &= 0 \\ (-AI + I)q - f &= 0 \end{aligned}$$

Ahora, asumiendo que $(I-A)$ es una matriz no-singular:

$$(I - A)^{-1}(I - A)q = (I - A)^{-1}f$$

Por lo tanto se obtiene:

$$q = (I - A)^{-1}f \quad (5)$$

Y a la matriz $B = (I - A)^{-1}$ se le conoce como matriz inversa de Leontieff, o matriz de coeficientes de requerimientos directos e indirectos en el incremento en la demanda de algún producto. Los coeficientes directos más indirectos indican que existen dos tipos de insumos: directos (adquiridos por la misma industria, que son necesarios para su producción) e indirectos (éstos son adquiridos por las industrias a fin de producir los insumos directos).

Ante un incremento de demanda esperado f_2 , se calcula $f=f_1+f_2$, que sustituida en la ecuación (5), permite obtener los niveles estimados de q_n (producción bruta nueva).

Finalmente, se calcula $\Delta q = q_n - q$, y se obtienen los incrementos de producción bruta de cada sector necesarios para satisfacer dicha demanda.

Cabe mencionar que es posible obtener, de forma similar a la matriz "A", la denominada matriz de entregas "e" con los cocientes de las ventas de la fila i a la columna j, sobre la producción bruta de la fila i; matemáticamente:

$$e_{ij} = \frac{x_{ij}}{x_i} \quad (6)$$

Con la matriz de entregas se asume un comportamiento estable de las cantidades, con precios variables (el valor agregado es una variable exógena), mientras que con la matriz de coeficientes técnicos se asume una estabilidad en los precios, mientras que la variabilidad ocurre en las cantidades de producción.

Puede demostrarse que:

$$\det(I - E)^{-1} = \det(I - A)^{-1} \quad (7)$$

Con lo que se observa que existe una relación intrínseca entre ambas matrices; lo cual era de esperarse.

Existen una serie de abstracciones y consideraciones necesarias para emplear la MIP [5]:

- Hipótesis de homogeneidad sectorial: Cada producto se obtiene de un solo sector, sin la posibilidad de sustituir sectores para la elaboración de un producto; esto implica que se tiene una matriz simétrica, y las columnas de la matriz de coeficientes de insumo producto representa la "técnica" o "función" de producción.
- Hipótesis de invarianza de precios relativos: Cada sector produce con rendimientos e inversiones constantes, y se mantiene la relación de precios relativos al año de la matriz.
- Hipótesis de proporcionalidad estricta: En el corto plazo, la producción de los sectores se modifica en función de los requerimientos de insumos de un sector en específico, con lo que se forma una función de coeficientes lineales fijos.
- El efecto total de la producción es la suma de los diferentes efectos; con esto se excluye toda interdependencia externa de los sectores (hipótesis de aditividad).
- Relación de precios relativos constantes a lo largo del periodo estudiado.

Implícitamente se asume que con un incremento en la demanda de algún sector, la economía puede proveer la demanda al mismo costo simplemente incrementando la escala de producción; toda vez que los demás sectores también se ajusten a los niveles de producción necesarios. Cuando un recurso productivo no está siendo utilizado, un incremento en la demanda estimulará la economía al movilizar los recursos estáticos; por el contrario, cuando ocurre un incremento en la demanda, pero los recursos están siendo utilizados en toda su capacidad, no hay forma de producir la salida extra y el incremento en la demanda únicamente resultará en un incremento en los precios, provocando los llamados cuellos de botella que se traducen en la necesidad de realizar importaciones.

De aquí se concluye que se desprecian los cambios tecnológicos en el corto plazo, la creación de nuevos productos, o aquellos que puedan reemplazar algún otro, así como los patrones de consumo. Dado que los datos de la matriz surgen de la integración de las empresas que ofrecen los mismos (o similares) productos, se pierde la certeza en cuanto a la eficiencia o la productividad. Además:

- La matriz se establece en unidades monetarias con el fin de poder realizar operaciones con la misma; de otra forma no tendría sentido el sumar productos distintos.
- Los coeficientes técnicos son constantes; es decir, se supone que la estructura de producción no cambia a través del tiempo, al menos en el corto plazo. Aunque esto es falso, puede considerarse que los cambios tecnológicos no se dan con tal rapidez que este supuesto es válido para periodos de tiempo cortos.
- Se omiten factores que indiscutiblemente influyen en la toma de decisiones, como precios e incentivos, por ejemplo, o condiciones particulares del mercado.

Dado que la MIP elaborada por el INEGI se refiere a la estructura de la economía de todo el país, ocasionalmente es necesario emplear diversos enfoques a partir de los cuales es posible obtener cuadros estadísticos actualizados para regiones específicas, o tiempos más actualizados, los cuales se clasifican principalmente en tres [7]:

- "Non survey method"
- "Partial Survey Method"
- "Survey Method"

Básicamente, la diferencia radica en la procedencia de las fuentes de información (cuadros nacionales y transacciones intersectoriales) y el grado con el que se infieran valores mediante técnicas matemáticas.

El método de regionalización consta del cálculo ordenado de los siguientes elementos:

1. *Estimación del valor bruto de la producción regional:*

- Producto por trabajador de la industria de manufactura.
- Producción promedio por trabajador.
- Producción relativa del sector no manufacturero respecto al sector de manufactura.
- Valor bruto de la producción manufacturera por trabajador.
- Si se supone que la productividad relativa nacional es igual a la regional en cualquier parte,
- Valor bruto de la producción regional por trabajador en la industria no manufacturera.

2. *Estimación del valor agregado.*

3. *Estimación de la demanda final total:*

- Gastos de consumo+ gastos de gobierno+ inversión+ exportaciones regionales.
- Consumo por sector para la región
- Gastos del gobierno
- Inversión fija bruta
- Exportaciones regionales

4. *Estimación de las importaciones:*

- Vector de consumo intermedio regional
- Demanda intermedia regional

Críticas al Modelo:

- Una industria que tiene además una producción secundaria no se observa en la matriz porque se asume que produce un solo producto, y que en una sola forma; es decir, que no existe cambio en la tecnología en el corto plazo y además no se muestra la eficiencia ni la productividad de las distintas industrias englobadas en un solo sector, lo que evidentemente es falaz, porque éstas varían indudablemente entre el sector público y el privado, por ejemplo.

- No se asumen funciones de comportamiento de agentes institucionales, mecanismos de incentivos o interacciones de mercado por parte de los precios.
- Con la hipótesis de homogeneidad sectorial, no es posible sustituir productos intermedios, y a su vez se está asumiendo que no hay producción conjunta, lo cual raras veces sucede.

3.1 Descripción de cada sector enlistado en la MIP nacional.

En congruencia con la presentación de los sectores en el SCIAN, la agrupación de sectores en el caso de México para la MIP de 2003, las actividades económicas se subdividen principalmente en tres grupos: actividades primarias, secundarias y terciarias, desagregadas en 20 sectores, y se presentada a precios básicos y en miles de pesos de dicho año [8].

Las actividades primarias utilizan directamente recursos naturales que no han sido transformados en un proceso productivo. A éstas corresponde el sector 11: *“Agricultura, ganadería, aprovechamiento forestal, pesca y caza”*.

En las actividades secundarias (industriales) se transforman los recursos naturales, y en éstas se incluyen:

- *(21) Minería.*
- *(22) Electricidad, agua y suministro de gas por ductos al consumidor final.*
- *(23) Construcción.*
- *(31-33) Industrias manufactureras.*

Los sectores son considerados como actividades terciarias son:

Distribución de Bienes:

- (43-46) Comercio
- (48-49) Transportes, correos y almacenamiento

Operaciones con Información:

- (51) Información en medios masivos

Operaciones con activos:

- (52) Servicios financieros y de seguros

- (53) Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles

Servicios cuyo insumo principal es el conocimiento y la experiencia del personal:

- (54) Servicios profesionales, científicos y técnicos
- (55) Dirección de corporativos y empresas
- (56) Servicios de apoyo a los negocios y manejo de desechos y servicios de remediación
- (61) Servicios educativos
- (62) Servicios de salud y de asistencia social

Servicios relacionados con la recreación:

- (71) Servicios de esparcimiento culturales y deportivos, y otros servicios recreativos
- (72) Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas

Servicios residuales:

- (81) Otros servicios excepto actividades del Gobierno

Gobierno:

- (93) Actividades del Gobierno y de organismos internacionales y extraterritoriales

En la tabla A.1 del apéndice 1 se pueden observar los veinte sectores mencionados, tanto como consumidores como proveedores. A partir de ésta, se divide cada celda de la matriz entre la producción total (renglón 27) para obtener los coeficientes técnicos (tabla A.4).

	Código Sector SCIAN	Sectores
1	11	Agricultura, ganadería, aprovechamiento forestal, pesca y caza
2	21	Minería
3	22	Electricidad, agua y suministro de gas por ductos al consumidor
4	23	Construcción
5	31-33	Industrias manufactureras
6	43-46	Comercio

7	48	Transportes
8	49	Correos y almacenamiento
9	51	Información en medios masivos
10	51	Servicios financieros y de seguros
11	53	Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles
12	54	Servicios profesionales, científicos y técnicos
13	55	Dirección de corporativos y empresas
14	56	Servicios de apoyo a los negocios y manejo de desechos y servicios de remediación
15	61	Servicios educativos
16	62	Servicios de salud y de asistencia social
17	71	Servicios de esparcimiento culturales y deportivos, y otros servicios recreativos
18	72	Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas
19	81	Otros servicios excepto actividades del Gobierno
20	93	Actividades del Gobierno y de organismos internacionales y extraterritoriales
A		Total de Usos de origen nacional
B		Importaciones de la Economía Total
C		Impuestos sobre los productos netos de subsidios
D		Valor agregado bruto de la economía nacional
T		Producto Interno Bruto de la Economía Nacional

Tabla 3.1 Clasificación de Sectores en la MIP 20.

A partir de la matriz simétrica total de insumo-producto por sector de actividad, se pueden obtener los llamados coeficientes de producción primarios; y resultan de dividir los insumos primarios entre los insumos totales:

$$\text{C.P.P.} = y/q \quad (8)$$

Donde:

y (Vector 16 en la Fig. 3.1): Valor de los insumos primarios de las industrias (rentas de los factores pagadas por las industrias).

q Productos de mercancías [4].

La renta nacional está compuesta por todos los ingresos que reciben todos los factores productivos nacionales durante un año, descontando todos los bienes y servicios intermedios que se han utilizado para producirlos.

Matemáticamente:

$$Y = \text{PIB} + M \quad (9)$$

Donde M corresponde a las importaciones.

Tomando esto en cuenta, se observa que en la MIP elaborada por el INEGI [6], el renglón 23 corresponde al “Producto Interno Bruto de la Economía Nacional”, y el renglón 26 a las “Importaciones totales”; de manera que, para la información presentada en la MIP, los insumos totales por unidad de producción de un sector (coeficientes primarios de producción) son iguales a:

$$\text{C. P. P.} = \frac{\text{Producto Interno Bruto de la Economía Nacional (R.23)} + \text{Importaciones totales (R.26)}}{\text{Producción de la Economía total a precios básicos (R. 32)}} \quad (10)$$

En esta tabla, obteniéndose la suma completa del renglón se corrobora que el valor obtenido es uno. Multiplicando la columna de la tabla A.3, obtenida con la ecuación 10, por cada elemento de la matriz inversa “B”, se obtienen las necesidades de Insumos Primarios para todas las industrias, y se muestran en la tabla A.4.

Estos valores pueden interpretarse como la fracción de producción relativa a cada sector. Se observa que las necesidades totales de insumos primarios son 1 unidad; exactamente igual al nivel de demanda final supuesto. Esta identidad de magnitudes agregadas, demanda final e insumos primarios, es exigida por los principios de la contabilidad nacional.

El INEGI publica también una MIP desagregada en 79 subsectores; a partir de la cual se harán los mismos análisis y se compararán los resultados obtenidos. En la tabla A.1 del apéndice 1 se muestra la desagregación de 20 a 79 subsectores, junto con el PIB de cada uno, a fin de corroborar la consistencia entre la información que presentan ambas matrices.

Se observa en la tabla A.3, que el renglón 16 de "Servicios de salud y asistencia social" no está relacionado directamente con ningún otro sector en cuando a demanda intermedia, sin embargo, existe demanda de consumo final que no se ve reflejada en la MIP.

La matriz de la tabla A.3 se obtiene del primer término de la ecuación 5, que multiplicada por la demanda final "f", dará como resultado el valor de producción "q" esperado por el incremento en "f". Cabe resaltar el valor de 1 en el sector 62, que corresponde a Servicios de salud y de asistencia social. En la matriz de coeficientes técnicos se observa nula inter-relación en la demanda intermedia con los demás sectores, por lo que al calcular la matriz de coeficientes totales, el mínimo valor posible es de 1, como se deduce del análisis de la ecuación 13, en la que, al hacer cero los valores de "A", se llega a la matriz identidad.

3.2 Encadenamientos sectoriales.

Directamente, cada sector se encadena con un grupo más o menos amplio, pero limitado, de sectores mediante la demanda y por otro lado, mediante la oferta de insumos intermedios. Indirectamente, cada sector se articula con un grupo más amplio de sectores mediante la demanda de insumos intermedios por parte de los sectores que le suministran insumos, por un lado, y por otro, la oferta de productos que generan los sectores a los que abastece. A partir de estas relaciones intersectoriales, directas e indirectas, se conforman cadenas productivas de longitud y características diferentes. Un valor de encadenamiento mayor a uno implica alto encadenamiento, y viceversa.

Por interdependencia se entiende la influencia que tiene cada rama de actividad sobre las demás del mismo espacio geográfico. Los coeficientes de entrega contabilizan la composición de las ventas junto con la oferta de los bienes y servicios producidos. Estos coeficientes, junto con los técnicos, muestran las relaciones de interdependencia entre los distintos sectores productivos en cuanto a sus demandas y ofertas de insumos intermedios.

El impacto total de las variaciones en la demanda de un producto se cuantifica al sumar los efectos directos ya descritos junto con los efectos indirectos. Éstos ocurren porque al demandarse más un producto, asimismo se incrementa la demanda de los demás productos que se usan como insumo para él mismo, y así sucesivamente en una cadena de transmisiones de dichos efectos indirectos. Una vez que se tiene la MIP estructurada, se pueden obtener las siguientes cifras:

Encadenamientos directos hacia atrás ($EDAt_j$): Se miden por el porcentaje que las compras inter-industriales de un sector “j” representan sobre el total de su producción. El resultado está relacionado con la capacidad que tiene un sector de arrastrar directamente a los sectores ligados a él [9].

$$EDAt_j = \sum_{i=1}^n \frac{w_{ij}}{q_j} = \sum_{i=1}^n a_{ij} \quad (11)$$

Donde:

$EDAt_j$: Encadenamientos directos del sector j hacia atrás.

w_{ij} : Ventas del sector i al sector j.

q_j : Producción total del sector j.

Encadenamientos directos hacia adelante ($EDAd_i$): Se miden por el porcentaje que las ventas inter-industriales de un sector representan sobre el total de las ventas del mismo. Los sectores con altos encadenamientos son los más demandados por la economía. La interpretación de los encadenamientos hacia adelante es que la actividad de un sector posibilita el funcionamiento de los ligados o encadenados a él; es decir, la actividad del sector i posibilita el funcionamiento de los sectores j que compran insumos a i. Estos encadenamientos se obtienen de la matriz E de coeficientes de entrega.

$$EDAd_i = \sum_{j=1}^n \frac{w_{ij}}{q_i} \quad (12)$$

$EDAd_i$: Total de encadenamientos del sector i hacia adelante.

w_{ij} : Ventas del sector i al sector j .

q_j : Producción total del sector i .

Una forma de entender los encadenamientos es como la medida de la capacidad de arrastre como oferente o demandante de cada sector. En la tabla A.5 se muestran los encadenamientos directos hacia adelante y hacia atrás, obtenidos a partir de la matriz simétrica doméstica de insumo-producto por sector de actividad para la economía total para 2003.

Se observa que las *Industrias manufactureras* tienen el mayor encadenamiento directo hacia adelante, lo cual indica que este sector es altamente demandado por los demás. Siguen los sectores *Comercio* (0.630), *Servicios Profesionales, Científicos y Técnicos* (0.555) y los *Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles* (0.453). Se puede inferir que los altos valores para las manufacturas y el comercio se deben a la intensa interacción directa entre ambos. Los sectores que menos aportan hacia la producción de los otros son: *Servicios de salud y de asistencia social* (0.000), *Servicios de esparcimiento, culturales y deportivos, y otros servicios recreativos* (0.004) y *Actividades del Gobierno y de organismos internacionales y extraterritoriales* (0.014). Es necesario hacer hincapié en que estos valores están referidos únicamente a la demanda intermedia, mientras que en este modelo la demanda de uso final es considerada como un agente exógeno.

Para los encadenamientos directos hacia atrás, el sector con mayor encadenamiento es el de *Electricidad, agua y suministro de gas por ductos al consumidor* (0.509), seguido de *Correos y Almacenamiento* (0.457) y *Construcción* (0.436); siendo estos tres los más demandantes de sectores restantes. Aquellos con menor encadenamiento son *Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles* (0.086), *Servicios educativos* (0.095) y *Minería* (0.174), por lo que aun bajo el supuesto que ocurriera un incremento sustancial en la demanda de éstos, el

incremento en la producción de los demás se ve afectada muy poco. Los encadenamientos totales se calculan de manera análoga a los directos, salvo que surgen a partir de la matriz de coeficientes directos más indirectos, o inversa de Leontieff (ver ec. 5). El menor valor esperado para los encadenamientos directos más indirectos hacia adelante es 1, como el caso del sector anteriormente mencionado *Servicios de salud y de asistencia social*.

Los sectores con mayor encadenamiento total hacia adelante son las *Industrias Manufactureras* (3.131), *Comercio* (1.944) y *Servicios profesionales, Científicos y técnicos* (1.772), los sectores con menor encadenamiento son *Servicios de salud y de asistencia social* (1.000), *Servicios de esparcimiento culturales y deportivos, y otros servicios recreativos* (1.004) y *Servicios educativos* (1.017).

Los sectores con mayor encadenamiento total hacia atrás son *Electricidad, agua y suministro de gas por ductos al consumidor* (1.79), *Construcción* (1.655) y *Correos y Almacenamiento* (1.645). Análogamente, los sectores con menor encadenamiento son *Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles* (1.122), *Servicios educativos* (1.131) y *Minería* (1.249).

Se observa que el posicionamiento de los sectores es, aunque con valores distintos, igual para los encadenamientos directos que para los encadenamientos totales; lo cual se explica por el hecho de que en realidad los encadenamientos directos son los que tienen un mayor peso, como puede demostrarse a partir del desarrollo de la expresión que conduce a la matriz de Leontieff [9]:

$$B = (I - A)^{-1} = I + A + A^2 + A^3 + \dots \quad (13)$$

Por definición, los coeficientes de A son <1. Adicionalmente, se observa que en la diagonal principal, los coeficientes totales siempre serán mayores que los directos debido al primer término de esta ecuación.

El término “multiplicador” del sector “j” se define exactamente igual que para el encadenamiento total hacia atrás del mismo sector. Con base en esta definición, si se buscara solamente incrementar el producto total de la economía, lo más racional sería invertir en el sector cuyo multiplicador sea el más elevado; sin embargo, esto puede propiciar un sesgo en la economía

derivado de una especialización en detrimento de las demás, lo cual es inclusive contraproducente.

Ahora bien, otra forma de interpretar la relevancia sectorial, es por medio del cálculo de la media de los encadenamientos (directos o totales) de la siguiente forma [10]:

$$EDMat_i = \frac{EDAt_i}{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n EDAt_i} \quad (14)$$

En las tablas A.7 a A.9 se muestran los distintos encadenamientos para cada sector y subsector.

A partir del cálculo de los encadenamientos medios totales es posible catalogar a cada sector como sector de producción primaria intermedia, de manufactura intermedia, de manufactura final, o sector primario, en congruencia con la clasificación sectorial Chenery-Watanabe (Ver Tabla 3.2). Los sectores base son aquellos que tienen alto encadenamiento hacia adelante y bajo hacia atrás, son los sectores más demandados; situación que no implica que sean altamente demandantes. Se les denomina sectores clave a los que tienen alto arrastre hacia adelante y hacia atrás; dichos sectores son fuertes demandantes de insumos, y fuertes oferentes de productos intermedios. Son sectores de paso obligado de los flujos sectoriales de la economía regional. Los sectores con fuerte arrastre son aquellos con escaso encadenamiento hacia adelante y fuerte hacia atrás, son por lo general sectores que forman la fase final de la producción y fuertes demandantes de insumos intermedios. Tienen grandes posibilidades de arrastrar y de inducir crecimiento económico. Finalmente, se les llama sectores independientes cuando tienen un escaso encadenamiento hacia adelante y hacia atrás; son sectores poco encadenados con el resto y producen sin grandes requerimientos por parte de los otros sectores, demandando básicamente insumos primarios o importados.

	<i>ETMA_{d_i}</i>	<i>ETMA_{t_j}</i>	
Sectores de producción primaria intermedia (Sectores con fuerte arrastre)	≥ 1	< 1	Sectores cuya demanda de insumos es pequeña, y cuya producción primaria es de destino intermedio inclinándose a abastecer a otros sectores de insumos.
Sectores de manufactura intermedia (Sectores Base)	≥ 1	< 1	Consumo intermedio elevado, mientras que sólo una parte de su producción es destinada a la demanda intermedia, y la oferta de este sector irá principalmente hacia los consumidores finales.
Sectores de manufactura final (Sectores clave)	≥ 1	≥ 1	Consumo intermedio elevado y una buena parte de su producción se destina al consumo intermedio.
Sectores primarios de producción final (Sectores Independientes)	< 1	< 1	Consumen pocos insumos y a su vez venden pocos productos de demanda intermedia; principalmente abastecen la demanda final.

Tabla 3.2 Clasificación de Sectores en función de sus encadenamientos [11].

	<i>ETMA_{t_j < 1}</i>	<i>ETMA_{t_j ≥ 1}</i>
	<u>Sectores Independientes</u>	<u>Sectores con fuerte arrastre</u>
<i>ETMA_{d_i < 1}</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Minería • Servicios educativos • Servicios de salud y de asistencia social • Servicios de esparcimiento culturales y deportivos, y otros servicios recreativos • Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas • Otros servicios excepto actividades del Gobierno • Actividades del Gobierno y de 	<ul style="list-style-type: none"> • Agricultura, ganadería, aprovechamiento forestal, pesca y caza • Construcción • Correos y almacenamiento • Dirección de corporativos y empresas

	organismos internacionales y extraterritoriales	
	<u>Sectores Base</u>	<u>Sectores Clave</u>
<i>ETMA_d_i ≥ 1</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Comercio • Transportes • Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles • Servicios profesionales, científicos y técnicos • Servicios de apoyo a los negocios y manejo de desechos y servicios de remediación 	<ul style="list-style-type: none"> • Electricidad, agua y suministro de gas por ductos al consumidor • Industrias manufactureras • Información en medios masivos • Servicios financieros y de seguros

Tabla 3.3 Clasificación de sectores a partir de la MIP 20 nacional y sus encadenamientos totales medios. Construcción Propia.

De la tabla 3.3, se concluye que los sectores “*Electricidad, agua y suministro de gas por ductos al consumidor*”, “*Industrias manufactureras*”, “*Información en medios masivos*”, y “*Servicios financieros y de seguros*”, que por ser sectores clave, son aquellos en los que es necesario invertir si se quiere estimular en general la economía nacional, procurando no propiciar sesgos en la capacidad industrial nacional, a menos que sea la intención, ya que pese a tener altas capacidades de arrastre, es necesario un equilibrio en las inversiones para no menguar la capacidad de desarrollo de los demás sectores. Los llamados *clusters* son concentraciones de empresas e instituciones interconectadas en un campo particular, de importancia para la competencia, cuya inversión puede provocar el efecto mencionado. Para la MIP SUB_79, los resultados que se obtienen son las siguientes:

<i>ETMA_t_j < 1</i>	<i>ETMA_t_j ≥ 1</i>
<u>Sectores Independientes</u>	<u>Sectores con fuerte arrastre</u>
Aprovechamiento forestal Pesca, caza y captura	Fabricación de equipo de generación eléctrica y aparatos y accesorios eléctricos

ETMA<i>d</i>_i<1	Agua y suministro de gas por ductos al consumidor final	Agricultura
	Transporte terrestre de pasajeros, excepto por ferrocarril	Extracción de petróleo y gas
	Transporte por ductos	Minería de minerales metálicos y no metálicos excepto petróleo y gas
	Servicios relacionados con el transporte	Comercio
	Servicios postales	Autotransporte de carga
	Edición de publicaciones y de software, excepto a través de Internet	Otras telecomunicaciones
	Radio y televisión, excepto a través de Internet	Instituciones de intermediación crediticia y financiera no bursátil
	Creación y difusión de contenido exclusivamente a través de Internet	Servicios inmobiliarios
	Proveedores de acceso a Internet, servicios de búsqueda en la red y servicios de procesamiento de información	Servicios profesionales, científicos y técnicos
	Banca central	Servicios de apoyo a los negocios
	Actividades bursátiles cambiarias y de inversión financiera	Servicios de reparación y mantenimiento
	Servicios de alquiler de bienes muebles	
	Servicios de alquiler de marcas registradas, patentes y franquicias	
	Dirección de corporativos y empresas	
	Servicios educativos	
	Servicios médicos de consulta externa y servicios relacionados	
	Hospitales	
	Residencias de asistencia social y para el cuidado de la salud	
	Otros servicios de asistencia social	
	Servicios artísticos y deportivos y otros servicios relacionados	
	Museos, sitios históricos, jardines botánicos y similares	
	Servicios de alojamiento temporal	
	Servicios de preparación de alimentos y bebidas	
	Servicios personales	
	Asociaciones y organizaciones	
	Hogares con empleados domésticos	
	Actividades del Gobierno	
<u>Sectores Base</u>	<u>Sectores Clave</u>	

ETMA_d_i ≥ 1	Ganadería	energía eléctrica
	Servicios relacionados con las actividades agropecuarias y forestales	Industria alimentaria
	Servicios relacionados con la minería	Fabricación de insumos textiles
	Edificación	Industria del papel
	Construcción de obras de ingeniería civil u obra pesada	Fabricación de productos derivados del petróleo y del carbón
	Trabajos especializados para la construcción	Industria química
	Industria de las bebidas y del tabaco	Industria del plástico y del hule
	Confección de productos textiles, excepto prendas de vestir	Industrias metálicas básicas
	Fabricación de prendas de vestir	Fabricación de productos metálicos
	Fabricación de productos de cuero, piel y materiales sucedáneos, excepto prendas de vestir	Fabricación de equipo de computación, comunicación, medición y de otros equipos, componentes y accesorios electrónicos
	Industria de la madera	Fabricación de equipo de transporte
	Impresión e industrias conexas	Compañías de fianzas, seguros y pensiones
	Fabricación de productos a base de minerales no metálicos	
	Fabricación de maquinaria y equipo	
	Otras industrias manufactureras	
	Transporte aéreo	
	Transporte por ferrocarril	
	Transporte por agua	
	Transporte turístico	
	Servicios de mensajería y paquetería	
	Servicios de almacenamiento	
	Industria fílmica y del video, e industria del sonido	
	Otros servicios de información	
	Manejo de desechos y servicios de remediación	
	Servicios de entretenimiento en instalaciones recreativas y otros servicios recreativos	

Tabla 3.4 Clasificación de sectores a partir de la MIP Sub_79 nacional y sus encadenamientos totales medios. Construcción Propia.

Los sectores con mayor encadenamiento hacia adelante son:

“Industria de papel” (1.343), *“Fabricación de equipo de transporte”* (1.313) y *“Fabricación de productos de cuero, piel y materiales sucedáneos, excepto prendas de vestir”* (1.310), mientras que aquellos con menor encadenamiento son *“Creación y difusión de contenido exclusivamente a*

través de Internet” (0.623), *“Servicios de alquiler de marcas registradas, patentes y franquicias”* (0.601) y *“Hogares con empleados domésticos”* (0.575).

Análogamente, para los encadenamientos hacia atrás, aquellos sectores con menores valores son: *“Comercio”*, *“Industria química”* y *“Servicios profesionales, científicos y técnicos”* (4.253, 3.524 y 2.843, respectivamente). Los sectores con menor encadenamiento en cuanto a demanda intermedia son: *“Residencias de asistencia social y para el cuidado de la salud”*, *“Hospitales”*, *“Servicios médicos de consulta externa y servicios relacionados”*, *“Transporte turístico”*, *“Otros servicios de asistencia social”*, *“Servicios de entretenimiento en instalaciones recreativas y otros servicios recreativos”* y *“Hogares con empleados domésticos”*; con un valor para todos éstos de 0.575. Comparando los resultados obtenidos para ambas matrices, en primer lugar se observa que diversos sectores, al ser desagregados, obtienen una clasificación distinta, como por ejemplo el caso del sector *“Agricultura, ganadería, aprovechamiento forestal, pesca y caza”* (sector con fuerte arrastre), y los subsectores que forman parte de éste:

- Agricultura (Fuerte arrastre).
- Ganadería (Base).
- Aprovechamiento Forestal (Independiente).
- Pesca, caza y captura (Independiente).
- Servicios relacionados con las actividades agropecuarias y forestales (Base).

De aquí se concluye que un mayor grado de desagregación conlleva a poder eliminar sectores prescindibles para el estudio en cuestión, y que los resultados obtenidos evidentemente sean más fidedignos, aunque es claro que se incrementa la complejidad en el manejo de la información. Por otra parte, el empleo de una u otra matriz para el caso de México puede llevar a reorientar la toma de decisiones debido a la posible obtención de resultados disonantes e inclusive hasta antagónicos, con la consecuente repercusión en sectores que hubiesen podido ser descartados. Por tal motivo, una buena práctica sería el contar con matrices de insumo producto actualizadas de manera más frecuente, y buscar que tuviesen cada vez un mayor grado de desagregación, con el fin de propiciar más estudios similares aplicados, por el sector público, a la planeación de las actividades estratégicas que ameritan vigilancia del estado para garantizar un desarrollo integral, y por el sector privado, para la inversión en proyectos de los cuales diversas empresas pudiesen beneficiarse y promocionarse como “socialmente responsables”.

Referencias

- [1] Comisión Económica para América Latina. Series regionales de cuentas nacionales a precios constantes de 1980. Cuadernos estadísticos de CEPAL. Santiago de Chile, 1991.
- [2] Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Historia del Sistema de Cuentas Nacionales de México (1938-2000). México, 2003. http://unstats.un.org/unsd/wsd/docs/Mexico_wsd_HistoriaSCNM.pdf, consultada el 3 de enero de 2013.
- [3] Comisión Económica para América Latina. Matriz de contabilidad social (MCS) 2002 de Costa Rica, y los fundamentos metodológicos de su construcción. México, 2006.
- [4] Naciones Unidas, Departamento de Asuntos Económicos y Sociales. Problemas y análisis de las tablas de Insumo-Producto, p. 5. Nueva York, 1974.
- [5] INEGI. Sistema de cuentas nacionales de México, Matriz de insumo producto de México 2003, Clasificación SCIAN 2002. México, 2003.
- [6] INEGI. Sistema de cuentas nacionales de México, Matriz de insumo producto de México 2003. <http://www.inegi.org.mx/sistemas/MatrizInsumoProducto/default.aspx?s=est&c=17255>, consultada el 17 de enero de 2013.
- [7] Stone, R. et al, *Input-Output Relationships*, Number 3 in A Programme for Growth. University of Cambridge Department of Applied Economics, Chapman and Hall, Londres, 1963.
- [8] INEGI. Estructura del SCIAN, México. <http://www.inegi.gob.mx/est/contenidos/espanol/metodologias/censos/scian/estructura.pdf>; consultada el 30 de enero de 2013.
- [9] Schuschny, Andrés. "Tópicos sobre el modelo de Insumo-Producto: Teoría y Aplicaciones", en Serie de estudios estadísticos y prospectivos 37, CEPAL. Santiago de Chile, 2005.
- [10] Fuentes, Flores, Noé A. Matrices de insumo producto de los estados fronterizos del norte de México. Plaza y Valdes Editores. UABC, 2003.
- [11] Hollis B. Chenery, et al. "*Inter industry economics*". John Wiley & sons, 6a ed. E.E.U.U., 1967.

4. MIP aplicada a una central nuclear.

Además de la diferencia en los costos nivelados unitarios de generación, es evidente que las diferentes tecnologías de generación eléctrica tienen también diferentes impactos sobre la economía, sobre el ambiente y los beneficios sociales que puede acarrear.

Una vez establecido que la MIP responde a la pregunta básica: ¿En qué proporción se debe incrementar la producción de todos los sectores de la economía para que pueda de igual forma satisfacerse el incremento en la demanda? Con base en las características propias de una nucleoelectrónica es posible observar los impactos en cada sector que tendría la anexión de cada una al parque de generación, considerándose dicha central como una variable exógena, y siendo empleada en el modelo dentro de la demanda final. Asimismo, la matriz permite observar las restricciones que puede llegar a tener un país (o región) para ciertos niveles de producción, si los demás sectores son incapaces de proveer los insumos necesarios para tal producto. En dado caso, se requerirían importaciones que evidentemente no favorecen a la economía nacional.

Aplicando esta idea a la expansión del parque de generación de electricidad en México, es posible efectuar una planeación orientada a propiciar el desarrollo del país, al encaminar la toma de decisiones de los proyectos de inversión hacia aquellos con mayor contenido nacional, entendiendo la planeación como una herramienta con la cual se puede dar el enfoque sistémico que requiere la formulación de políticas energéticas congruentes, supeditadas a su vez a la política de desarrollo en turno.

Se menciona en el tema estratégico 22, “Suficiencia en las competencias de cada eslabón del sector”, de la Estrategia Nacional de Energía 2013 [1]:

“El contenido nacional significa una oportunidad de desarrollo del país y de inclusión de un mayor número de mexicanos en la especialización del sector, lo cual también mejorará los fundamentos de su sustentabilidad. En este sentido, habrá que revisar los modelos de cooperación entre las empresas energéticas y sus proveedores nacionales, a fin de aprovechar los beneficios que se obtienen al hacerlo uno mismo”.

Es por esto que impera la necesidad de mermar el rezago actual de la industria nacional, con el fin de que sea ésta quien provea mayoritariamente los insumos necesarios para el desarrollo de un

proyecto de tal naturaleza, así como de otros que no necesariamente estén ligados con el sector energético.

4.1 Ajuste de las características de la central a la MIP.

A continuación se describen los componentes principales de la CNLV, desagregados para los sectores de la MIP_20 “Construcción”, “Industrias Manufactureras”, “Servicios profesionales, científicos y técnicos” (Servicios de Ingeniería) y “Actividades del Gobierno⁴”, para lo correspondiente a la administración de CFE [2]:

El sector *Industrias Manufactureras* incluye:

- Isla Nuclear:
 - Equipos Mecánicos.
 - Equipos de Aire Acondicionado de Ventilación y Calentamiento (HVAC).
 - Equipos Eléctricos.
 - Equipos de Instrumentación y Control.
- Materiales:
 - Concreto.
 - Varilla.
 - Acero Estructural.
 - Tubería.
 - Cable.
 - Pintura, etc.

El sector *Construcción*:

- Balance de Planta (BDP).
- Isla Nuclear.

El sector *Servicios profesionales, científicos y técnicos*:

- Administración de la construcción.
- Ingeniería de Diseño.
- Pruebas de arranque (descritas en el informe de seguridad de segunda etapa de la CNLV).

⁴ Fernández de la Garza, et. Al (2009), emplean el sector “Dirección de corporativos y empresas” en vez de “Actividades del Gobierno”.

Y finalmente, el sector *Actividades del Gobierno*:

- Ingeniería para preparación de sitio.
- Determinación de parámetros del sitio.
- Licitación del proyecto.
- Manifiesto de Impacto Ambiental.
- Documentos de licencia.
- Supervisión de CFE.

Para las actividades de Diseño y Construcción (Fase de Proyecto), la compañía *Ebasco Services Incorporated of New York* (EBASCO) proporcionó el Soporte de Ingeniería de Diseño del Balance de Planta que se describe en el informe de seguridad de segunda etapa (ISSE) de la CNLV, incluyendo estructuras, sistemas y componentes que no fueron suministrados por *General Electric*.

Los sectores principales en la construcción de una nucleoelectrica, para el caso específico de México, se catalogan, según la clasificación descrita en el tercer capítulo, como:

Sector	Clasificación
Industrias Manufactureras	Sector Clave ($ETAd \geq 1$, $ETAt \geq 1$)
Construcción	Sector con fuerte arrastre ($ETAd < 1$, $ETAt \geq 1$)
Servicios Profesionales, científicos y técnicos	Sector Base ($ETAd \geq 1$, $ETAt < 1$)
Actividades del Gobierno	Sector independiente ($ETAd < 1$, $ETAt < 1$)

Tabla 4.1 Clasificación de los sectores principales involucrados en una central nuclear (MIP 20).

Estos resultados contrastan con aquellos obtenidos al emplear la MIP de 79 subsectores; a partir de la cual se llega a la siguiente clasificación:

Subsector	Clasificación
Construcción de obras de ingeniería civil u obra pesada	Sector Base (ETAd \geq 1, ETAt $<$ 1)
Industria química	Sector Clave (ETAd \geq 1, ETAt \geq 1)
Industria del plástico y del hule	Sector Clave (ETAd \geq 1, ETAt \geq 1)
Industrias metálicas básicas	Sector Clave (ETAd \geq 1, ETAt \geq 1)
Fabricación de productos metálicos	Sector Clave (ETAd \geq 1, ETAt \geq 1)
Fabricación de maquinaria y equipo	Sector Base (ETAd \geq 1, ETAt $<$ 1)
Fabricación de equipo de computación, comunicación, medición y de otros equipos, componentes y accesorios electrónicos	Sector Clave (ETAd \geq 1, ETAt \geq 1)
Fabricación de equipo de generación eléctrica y aparatos y accesorios eléctricos	Sector con fuerte arrastre (ETAd $<$ 1, ETAt \geq 1)
Servicios profesionales, científicos y técnicos	Sector con fuerte arrastre (ETAd $<$ 1, ETAt \geq 1)
Actividades del Gobierno	Sector Independiente (ETAd $<$ 1, ETAt $<$ 1)

Tabla 4.2 Clasificación de los subsectores principales en una central nuclear (MIP s_79).

Para aquellos sectores en los que se invierte de forma directa, se observa en la Tabla 4.1 que cada uno pertenece a un cuadrante diferente, mientras que para la Tabla 4.2 predominan sectores

clave de la economía (cinco), dos sectores con fuerte arrastre, un sector base y otro independiente, respectivamente. Con una mayor desagregación, se puede distinguir que una central nuclear impulsa mayoritariamente aquellos sectores más trascendentes para el país; situación que no se observa en la MIP_20, y que surgen ligeras discrepancias que se inferían desde el tercer capítulo.

En las Figuras 4.1 y 4.2 se muestran las cantidades totales en millones de dólares de 2009 para cada (sub) sector, junto con la fracción que corresponde a la participación nacional.

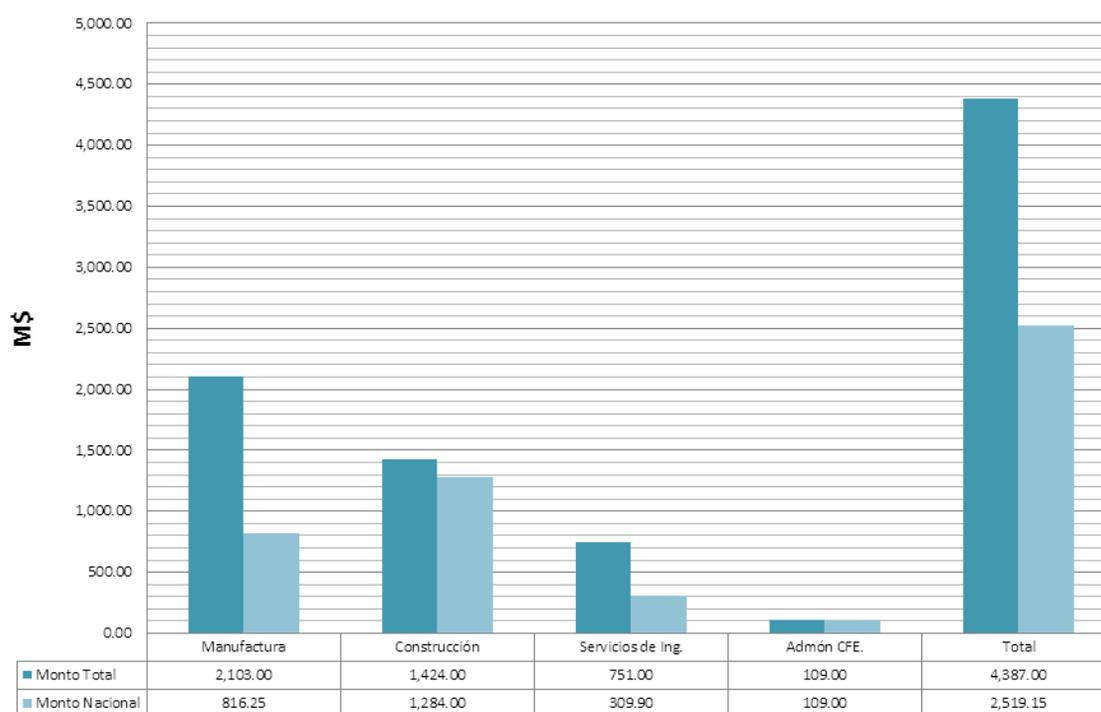


Fig. 4.1 Componente nacional respecto a la inversión total de una nucleoelectrica (MIP 20).

Esta clasificación es congruente con aquella en la que se desglosa el costo de inversión (obra civil y electromecánica) en el COPAR 2011; costo que subdividen en mano de obra, equipos nacionales, equipos importados, materiales y otros (servicios y gastos diversos), aunque se resalta la diferencia entre las cifras publicadas en dicho documento, en el que refieren componente

importado del 39.3%, mientras que la publicada por Fernández de la Garza, et. al. (2009), y empleada en este estudio, es de 42.6%, para una inversión de 4,387 MDIs.

Cabría utilizar cifras para el sector minería y demás sectores para las actividades de exploración, explotación y enriquecimiento de uranio; sin embargo, México quiso asegurar el abasto de combustible nuclear durante la vida útil de la central mediante la suscripción de un acuerdo con la Comisión de Energía Atómica estadounidense; Comisión a su vez dispuesta a proveer tales servicios a través de la Agencia Internacional de Energía Atómica. Ésta solicitó permitir la transferencia y exportación hacia México del reactor, junto con componentes y partes de repuesto [3]; por lo que tales actividades quedan consideradas dentro del sector “*Servicios de Ingeniería*”.

Tanto las cifras publicadas por CFE como por Fernández de la Garza, et. al (2009) refutan lo mencionado en la ENE 2013-2027, respecto a que *los equipos y tecnologías empleados, no sólo para consumir la energía, sino también para producirla y procesarla son mayoritariamente de origen extranjero*, (<50% para el caso de la nucleoelectrica); sin embargo, existe un amplio margen de mejora que es posible reducir en todos los sectores, y resulta evidente la necesidad de optar por desarrollar la capacidad nacional para suministrar las estructuras, componentes y servicios necesarios para el proyecto, así como la capacidad tecnológica en cada etapa de la central.

Las importaciones se consideran, por una parte, con los montos inherentes a la producción de cualquier sector, con base en la estructura de la economía nacional (independientemente del tipo de proyecto en el que se quiera invertir). A éstas deben sumarse las importaciones que corresponden a aquéllas que deben hacerse por las propias características del proyecto (nucleoelectrico). Estas importaciones en un proyecto pueden justificarse por la falta de integración de la industria nacional, y por posibles limitantes financieras, principalmente.

En la Tabla 4.3 se comparan las importaciones de la economía total para la fracción de origen nacional. Además, se muestran las cifras en MDIs que corresponden a los impuestos sobre los productos netos de subsidios y el valor agregado bruto (obtenidas a partir de los renglones 23 y 24 de la tabla A.5 y las cifras mostradas en la Fig. 4.1).

	Construcción	Industrias Manufactureras	Servicios Profesionales, Científicos y Técnicos	Dirección de corporativos y empresas
Importaciones de la Economía Total	90.806	212.012	15.310	1.000
Impuestos sobre los productos netos de subsidios	4.422	2.114	0.452	0.189
Valor agregado bruto de la economía nacional	628.104	259.646	220.891	73.555

Tabla 4.3 Importaciones, impuestos y valor agregado para cada sector involucrado en la construcción de una central nuclear (MIP 20).

El mayor valor de importaciones lo tienen las industrias manufactureras, seguido de la construcción; siendo los sectores en los cuales se invierte mayoritariamente en una central nuclear; sin embargo también son los sectores con mayor valor en cuanto a recaudación de impuestos y valor agregado bruto.

En la figura 4.3 se muestran los efectos multiplicadores para estos cuatro sectores, por el lado de la demanda. Los encadenamientos totales hacia adelante y atrás se muestran en la tabla B.1. Estos efectos se calculan a partir de los encadenamientos totales obtenidos en el tercer capítulo, con el monto directo correspondiente a la inversión de participación nacional de todos los (sub)sectores enlistados en las tablas 4.3 y 4.4.

Debido a la forma de presentar la información en las MIP, como se mencionó en el capítulo segundo, se observa que en los renglones de la matriz se presentan los ingresos, y en las columnas los gastos; por lo que la tabla anterior puede interpretarse como los gastos de estos cuatro sectores destinados al pago de importaciones, así como de impuestos y el valor agregado que generan al país, que directamente contribuyen al producto interno bruto. Cabe señalar que estas cifras se obtienen con los coeficientes técnicos y los montos previos al cálculo de los efectos que tienen los encadenamientos totales, ya que de otra manera estarían mezclándose factores directos con cantidades obtenidas a partir de los coeficientes totales; lo cual arrojaría errores debido a la doble contabilidad de los coeficientes directos. Resalta el hecho que se tiene un mayor factor para el valor agregado que para las importaciones, en todos los casos.

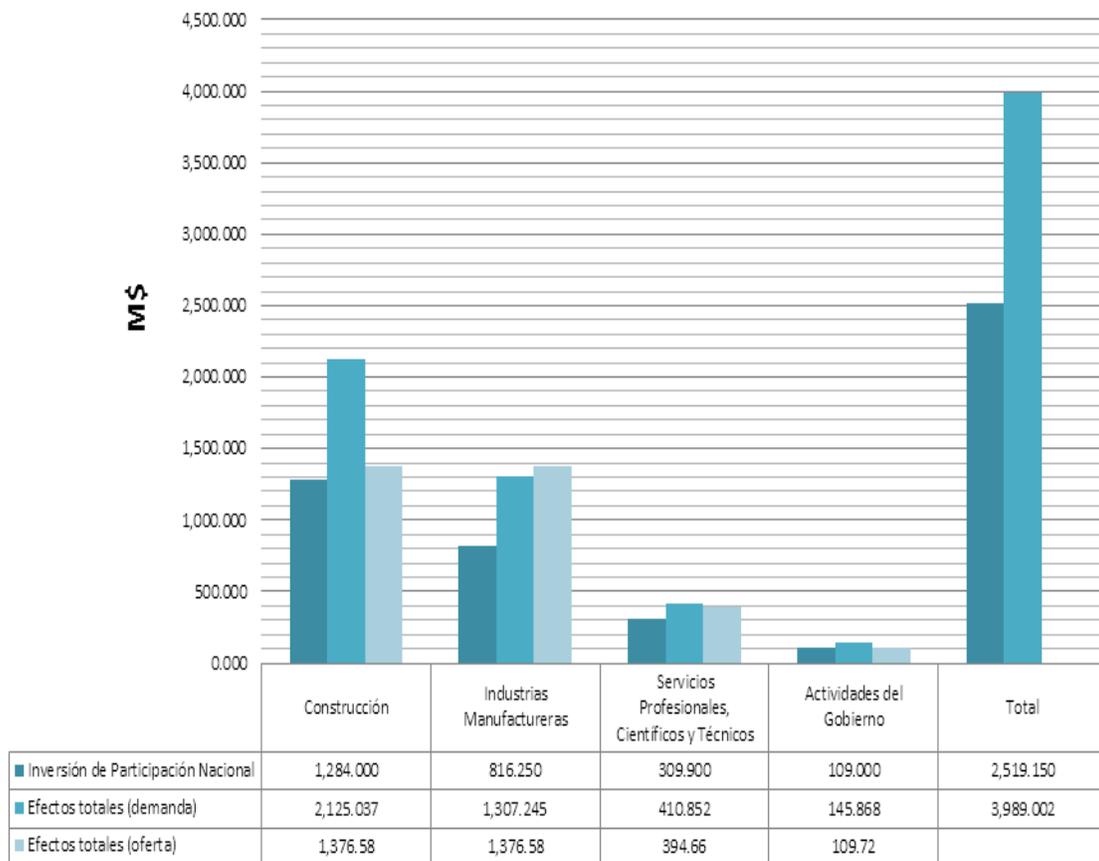


Figura 4.2 Efectos multiplicadores totales por sector.

Se observa (ver también tabla B.1) que por el lado de la oferta, aunque no estén directamente involucrados en el proyecto, se ven altamente beneficiados los sectores “Comercio” (5.49%), “Minería” (2.74%) y “Transportes” (2.14%), y según la clasificación Chenery-Watanabe, éstos son sectores base, independiente y base, respectivamente. Como se mencionó anteriormente, el sector minería podría verse aún más beneficiado por las actividades correspondientes a la explotación del material nuclear.

En la siguiente figura se muestra un análisis de sensibilidad para los efectos totales que tiene cada sector debido a la variación en la fracción invertida de origen nacional (MIP 20):

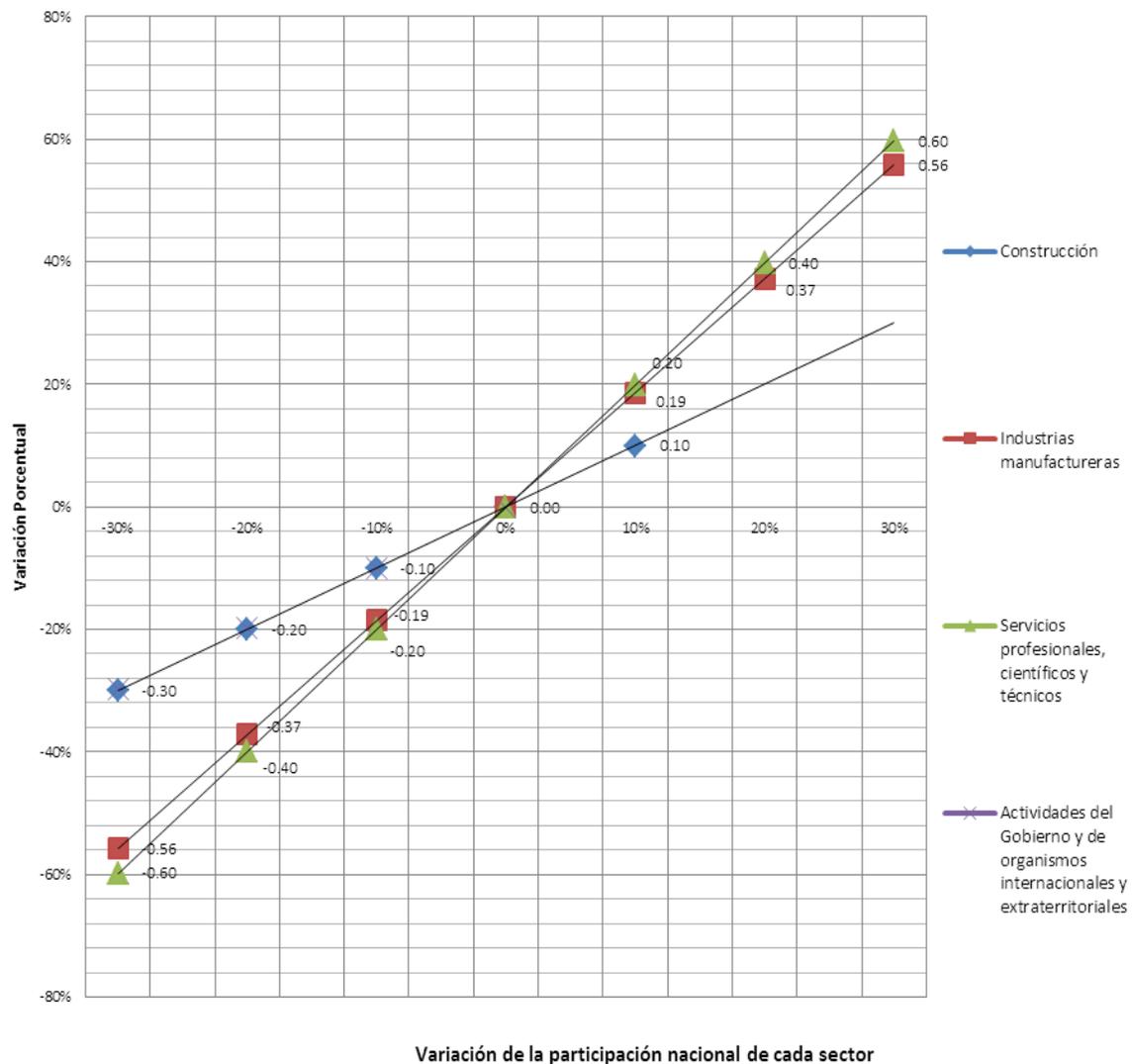


Figura 4.3 Análisis de sensibilidad respecto al componente importado en cada sector involucrado en el proyecto.

Se observa que elevar el componente nacional, además de influir positivamente en cada sector de la MIP, eleva también la posibilidad de recaudación de impuestos, se incrementa el PIB generado por cada sector, y se merma evidentemente la necesidad de importaciones, y con un diseño óptimo de planes de desarrollo regionales derivados de dichos impuestos, la derrama económica podría asimismo ser mayor.

La mayor variación se detecta en el sector “*Servicios profesionales, científicos y técnicos*”, seguido de “*Industrias Manufactureras*” y “*Construcción*”. Por lo tanto, un posible cauce de acciones sería fortalecer la industria nacional con acciones gubernamentales, como por ejemplo, temporal sustitución de importaciones para la manufactura, y desarrollar programas a largo plazo de investigación y desarrollo en materia nuclear, con el fin de necesitar un menor apoyo para las etapas de diseño y pre-operacionales, lo cual conllevaría asimismo a reducir los costos de aprendizaje y abaratar la construcción de unidades subsecuentes.

De forma análoga a la figura 4.1, se muestra en la figura 4.4 la inversión total para la central nuclear con la fracción correspondiente a la inversión de origen nacional, para la MIP de 79 subsectores.

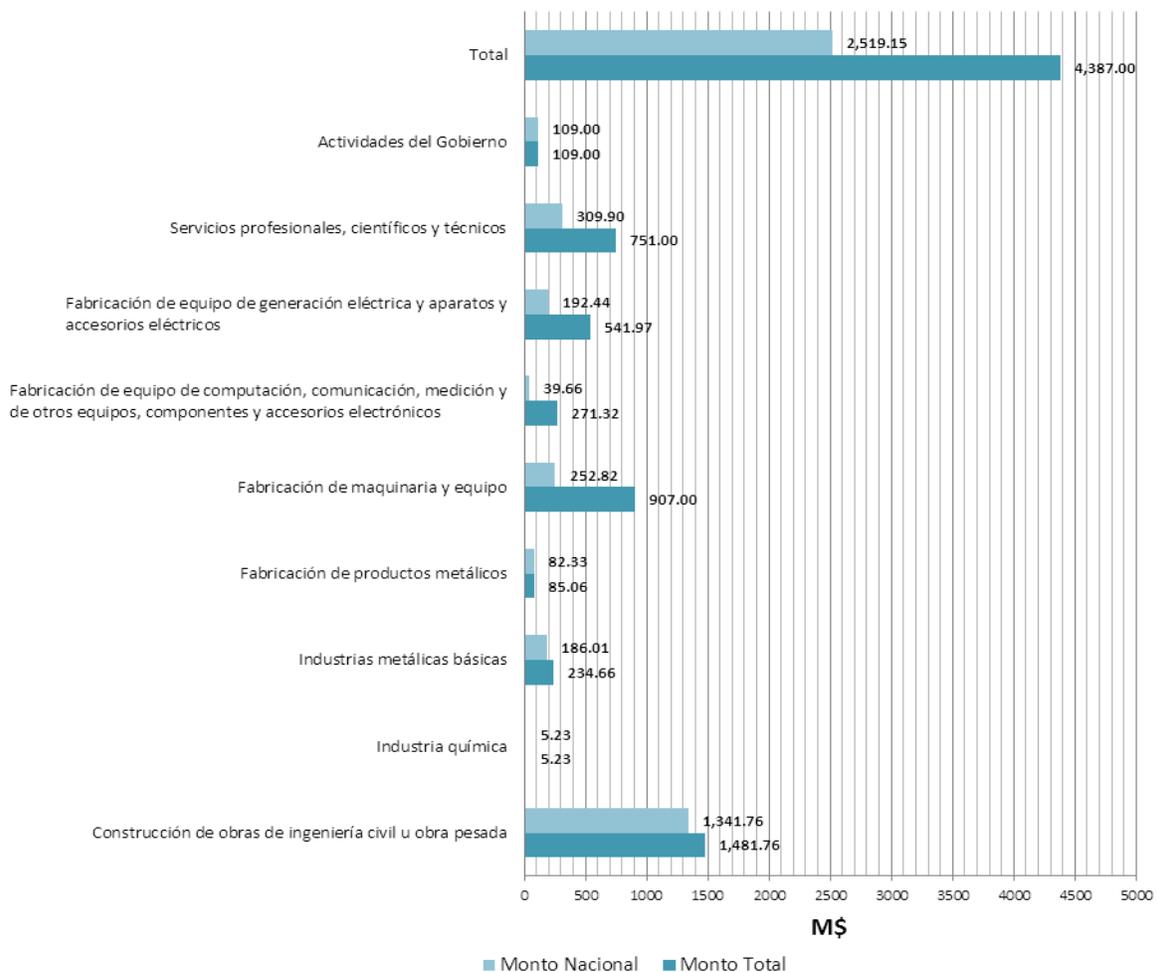


Fig. 4.4 Componente nacional respecto a la inversión total de una nucleoelectrica (MIP s_79).

En esta gráfica se aprecia principalmente que el efecto final en la inversión total es mayor que con el uso de la MIP_20; lo cual se explica por el hecho de que son excluidos sectores con total intrascendencia para la inversión en una central nuclear, y que en realidad se tienen mayores beneficios económicos que aquellos observables cuando se tiene una menor desagregación sectorial.

En cuanto a los 9 subsectores empleados, proporcionalmente, los más beneficiados son *fabricación de maquinaria y equipo, servicios profesionales, científicos y técnicos, y fabricación de equipo de computación, comunicación, medición y de otros equipos, componentes y accesorios electrónicos*. En particular, siendo el subsector *servicios profesionales, científicos y técnicos* uno de los más importantes para la generación de competitividad a nivel global, resulta evidente que un programa nucleoelectrico a largo plazo resulta imperioso para el desarrollo del país, si es posible solucionar el problema de la aversión social. En la tabla 4.4 se presenta la misma información (importaciones, impuestos, valor agregado), con un mayor grado de desagregación:

Sector	Importaciones de la Economía Total	Impuestos sobre los productos netos de subsidios	Valor agregado de la economía nacional (total)
Construcción de obras de ingeniería civil u obra pesada	78.10426	6.79557	668.86372
Industria química	0.62168	0.02149	1.59701
Industrias metálicas básicas	26.67185	1.21104	68.70110
Fabricación de productos metálicos	21.45423	0.26356	35.85633
Fabricación de maquinaria y equipo	79.30466	0.93563	118.41175
Fabricación de equipo de computación, comunicación, medición y de otros equipos y accesorios electrónicos	27.92101	0.07883	27.46124
Fabricación de equipo de generación eléctrica y aparatos y accesorios eléctricos	154.66137	1.17538	182.05541
Servicios profesionales, científicos y técnicos	15.31014	3.67661	1796.14865
Actividades del Gobierno	1.11113	0.21008	81.72833

Tabla 4.4 Importaciones, impuestos y valor agregado (millones de dólares) para cada sector involucrado en la construcción de una central nuclear (MIP Sub_79).

En este caso se observa que el subsector *Fabricación de equipo de generación eléctrica y aparatos y accesorios eléctricos* es el más demandante de importaciones, mientras que la generación de mayor valor agregado ocurre por parte del sector *Servicios profesionales, científicos y técnicos*; misma situación que se observaba incluso desde la MIP_20. En cuanto a generación de valor agregado, le sigue el sector de la construcción, que resulta ser un sector base para México.

Finalmente, se presenta de nuevo un análisis de sensibilidad con todos los subsectores mencionados (Fig. 4.5). Cabe resaltar que aquellos subsectores cuya variación no llega al $\pm 30\%$ ya contaban desde un principio con fracciones de inversión nacional demasiado elevadas (industria química y actividades del gobierno), y que no es posible variar sin alterar la estructura de inversión descrita anteriormente.

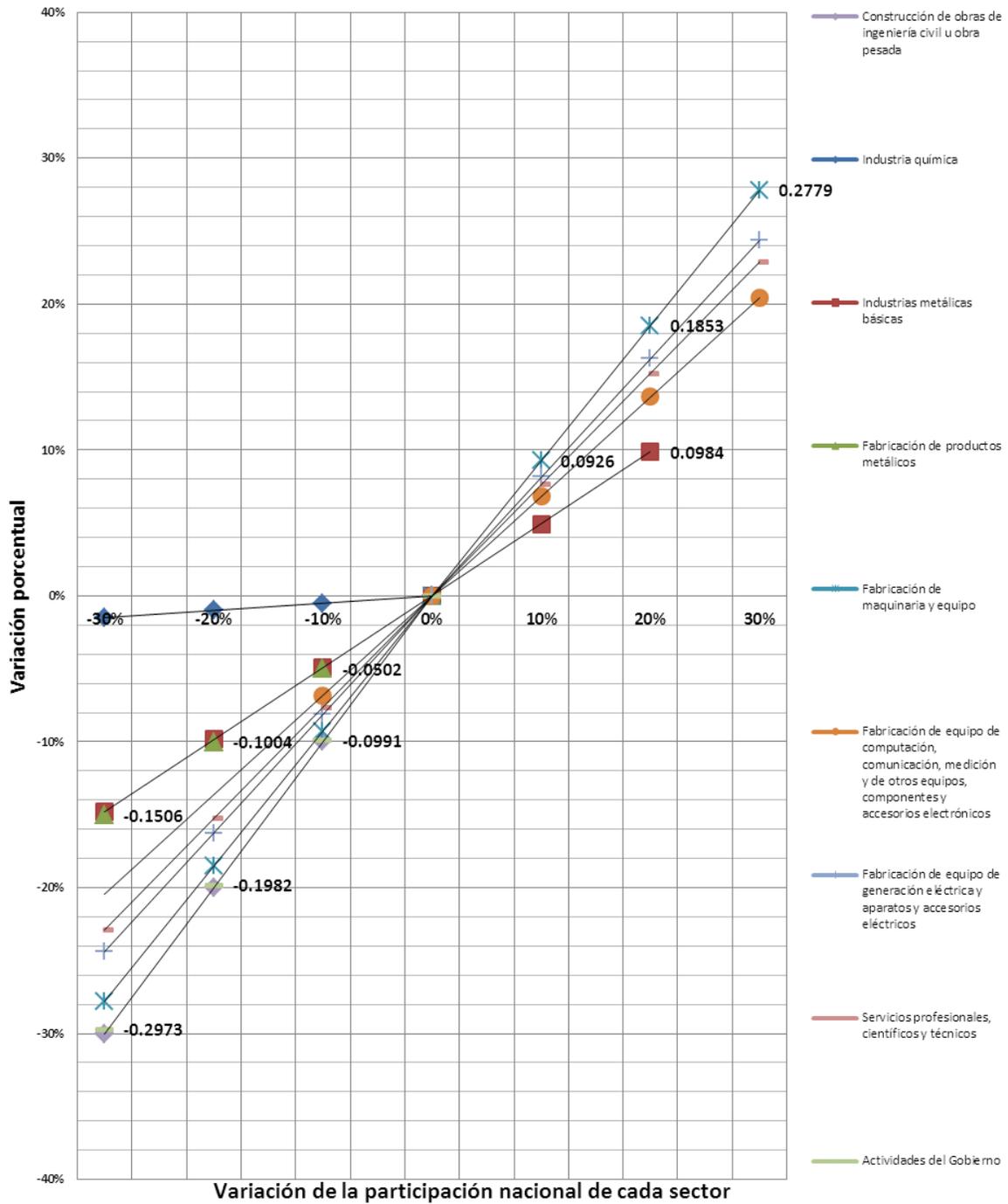


Figura 4.5 Análisis de sensibilidad respecto al componente importado en cada sector involucrado en el proyecto (MIP sub_79).

El orden descendente en el cual se ve afectado cada sector con la variación en la fracción de origen nacional para la inversión en una nucleoelectrica es, en primer lugar, el sector - *Construcción de obra civil y pesada* -, seguido de - *Actividades del gobierno* -, posteriormente - *Fabricación de maquinaria y equipo* -, - *Fabricación de equipo de generación eléctrica y aparatos y accesorios eléctricos* -, en menor grado - *Servicios profesionales, científicos y técnicos* -, - *Fabricación de equipo de computación, comunicación, medición y de otros equipos, componentes y accesorios electrónicos* -, - *Fabricación de productos metálicos* -, y finalmente la - *Industria Química* -; jerarquía que debe considerarse de manera adicional a todos los estudios propios para la concesión de un permiso de construcción y de una licencia de operación, como se dijo, para que pueda propiciarse, en congruencia con la planeación a corto y largo plazo del sector energético, un adecuado desarrollo local y nacional de la industria.

Ya que la MIP se compone de cifras nacionales, para observar los impactos locales sería necesario regionalizarla a partir de la MIP nacional; sin embargo, esto no es recomendable, tanto por la magnitud de un proyecto de esta índole, como por el problema inherente que se tiene con la regionalización; dado que, aun si ciertos componentes provienen de distintas regiones del país, el modelo exige que se consideren como importaciones, de manera que, no obstante la capacidad nacional de proveer los insumos necesarios, estas inter-relaciones no se aprecian con el uso de una matriz regional. Empero, con el fin de lograr una mayor aceptación social, sí deben diseñarse programas de desarrollo locales, más enfocados a las poblaciones aledañas y tomando en cuenta la realidad social propia de la región en cuestión, dentro de la cual se prevea la construcción de casas para trabajadores, infraestructura comercial y cultural, etc.

Ahora bien, la construcción de una central de generación, per se, tendrá efectos regionales limitados antes y durante la operación, si dicha construcción no está acompañada de la promoción de condiciones locales agradables, de una estructura productiva integrada, una capacidad financiera adecuada, y de legislaciones encaminadas a generar incentivos socio-económicos para los locatarios, así como las medidas propuestas en el primer capítulo de la presente tesis.

Por tales motivos, se concluye que el empleo de la MIP es únicamente el comienzo de una evaluación integral de la factibilidad de la introducción de una nueva central nuclear.

Referencias

1. SENER. Estrategia Nacional de Energía 2013-2027.
2. *Fernández de la Garza, Rafael, et. al.* “La nucleoelectricidad una oportunidad para México”, Academia de Ingeniería, Octubre de 2009.
3. INFCIRC/203 Information Circular IAEA, del 31 de octubre de 1974.
<http://www.iaea.org/Publications/Documents/Infcircs/Others/infcirc203a1.pdf>

Conclusiones

Cada vez se hace más notoria la necesidad de equilibrar todas las dimensiones del desarrollo sustentable, visto que el crecimiento económico “*per se*” no es conveniente, dado que impacta desfavorablemente los ámbitos social y sobre todo el ambiental, propiciando inclusive mayores brechas entre la equidad social. Se debe tener siempre presente la realidad y las necesidades regionales, así como la adaptabilidad del proyecto a la región en cuestión. De esto puede apoyarse la elaboración de estudios de instrumentos que ya hayan sido eficaces. Debe, asimismo, tenerse en cuenta que las proyecciones energéticas de demanda y consumo no son en sí inexorables, por lo que cabe plantearse la pregunta de si es necesario simplemente buscar cubrir cierta demanda proyectada, o si deberían impulsarse programas de ahorro, redistribución de los flujos energéticos, o cambio en la estructura de la matriz energética, mejoramiento de la calidad en los servicios, etc.

En el análisis con la MIP, se consideró que los coeficientes técnicos no cambiaban respecto al tiempo, por manejarse periodos cortos, y con base también en la imposibilidad de que ocurra un cambio tecnológico o en la estructura productiva nacional en el corto plazo; sin embargo, existe una omisión más sustancial en el modelo dado que no se considera la variación del dinero en el tiempo, factor que juega un papel fundamental en el costo nivelado de generación de energía, y con el cual se observa que en caso de prolongarse el proyecto, por las razones que fueren, éste se torna cada vez más caro y ofrece indicadores económicos que pueden comprometer su rentabilidad.

Se observó que respecto a los análisis económicos típicos, el modelo insumo producto ofrece una alternativa que complementa de manera adecuada la comparación entre opciones de generación eléctrica, ya que la información de entrada, la forma de procesarla, y asimismo los resultados que arroja, son de otra índole, y no se contraponen a las conclusiones a las que se llega con un análisis de valor presente neto típico, y esto a su vez coadyuva a cumplir, de mejor manera, los objetivos que se estipulan en la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica.

Se observa que por el lado de la oferta, aunque no estén directamente involucrados en el proyecto, se ven altamente beneficiados los sectores “*Comercio*” (5.49%), “*Minería*” (2.74%) y “*Transportes*” (2.14%).

El empleo de la Matriz de 79 subsectores permite observar que el efecto final en la inversión total es mayor que con el uso de la MIP_20; lo cual se explica por el hecho de que son excluidos sectores con total intrascendencia para la inversión en una central nuclear, y que en realidad se tienen mayores beneficios económicos que aquellos observables cuando se tiene una menor desagregación sectorial.

Se observa que elevar el componente nacional, además de influir positivamente en cada sector de la MIP, eleva también la posibilidad de recaudación de impuestos, se incrementa el PIB generado por cada sector, y se merma evidentemente la necesidad de importaciones, y con un diseño óptimo de planes de desarrollo regionales, la derrama económica podría asimismo ser mayor.

Por otra parte, un mayor grado de desagregación conlleva a poder eliminar sectores prescindibles, y que los resultados obtenidos evidentemente sean más fidedignos, aunque es claro que se incrementa la complejidad en el manejo de la información.

Por otra parte, el empleo de una u otra matriz para el caso de México puede llevar a reorientar la toma de decisiones debido a la posible obtención de resultados disonantes e inclusive hasta antagónicos, con la consecuente repercusión en sectores que hubiesen podido ser descartados. Por tal motivo, una buena práctica sería el contar con matrices de insumo producto actualizadas de manera más frecuente, y buscar que tuviesen cada vez un mayor grado de desagregación, con el fin de propiciar más estudios similares aplicados, por el sector público, a la planeación de las actividades estratégicas que ameritan vigilancia del estado para garantizar un desarrollo integral, y por el sector privado, para la inversión en proyectos de los cuales diversas empresas pudiesen beneficiarse y promocionarse como “socialmente responsables”.

Con una mayor desagregación, se puede distinguir que una central nuclear impulsa mayoritariamente aquellos sectores más trascendentes para el país; situación que no se observa en la MIP_20, y que surgen ligeras discrepancias que se inferían desde el tercer capítulo.

La construcción de más centrales nucleoelectricas, por una parte impulsa la consecución de la disposición de la Estrategia Nacional de Energía 2013-2027, relativa a generar el 35% de la electricidad a partir de energías no fósiles en 2024, y, por otra parte, como se vio en el análisis IP, favorece enormemente la economía; si bien aún cuenta con un amplio margen para incrementar

el contenido nacional de los proyectos y consecuentemente incrementar el beneficio neto a la economía nacional.

Glosario de Siglas y Acrónimos

ACV	Análisis de Ciclo de Vida
APF	Administración Pública Federal
BWR	Reactor de Agua en Ebullición (siglas en Inglés)
CC	Central de Ciclo Combinado
CADER	Centro de Almacenamiento de Desechos Radiactivos
CFE	Comisión Federal de Electricidad
CIIU	Clasificación Industrial Internacional Uniforme
CMAP	Clasificación Mexicana de Actividades y Productos
CNLV	Central Nucleoeléctrica Laguna Verde
COPAR	Costos y Parámetros de Referencia
CPP	Coefficientes de Producción Primarios
DOF	Diario Oficial de la Federación
EDAd _i	Encadenamientos Directos Hacia Adelante del sector i
EDAt _j	Encadenamientos Directos Hacia Atrás del sector j
EDMAd _i	Encadenamientos Directos Medios Hacia Adelante del sector i
EDMAT _j	Encadenamientos Directos Medios Hacia Atrás del sector j
ETMAd _i	Encadenamientos Totales Medios Hacia Adelante del sector i
ETMAT _j	Encadenamientos Totales Medios Hacia Atrás del sector j
EE.UU.	Estados Unidos de Norteamérica
GE	General Electric
HVAC	Aire Acondicionado de Ventilación y Calentamiento (siglas en inglés)
IAEA	Agencia Internacional de Energía Atómica (siglas en inglés)
IEA	Agencia Internacional de Energía (siglas en inglés)

IEDS	Indicadores Energéticos de Desarrollo Sustentable
INEGI	Instituto Nacional de Estadística y Geografía
INES	Escala Internacional de Eventos Nucleares (siglas en inglés)
ININ	Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares
ISSE	Informe de Seguridad de Segunda Etapa
LAERFTE	Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética
LSPEE	Ley de Servicio Público de Energía Eléctrica
MCS	Matriz de Contabilidad Social
MIP	Matriz Insumo-Producto
NOM	Norma Oficial Mexicana
OCDE	Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico
OLADE	Organización Latinoamericana de Energía
OMS	Organización Mundial de la Salud
ONU	Organización de las Naciones Unidas
PGPB	Pemex Gas y Petroquímica Básica
PIB	Producto Interno Bruto
PJ	Peta Joules
POISE	Programa de Obras e Inversiones del Sector Eléctrico
PROSENER	Programa Sectorial de Energía
PWR	Reactor de Agua a Presión (siglas en inglés)
SCIAN	Clasificación Industrial de América del Norte
SCN	Sistema de Cuentas Nacionales
SEMARNAT	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
SEN	Sistema Eléctrico Nacional

SENER	Secretaría de Energía
SIN	Sistema Interconectado Nacional
SPAN	Sí Pero Aquí No
UNDESA	Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas (siglas en inglés)
USNRC	Comisión Reguladora Nuclear de Estados Unidos (siglas en inglés)
WANO	Asociación Mundial de Operadores Nucleares (siglas en inglés)
WNA	Asociación Mundial Nuclear (siglas en inglés)

Apéndice A. Capítulo 3.

<i>Código Sector (SCIAN)</i>	<i>Sector (MIP 20)</i>	<i>PIB</i>	<i>Subsector (MIP 79)</i>	<i>PIB</i>
11	Agricultura, ganadería, aprovechamiento forestal, pesca y caza	261,646,399	Agricultura	168,465,034
			Ganadería	67,844,370
			Aprovechamiento forestal	15,561,254
			Pesca, caza y captura	7,378,639
			Servicios relacionados con las actividades agropecuarias y forestales	2,397,102
21	Minería	431,028,372	Extracción de petróleo y gas	370,351,537
			Minería de minerales metálicos y no metálicos excepto petróleo y gas	36,184,107
			Servicios relacionados con la minería	24,492,728
22	Electricidad, agua y suministro de gas por ductos al consumidor final	94,291,045	Generación, transmisión y suministro de energía eléctrica	79,228,812
			Agua y suministro de gas por ductos al consumidor final	15,062,233
23	Construcción	477,015,897	Edificación	306,063,293
			Construcción de obras de ingeniería civil u obra pesada	131,931,877
31-33	Industrias Manufactureras	1,190,707,095	Trabajos especializados para la construcción	39,020,727
			Industria alimentaria	301,022,304
			Industria de las bebidas y del tabaco	70,039,210
			Fabricación de insumos textiles	14,354,327

Confección de productos textiles, excepto prendas de vestir	5,611,563
Fabricación de prendas de vestir	31,746,135
Fabricación de productos de cuero, piel y materiales sucedáneos, excepto prendas de vestir	18,519,044
Industria de la madera	17,219,526
Industria del papel	27,006,112
Impresión e industrias conexas	11,668,734
Fabricación de productos derivados del petróleo y del carbón	34,590,287
Industria química	117,354,544
Industria del plástico y del hule	32,800,193
Fabricación de productos a base de minerales no metálicos	84,006,272
Industrias metálicas básicas	76,606,361
Fabricación de productos metálicos	36,880,328
Fabricación de maquinaria y equipo	28,247,517
Fabricación de equipo de computación, comunicación, medición y de otros equipos, componentes y accesorios electrónicos	47,574,876
Fabricación de equipo de generación eléctrica y aparatos y accesorios eléctricos	30,775,116
Fabricación de equipo de transporte	167,370,775
Fabricación de muebles y productos relacionados	18,821,910
Otras industrias manufactureras	18,491,961

43-46	Comercio	1,087,412,275	Comercio	1,087,412,275
			Transporte aéreo	11,825,212
			Transporte por ferrocarril	9,148,615
			Transporte por agua	4,183,403
48	Transporte	535,068,139	Autotransporte de carga	226,982,070
			Transporte terrestre de pasajeros, excepto por ferrocarril	222,107,941
			Transporte por ductos	5,020,712
			Transporte turístico	1,742,107
			Servicios relacionados con el transporte	54,058,079
			Servicios postales	2,022,937
			Servicios de mensajería y paquetería	5,540,704
49	Correos y Almacenamiento	9,153,584	Servicios de almacenamiento	1,589,943
			Edición de publicaciones y de software, excepto a través de Internet	31,481,608
			Industria fílmica y del video, e industria del sonido	10,741,361
			Radio y televisión, excepto a través de Internet	20,357,761
51	Información en Medios Masivos	191,761,648	Creación y difusión de contenido exclusivamente a través de Internet	3,238,688
			Otras telecomunicaciones	122,727,866
			Proveedores de acceso a Internet, servicios de búsqueda en la red y servicios de	2,957,537

			procesamiento de información	
			Otros servicios de información	256,827
			Banca central	6,152,722
52	Servicios Financieros y de Seguros	183,410,550	Instituciones de intermediación crediticia y financiera no bursátil	130,022,091
			Actividades bursátiles cambiarias y de inversión financiera	9,265,437
			Compañías de fianzas, seguros y pensiones	37,970,300
			Servicios inmobiliarios	744,122,010
53	Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles	804,940,512	Servicios de alquiler de bienes muebles	33,097,922
			Servicios de alquiler de marcas registradas, patentes y franquicias	27,720,580
54	Servicios profesionales, científicos y técnicos	279,119,758	Servicios profesionales, científicos y técnicos	279,119,758
55	Dirección de corporativos y empresas	22,137,079	Dirección de corporativos y empresas	22,137,079
56	Servicios de apoyo a los negocios y manejo de desechos y servicios de remediación	169,957,534	Servicios de apoyo a los negocios	167,576,745
			Manejo de desechos y servicios de remediación	2,380,789
61	Servicios Educativos	373,283,189	Servicios educativos	373,283,189
62	Servicios de salud y de asistencia social	222,652,542	Servicios médicos de consulta externa y servicios relacionados	132,276,477
			Hospitales	86,915,211

			Residencias de asistencia social y para el cuidado de la salud	940,409
			Otros servicios de asistencia social	2,520,445
			Servicios artísticos y deportivos y otros servicios relacionados	16,735,454
71	Servicios de esparcimiento culturales y deportivos, y otros servicios recreativos	28,906,395	Museos, sitios históricos, jardines botánicos y similares	2,898,367
			Servicios de entretenimiento en instalaciones recreativas y otros servicios recreativos	927,2574
72	Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas	204,015,524	Servicios de alojamiento temporal	801,256,98
			Servicios de preparación de alimentos y bebidas	123,889,826
			Servicios de reparación y mantenimiento	79,562,578
81	Otros servicios excepto actividades del Gobierno	208,295,649	Servicios personales	62,671,932
			Asociaciones y organizaciones	26,686,643
			Hogares con empleados domésticos	39,374,496
93	Actividades del Gobierno y de organismos internacionales y extraterritoriales	317,746,273	Actividades del Gobierno	317,746,273
	Total	7,092,549,459	Total	7,092,549,459

Tabla A.1 Desagregación en 79 subsectores de la MIP nacional, Producto interno bruto por sector y subsector.

Evaluación socio-económica de centrales nucleares en México

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
11	37,038,413	0	0	1,691,961	179,686,461	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	817	6,029	238	0
21	75,598	5,917,262	1,851,929	12,076,629	275,010,135	0	7,029	0	532	0	222,023	4,271	0	4,002	10	192	605	113,953	351	0
22	4,931,145	3,089,478	33,437,453	3,094,215	49,112,356	14,935,672	4,275,842	209,809	2,101,890	961,559	6,694,012	2,235,677	69,172	959,354	2,555,727	3,441,982	643,320	9,781,982	3,196,193	7,547,589
23	923,712	353,383	579,321	62,592,496	6,448,286	510,917	1,050,488	12,656	73,406	510,362	3,303,577	64,449	293,482	231,582	1,108,787	422,310	28,859	853,486	93,548	1,607,285
31-33	46,958,163	26,030,899	41,258,500	194,290,794	559,674,155	55,316,713	81,229,798	3,162,250	12,875,917	3,392,468	15,584,523	19,524,494	1,017,539	10,378,220	4,255,758	22,068,423	2,795,724	17,517,792	19,013,955	16,437,575
43-46	22,587,553	12,130,118	20,023,361	65,355,295	286,675,302	28,747,650	33,475,782	1,189,923	6,765,024	1,815,393	5,796,449	10,283,343	291,043	4,517,652	2,196,342	8,749,160	975,872	6,116,306	8,300,783	5,804,204
48	8,656,254	6,155,767	9,498,466	23,639,085	103,806,216	9,589,520	20,670,908	500,936	7,333,631	1,751,793	2,789,805	5,391,401	761,736	2,258,451	1,276,366	3,079,371	418,633	2,706,197	3,288,322	4,879,213
49	13,898	20,545	24,709	144,136	342,000	3,321,737	1,459,940	48,089	22,215	2,299,929	183,861	210,276	31,986	39,055	252,586	117,085	48,521	49,724	34,960	2,531,384
51	1,385,547	1,242,217	942,115	5,862,350	23,449,654	20,294,570	6,347,599	530,872	16,881,710	7,546,715	7,817,394	10,520,480	1,526,962	4,173,957	8,081,111	2,565,583	1,042,380	4,944,201	5,867,040	7,826,681
51	5,241,326	14,635,281	3,805,767	5,682,482	19,789,113	42,032,858	16,059,935	163,688	5,338,868	35,163,185	2,980,428	1,355,245	3,006,679	783,656	507,269	367,244	295,546	4,581,970	1,301,513	8,526,066
53	971,679	9,749,663	1,109,374	13,176,425	43,315,225	46,190,181	12,040,698	1,294,193	11,969,250	10,191,016	9,682,073	13,682,392	1,103,736	3,641,681	5,418,057	4,671,640	1,343,101	9,890,603	6,166,833	5,407,725
54	5,051,063	4,104,100	1,832,349	18,648,445	54,371,004	75,464,543	15,535,901	639,937	8,799,646	17,204,421	4,157,112	15,058,102	5,253,759	7,521,324	6,499,634	2,478,268	1,030,330	3,831,929	3,770,560	11,867,793
55	0	5,191,917	0	101,263	15,636,558	581,681	266,752	0	18,627,991	45,475	15,202	0	888,523	1,024	0	0	0	0	1,656	0
56	5,900	1,875,404	2,691,184	8,461,440	53,308,191	10,510,634	15,831,267	765,885	7,606,651	24,242,286	15,418,153	9,730,947	516,792	5,640,691	4,995,270	8,573,306	1,829,179	9,098,006	2,937,208	12,472,618
61	0	0	107,579	5,720	3,866	0	275,583	2,023	16,681	815,062	1,815	212,008	0	0	607,911	235,862	8,631	393	21	3,724,631
62	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
71	0	0	0	424	12,118	0	6,156	15	299,022	16	3,085	2,241	30	2,293	57,117	1,279	12,370	23,083	409	1,103,931
72	39,658	1,107,602	659,950	2,837,940	12,620,499	77,429	4,405,096	86,658	398,578	1,390,741	304,245	2,005,404	955,714	935,229	890,734	893,348	82,128	134,386	247,540	5,127,096
81	1,401,338	2,795,361	2,367,770	5,130,771	19,960,683	6,478,071	13,763,475	418,613	2,094,827	3,035,222	1,419,646	2,112,206	219,507	471,456	867,186	1,790,983	601,253	2,683,878	369,196	5,768,658
93	239	31	1,277,835	30,524	137	0	3,222,025	19,134	0	1,199,264	6,542	0	0	0	0	0	0	0	3,086	0

Tabla A.2 Matriz Simétrica total de insumo-producto por sector de actividad (20), miles de pesos, precios básicos de 2003.

Agricultura, ganadería, aprovechamiento forestal, pesca y caza	0.6806064
Minería	0.8256676
Electricidad, agua y suministro de gas por ductos al consumidor	0.4907894
Construcción	0.5633441
Industrias manufactureras	0.5804279
Comercio	0.7851014
Transportes	0.7184799
Correos y almacenamiento	0.5427557
Información en medios masivos	0.6776551
Servicios financieros y de seguros	0.6377889
Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles	0.9139205
Servicios profesionales, científicos y técnicos	0.7636469
Dirección de corporativos y empresas	0.6146659
Servicios de apoyo a los negocios y manejo de desechos y servicios de remediación	0.8121675
Servicios educativos	0.9049636
Servicios de salud y de asistencia social	0.7972900
Servicios de esparcimiento culturales y deportivos, y otros servicios recreativos	0.7279465
Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas	0.7416149
Otros servicios excepto actividades del Gobierno	0.8048123
Actividades del Gobierno y de organismos internacionales y extraterritoriales	0.7619223

Tabla A.3 Coeficientes de Producción Primarios.

Evaluación socio-económica de centrales nucleares en México

	11	21	22	23	31-33	43-46	48	49	51	51	53	54	55	56	61	62	71	72	81	93
11	0.751012	0.002178	0.008489	0.010276	0.039295	0.001907	0.004386	0.006993	0.002244	0.001141	0.000910	0.002403	0.001803	0.002194	0.000644	0.003325	0.003237	0.003115	0.003016	0.002139
21	0.009198	0.838595	0.022164	0.026432	0.067483	0.003376	0.007613	0.012137	0.003943	0.002036	0.001868	0.004207	0.003220	0.003843	0.001186	0.005828	0.005696	0.005974	0.005285	0.003867
22	0.009258	0.004386	0.574243	0.005205	0.010006	0.007088	0.005090	0.009339	0.005581	0.003547	0.004814	0.004811	0.003253	0.003727	0.004065	0.008164	0.010700	0.021516	0.007889	0.011789
23	0.001729	0.000645	0.002180	0.602739	0.001443	0.000460	0.001101	0.000947	0.000721	0.001409	0.002347	0.000367	0.004744	0.000830	0.001710	0.001111	0.000743	0.002181	0.000441	0.002568
31-33	0.091102	0.038270	0.149153	0.156145	0.690813	0.033506	0.077066	0.122904	0.039426	0.020003	0.015896	0.042238	0.031500	0.038544	0.011249	0.058415	0.056626	0.054387	0.052998	0.037497
43-46	0.059670	0.024399	0.098223	0.077976	0.075587	0.808212	0.044922	0.067195	0.026910	0.013302	0.008786	0.029390	0.016564	0.023516	0.007563	0.033179	0.029917	0.029011	0.032341	0.020345
48	0.021263	0.010990	0.041341	0.026594	0.026052	0.008013	0.741648	0.026029	0.022188	0.008367	0.003796	0.013671	0.018772	0.010486	0.003810	0.011320	0.012001	0.011824	0.012122	0.012375
49	0.000246	0.000231	0.000447	0.000338	0.000293	0.001458	0.001223	0.544337	0.000287	0.004690	0.000162	0.000419	0.000902	0.000200	0.000372	0.000324	0.000788	0.000277	0.000191	0.003446
51	0.005338	0.003966	0.007919	0.008660	0.007994	0.013034	0.009015	0.024240	0.721121	0.023903	0.007277	0.022097	0.033274	0.015846	0.015013	0.008467	0.021398	0.015556	0.017032	0.016539
51	0.013120	0.021798	0.019023	0.009488	0.009768	0.022618	0.017302	0.010818	0.018477	0.722118	0.003301	0.004964	0.056357	0.004509	0.001881	0.003205	0.007922	0.014516	0.005716	0.016845
53	0.008776	0.021128	0.015673	0.022845	0.019235	0.035237	0.020789	0.070948	0.044618	0.041946	0.926001	0.038387	0.037718	0.020207	0.014616	0.019351	0.036796	0.038448	0.025139	0.018491
54	0.017431	0.011594	0.019096	0.026191	0.020739	0.046036	0.022503	0.036272	0.035544	0.055970	0.005875	0.799448	0.111861	0.031305	0.014516	0.011750	0.026354	0.017151	0.015550	0.028205
55	0.000768	0.006509	0.001265	0.001424	0.003845	0.001145	0.001102	0.001966	0.039871	0.001525	0.000496	0.001437	0.630166	0.001075	0.000885	0.000766	0.001469	0.001141	0.001215	0.001107
56	0.005136	0.007458	0.019046	0.014687	0.017036	0.011855	0.022148	0.040404	0.027562	0.078658	0.016030	0.025223	0.023215	0.836960	0.011878	0.027585	0.042045	0.032285	0.012470	0.030202
61	0.000080	0.000100	0.000633	0.000077	0.000074	0.000127	0.000434	0.000188	0.000160	0.002796	0.000025	0.000546	0.000301	0.000047	0.906310	0.000762	0.000255	0.000094	0.000046	0.008087
62	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.797290	0.000000	0.000000	0.000000
71	0.000007	0.000005	0.000022	0.000011	0.000012	0.000015	0.000024	0.000030	0.000740	0.000035	0.000011	0.000028	0.000038	0.000025	0.000116	0.000013	0.728190	0.000078	0.000020	0.001922
72	0.000838	0.002179	0.003673	0.003477	0.003424	0.000725	0.004876	0.004492	0.002835	0.004696	0.000511	0.004474	0.018863	0.003713	0.001865	0.002837	0.002273	0.742728	0.001206	0.009742
81	0.004801	0.005383	0.012374	0.007210	0.006662	0.004988	0.015532	0.019784	0.007543	0.010426	0.001817	0.005768	0.007080	0.002876	0.002263	0.006177	0.013411	0.009421	0.807171	0.012679
93	0.000228	0.000184	0.005038	0.000225	0.000238	0.000200	0.003228	0.000977	0.000226	0.003430	0.000077	0.000121	0.000369	0.000096	0.000059	0.000131	0.000178	0.000297	0.000152	0.762156

Tabla A.4 Necesidades de Insumos Primarios para todas las industrias.

Evaluación socio-económica de centrales nucleares en México

		11	21	22	23	31-33	43-46	48	49	51	51	53	54	55	56	61	62	71	72	81	93
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
11	1	0.0874460	0.0000000	0.0000000	0.0017473	0.0442640	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000199	0.0000215	0.0000008	0.0000000
21	2	0.0001784	0.0109277	0.0077635	0.0124717	0.0677460	0.0000000	0.0000086	0.0000000	0.0000016	0.0000000	0.0002502	0.0000109	0.0000000	0.0000180	0.0000000	0.0000006	0.0000147	0.0004070	0.0000012	0.0000000
22	3	0.0116422	0.0057055	0.1401748	0.0031954	0.0120983	0.0102201	0.0052353	0.0106066	0.0066946	0.0031218	0.0075440	0.0057191	0.0016725	0.0043358	0.0061381	0.0117351	0.0156864	0.0349423	0.0114273	0.0178561
23	4	0.0021808	0.0006526	0.0024286	0.0646403	0.0015884	0.0003496	0.0012862	0.0006398	0.0002338	0.0016569	0.0037231	0.0001648	0.0070961	0.0010466	0.0026630	0.0014398	0.0007036	0.0030487	0.0003344	0.0038025
31-33	5	0.1108661	0.0480728	0.1729618	0.2006473	0.1378702	0.0378519	0.0994580	0.1598641	0.0410103	0.0110141	0.0175636	0.0499461	0.0246031	0.0469052	0.0102212	0.0752402	0.0681695	0.0625755	0.0679805	0.0388882
43-46	6	0.0533282	0.0224014	0.0839409	0.0674935	0.0706196	0.0196713	0.0409878	0.0601552	0.0215468	0.0058939	0.0065325	0.0263061	0.0070371	0.0204179	0.0052750	0.0298294	0.0237951	0.0218481	0.0296777	0.0137316
48	7	0.0204370	0.0113682	0.0398189	0.0244124	0.0255716	0.0065618	0.0253095	0.0253242	0.0233579	0.0056874	0.0031440	0.0137919	0.0184180	0.0102072	0.0030654	0.0104988	0.0102077	0.0096668	0.0117567	0.0115433
49	8	0.0000328	0.0000379	0.0001035	0.0001488	0.0000842	0.0022729	0.0017875	0.0024310	0.0000707	0.0074670	0.0002072	0.0005379	0.0007733	0.0001765	0.0006066	0.0003991	0.0011831	0.0001776	0.0001249	0.0059887
51	9	0.0032712	0.0022940	0.0039494	0.0060541	0.0057765	0.0138871	0.0077720	0.0268376	0.0537689	0.0245014	0.0088101	0.0269127	0.0369205	0.0188645	0.0194086	0.0087471	0.0254168	0.0176612	0.0209764	0.0185164
51	10	0.0123745	0.0270278	0.0159543	0.0058684	0.0048748	0.0287621	0.0196638	0.0082750	0.0170045	0.1141621	0.0033589	0.0034668	0.0726987	0.0035418	0.0012183	0.0012520	0.0072064	0.0163673	0.0046533	0.0201710
53	11	0.0022940	0.0180052	0.0046506	0.0136075	0.0106702	0.0316068	0.0147426	0.0654265	0.0381225	0.0330865	0.0109116	0.0350013	0.0266873	0.0164589	0.0130127	0.0159275	0.0327495	0.0353303	0.0220482	0.0127936
54	12	0.0119253	0.0075792	0.0076814	0.0192585	0.0133937	0.0516386	0.0190222	0.0323513	0.0280272	0.0558565	0.0046850	0.0385205	0.1270311	0.0339932	0.0156104	0.0084494	0.0251230	0.0136880	0.0134808	0.0280769
55	13	0.0000000	0.0095882	0.0000000	0.0001045	0.0038519	0.0003980	0.0003266	0.0000000	0.0593309	0.0001476	0.0000171	0.0000000	0.0214836	0.0000046	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000059	0.0000000
56	14	0.0000139	0.0034634	0.0112818	0.0087382	0.0131319	0.0071921	0.0193838	0.0387185	0.0242275	0.0787059	0.0173761	0.0248930	0.0124955	0.0254936	0.0119973	0.0292299	0.0446018	0.0324991	0.0105013	0.0295078
61	15	0.0000000	0.0000000	0.0004509	0.0000059	0.0000009	0.0000000	0.0003374	0.0001022	0.0000531	0.0026462	0.0000020	0.0005423	0.0000000	0.0000000	0.0014600	0.0008041	0.0002104	0.0000014	0.0000000	0.0088117
62	16	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
71	17	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000004	0.0000029	0.0000000	0.0000075	0.0000007	0.0009524	0.0000000	0.0000034	0.0000057	0.0000007	0.0000103	0.0001371	0.0000043	0.0003016	0.0000824	0.0000014	0.0026117
72	18	0.0000936	0.0020454	0.0027666	0.0029307	0.0031089	0.0000529	0.0053936	0.0043809	0.0012694	0.0045152	0.0003428	0.0051300	0.0231083	0.0042268	0.0021393	0.0030457	0.0020025	0.0004800	0.0008850	0.0121297
81	19	0.0033085	0.0051623	0.0099260	0.0052986	0.0049171	0.0044327	0.0168520	0.0211625	0.0066721	0.0098542	0.0015999	0.0054032	0.0053074	0.0021307	0.0020827	0.0061061	0.0146606	0.0095871	0.0013199	0.0136475
93	20	0.0000005	0.0000000	0.0053568	0.0000315	0.0000000	0.0000000	0.0039450	0.0009673	0.0000000	0.0038935	0.0000073	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000110	0.0000000
A		0.3193935	0.1743323	0.5092106	0.4366558	0.4195720	0.2148985	0.2815201	0.4572442	0.3223448	0.3622110	0.0860794	0.2363530	0.3853340	0.1878324	0.0950363	0.2027099	0.2720534	0.2583850	0.1951876	0.2380776
B		0.0628434	0.0295996	0.0950565	0.0707217	0.2597396	0.0410106	0.0633405	0.0800060	0.0658063	0.0423210	0.0067607	0.0494035	0.0794114	0.0405787	0.0084363	0.0381767	0.0231070	0.0128479	0.0590034	0.0101939
C		0.0035705	0.0018487	0.0096804	0.0034445	0.0025910	0.0003563	0.0165415	0.0082637	0.0027943	-0.0001674	0.0002039	0.0014590	0.0013556	0.0010900	0.0001672	0.0011924	0.0007218	0.0011761	0.0015579	0.0019273
D		0.6141924	0.7942192	0.3860524	0.4891778	0.3180973	0.7437344	0.6385978	0.4544859	0.6090545	0.5956354	0.9069559	0.7127844	0.5338989	0.7704987	0.8963599	0.7579208	0.7041177	0.7275907	0.7442509	0.7498011
T		1.0000000																			

Tabla A.5 Matriz de coeficientes técnicos.

Evaluación socio-económica de centrales nucleares en México

	11	21	22	23	31-33	43-46	48	49	51	51	53	54	55	56	61	62	71	72	81	93
11	1.1034448	0.0032004	0.0124720	0.0150976	0.0577354	0.0028016	0.0064442	0.0102743	0.0032974	0.0016766	0.0013364	0.0035312	0.0026492	0.0032240	0.0009459	0.0048856	0.0047566	0.0045761	0.0044314	0.0031427
21	0.0111401	1.0156573	0.0268437	0.0320128	0.0817318	0.0040893	0.0092199	0.0146999	0.0047757	0.0024661	0.0022627	0.0050957	0.0038993	0.0046544	0.0014366	0.0070583	0.0068988	0.0072358	0.0064006	0.0046834
22	0.0188625	0.0089373	1.1700386	0.0106052	0.0203878	0.0144415	0.0103714	0.0190280	0.0113706	0.0072270	0.0098080	0.0098023	0.0066289	0.0075929	0.0082816	0.0166350	0.0218025	0.0438387	0.0160735	0.0240197
23	0.0030700	0.0011448	0.0038694	1.0699307	0.0025611	0.0008159	0.0019544	0.0016817	0.0012798	0.0025009	0.0041663	0.0006523	0.0084209	0.0014731	0.0030350	0.0019724	0.0013190	0.0038720	0.0007827	0.0045580
31-33	0.1569560	0.0659334	0.2569700	0.2690166	1.1901795	0.0577259	0.1327747	0.2117473	0.0679260	0.0344631	0.0273868	0.0727708	0.0542704	0.0664067	0.0193805	0.1006412	0.0975594	0.0937020	0.0913084	0.0646032
43-46	0.0760029	0.0310771	0.1251083	0.0993193	0.0962770	1.0294365	0.0572175	0.0855877	0.0342758	0.0169424	0.0111909	0.0374346	0.0210984	0.0299524	0.0096335	0.0422606	0.0381061	0.0369525	0.0411940	0.0259139
48	0.0295951	0.0152955	0.0575396	0.0370144	0.0362601	0.0111531	1.0322461	0.0362284	0.0308816	0.0116454	0.0052833	0.0190271	0.0261279	0.0145953	0.0053023	0.0157550	0.0167038	0.0164564	0.0168717	0.0172234
49	0.0004523	0.0004256	0.0008232	0.0006226	0.0005392	0.0026863	0.0022534	1.0029125	0.0005296	0.0086409	0.0002983	0.0007714	0.0016628	0.0003685	0.0006859	0.0005970	0.0014517	0.0005108	0.0003510	0.0063484
51	0.0078770	0.0058531	0.0116863	0.0127797	0.0117964	0.0192333	0.0133033	0.0357710	1.0641414	0.0352729	0.0107385	0.0326079	0.0491012	0.0233843	0.0221543	0.0124945	0.0315763	0.0229549	0.0251334	0.0244056
51	0.0205709	0.0341778	0.0298270	0.0148767	0.0153160	0.0354638	0.0271277	0.0169621	0.0289710	1.1322203	0.0051764	0.0077834	0.0883624	0.0070704	0.0029485	0.0050257	0.0124216	0.0227606	0.0089630	0.0264112
53	0.0096031	0.0231182	0.0171487	0.0249962	0.0210462	0.0385561	0.0227466	0.0776305	0.0488209	0.0458973	1.0132179	0.0420020	0.0412701	0.0221097	0.0159924	0.0211735	0.0402617	0.0420696	0.0275063	0.0202327
54	0.0228255	0.0151822	0.0250059	0.0342970	0.0271575	0.0602845	0.0294674	0.0474982	0.0465457	0.0732934	0.0076938	1.0468818	0.1464821	0.0409942	0.0190094	0.0153862	0.0345103	0.0224593	0.0203634	0.0369351
55	0.0012491	0.0105901	0.0020587	0.0023175	0.0062556	0.0018622	0.0017924	0.0031979	0.0648667	0.0024818	0.0008065	0.0023373	1.0252168	0.0017484	0.0014405	0.0012469	0.0023904	0.0018570	0.0019765	0.0018014
56	0.0063240	0.0091832	0.0234507	0.0180841	0.0209757	0.0145968	0.0272698	0.0497485	0.0339369	0.0968497	0.0197372	0.0310560	0.0285839	1.0305268	0.0146246	0.0339649	0.0517692	0.0397511	0.0153545	0.0371873
61	0.0000887	0.0001106	0.0006999	0.0000853	0.0000814	0.0001408	0.0004799	0.0002079	0.0001773	0.0030901	0.0000277	0.0006035	0.0003328	0.0000519	1.0014879	0.0008422	0.0002821	0.0001042	0.0000511	0.0089367
62	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	1.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
71	0.0000093	0.0000071	0.0000306	0.0000154	0.0000167	0.0000200	0.0000331	0.0000407	0.0010162	0.0000482	0.0000145	0.0000389	0.0000526	0.0000343	0.0001594	0.0000181	1.0003340	0.0001066	0.0000268	0.0026399
72	0.0011294	0.0029385	0.0049521	0.0046878	0.0046172	0.0009781	0.0065749	0.0060577	0.0038230	0.0063325	0.0006892	0.0060334	0.0254348	0.0050066	0.0025142	0.0038249	0.0030645	1.0015009	0.0016267	0.0131362
81	0.0059659	0.0066886	0.0153747	0.0089589	0.0082782	0.0061979	0.0192990	0.0245816	0.0093729	0.0129549	0.0022580	0.0071674	0.0087968	0.0035737	0.0028117	0.0076748	0.0166633	0.0117056	1.0029307	0.0157539
93	0.0002992	0.0002420	0.0066121	0.0002954	0.0003128	0.0002624	0.0042361	0.0012819	0.0002966	0.0045020	0.0001015	0.0001590	0.0004849	0.0001264	0.0000777	0.0001717	0.0002330	0.0003894	0.0001992	1.0003061

Tabla A.6 Matriz "B", o Inversa de Leontieff.

Sector	<i>EDAd_i</i>	<i>EDAt_j</i>	<i>ETAd_i</i>	<i>ETAt_j</i>
Agricultura, ganadería, aprovechamiento forestal, pesca y caza	0.13349974	0.31939357	1.249923664	1.475465683
Minería	0.09980086	0.17433240	1.252262053	1.249763033
Electricidad, agua y suministro de gas por ductos al consumidor	0.32575219	0.50921060	1.455753245	1.790511514
Construcción	0.09968028	0.43665585	1.119060346	1.655013315
Industrias manufactureras	1.48171065	0.41957203	3.131721718	1.601525652
Comercio	0.63049003	0.21489854	1.944981375	1.300745998
Transportes	0.31014972	0.28152011	1.451205432	1.404811743
Correos y almacenamiento	0.02461222	0.45724423	1.032931508	1.645137785
Información en medios masivos	0.35034755	0.32234482	1.472265371	1.456304928
Servicios financieros y de seguros	0.38790265	0.36221103	1.542436617	1.498505546
Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles	0.45313429	0.08607942	1.615399868	1.122194025
Servicios profesionales, científicos y técnicos	0.55539323	0.23635300	1.772272966	1.325755958
Dirección de corporativos y empresas	0.09525929	0.38533402	1.137493584	1.538876308
Servicios de apoyo a los negocios y manejo de desechos y servicios de remediación	0.44345312	0.18783244	1.602974819	1.262893914
Servicios educativos	0.01542917	0.09503632	1.017882323	1.131921869
Servicios de salud y de asistencia social	0.00000000	0.20270993	1.000000000	1.291628574
Servicios de esparcimiento culturales y deportivos, y otros servicios recreativos	0.00412326	0.27205341	1.004662412	1.382104159
Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas	0.08004827	0.25838508	1.104922442	1.372803641
Otros servicios excepto actividades del Gobierno	0.14943219	0.19518767	1.197008341	1.281545108
Actividades del Gobierno y de organismos internacionales y extraterritoriales	0.01421339	0.23807763	1.020589393	1.338238725

Tabla A.7 Encadenamientos directos y totales por sector de actividad.

Sector	ETMAd_i	ETMAT_j
Agricultura, ganadería, aprovechamiento forestal, pesca y caza	0.88881098	1.04919216
Minería	0.89047379	0.88869676
Electricidad, agua y suministro de gas por ductos al consumidor	1.03517480	1.27321879
Construcción	0.79575510	1.17686708
Industrias manufactureras	2.22694293	1.13883242
Comercio	1.38306111	0.92495035
Transportes	1.03194088	0.99895069
Correos y almacenamiento	0.73450955	1.16984467
Información en medios masivos	1.04691644	1.03556709
Servicios financieros y de seguros	1.09681467	1.06557562
Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles	1.14869827	0.79798343
Servicios profesionales, científicos y técnicos	1.26024950	0.94273474
Dirección de corporativos y empresas	0.80886283	1.09428296
Servicios de apoyo a los negocios y manejo de desechos y servicios de remediación	1.13986291	0.89803403
Servicios educativos	0.72380819	0.80490083
Servicios de salud y de asistencia social	0.71109221	0.91846702
Servicios de esparcimiento culturales y deportivos, y otros servicios recreativos	0.71440762	0.98280350
Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas	0.78570174	0.97618998
Otros servicios excepto actividades del Gobierno	0.85118331	0.91129675
Actividades del Gobierno y de organismos internacionales y extraterritoriales	0.72573317	0.95161114

Tabla A.8 Encadenamientos totales medios hacia adelante y atrás por sector de actividad, MIP 20.

<u>Sector</u>	<i>ETMAd_i</i>	<i>ETMA_{t_j}</i>
Agricultura	0.7988175	1.2424078
Ganadería	1.1731776	0.7818892
Aprovechamiento forestal	0.7201596	0.8032043
Pesca, caza y captura	0.9902081	0.5786277
Servicios relacionados con las actividades agropecuarias y forestales	1.1733010	0.7748795
Extracción de petróleo y gas	0.7109922	2.5537242
Minería de minerales metálicos y no metálicos excepto petróleo y gas	0.9395622	1.0544547
Servicios relacionados con la minería	1.1676391	0.5819640
Generación, transmisión y suministro de energía eléctrica	1.2893526	1.6498964
Agua y suministro de gas por ductos al consumidor final	0.9342431	0.7017214
Edificación	1.1320998	0.5779080
Construcción de obras de ingeniería civil u obra pesada	1.0888195	0.6015738
Trabajos especializados para la construcción	1.0250257	0.8411471
Industria alimentaria	1.2041898	1.0798668
Industria de las bebidas y del tabaco	1.1769622	0.6705614
Fabricación de insumos textiles	1.2926301	1.1969069
Confección de productos textiles, excepto prendas de vestir	1.2546364	0.6404502
Fabricación de prendas de vestir	1.1530202	0.6827985

Fabricación de productos de cuero, piel y materiales sucedáneos, excepto prendas de vestir	1.3106105	0.8675006
Industria de la madera	1.0714917	0.8551517
Industria del papel	1.3438785	1.5162211
Impresión e industrias conexas	1.2389355	0.8524795
Fabricación de productos derivados del petróleo y del carbón	1.2575289	1.8050368
Industria química	1.2354959	3.5240122
Industria del plástico y del hule	1.2899334	1.2262890
Fabricación de productos a base de minerales no metálicos	1.0366839	0.9140787
Industrias metálicas básicas	1.2851689	2.2937954
Fabricación de productos metálicos	1.2563551	1.1327301
Fabricación de maquinaria y equipo	1.1959414	0.8417154
Fabricación de equipo de computación, comunicación, medición y de otros equipos, componentes y accesorios electrónicos	1.1871755	1.2158510
Fabricación de equipo de generación eléctrica y aparatos y accesorios eléctricos	1.2379092	0.7910459
Fabricación de equipo de transporte	1.3135611	1.7614276
Fabricación de muebles y productos relacionados	1.1222216	0.6092369
Otras industrias manufactureras	1.0897148	0.8294876
Comercio	0.8223490	4.2535219
Transporte aéreo	1.2829570	0.6626135
Transporte por ferrocarril	1.0686797	0.6292551
Transporte por agua	1.1980544	0.6202960

Autotransporte de carga	0.9217157	1.5702178
Transporte terrestre de pasajeros, excepto por ferrocarril	0.9173062	0.7222139
Transporte por ductos	0.8157162	0.5950657
Transporte turístico	1.1222062	0.5750959
Servicios relacionados con el transporte	0.8203283	0.9012997
Servicios postales	0.7478788	0.5851956
Servicios de mensajería y paquetería	1.1534177	0.6192852
Servicios de almacenamiento	1.2170396	0.5991056
Edición de publicaciones y de software, excepto a través de Internet	0.7928336	0.8652514
Industria fílmica y del video, e industria del sonido	1.0102191	0.6293084
Radio y televisión, excepto a través de Internet	0.9609549	0.6178634
Creación y difusión de contenido exclusivamente a través de Internet	0.6239233	0.5990150
Otras telecomunicaciones	0.9805105	1.3210547
Proveedores de acceso a Internet, servicios de búsqueda en la red y servicios de procesamiento de información	0.9883279	0.6046802
Otros servicios de información	1.0212450	0.5808520
Banca central	0.7333395	0.6114025
Instituciones de intermediación crediticia y financiera no bursátil	0.8532958	1.2341963
Actividades bursátiles cambiarias y de inversión financiera	0.9602734	0.6581717
Compañías de fianzas, seguros y pensiones	1.1452934	1.2832075
Servicios inmobiliarios	0.6593163	1.6980025

Servicios de alquiler de bienes muebles	0.8120240	0.9718968
Servicios de alquiler de marcas registradas, patentes y franquicias	0.6019692	0.8096497
Servicios profesionales, científicos y técnicos	0.8568095	2.8430901
Dirección de corporativos y empresas	0.9952645	0.8704594
Servicios de apoyo a los negocios	0.7861121	2.3438877
Manejo de desechos y servicios de remediación	1.1054521	0.5806279
Servicios educativos	0.6701971	0.6006945
Servicios médicos de consulta externa y servicios relacionados	0.7998689	0.5750959
Hospitales	0.8505309	0.5750959
Residencias de asistencia social y para el cuidado de la salud	0.8268885	0.5750959
Otros servicios de asistencia social	0.9425741	0.5750959
Servicios artísticos y deportivos y otros servicios relacionados	0.7203555	0.5835812
Museos, sitios históricos, jardines botánicos y similares	0.7933229	0.5758858
Servicios de entretenimiento en instalaciones recreativas y otros servicios recreativos	1.0349322	0.5750959
Servicios de alojamiento temporal	0.8832426	0.6849996
Servicios de preparación de alimentos y bebidas	0.8123200	0.6815591
Servicios de reparación y mantenimiento	0.9193258	1.0689475
Servicios personales	0.7607820	0.6005352
Asociaciones y organizaciones	0.9261959	0.6231354
Hogares con empleados domésticos	0.5750959	0.5750959

Tabla A.9 Encadenamientos medios totales MIP Sub_79

Apéndice B. Capítulo 4.	Construcción	Industrias Manufactureras	Servicios Profesionales, Científicos y Técnicos	Actividades del Gobierno	Encadenamientos totales hacia adelante	Distribución Porcentual
Inversión de Participación Nacional (MDLS)=	1,284.000	816.250	309.900	109.000	2,519.150	
Agricultura, ganadería, aprovechamiento forestal, pesca y caza	19.385	47.127	1.094	0.289	67.895	1.69%
Minería	41.104	66.714	1.579	0.425	109.822	2.74%
Electricidad, agua y suministro de gas por ductos al consumidor	13.617	16.642	3.038	0.723	34.019	0.85%
Construcción	1,373.791	2.091	0.202	0.918	1,377.002	34.33%
Industrias manufactureras	345.417	971.484	22.552	5.915	1,345.368	33.54%
Comercio	127.526	78.586	11.601	2.300	220.013	5.49%
Transportes	47.527	29.597	5.897	2.848	85.868	2.14%
Correos y almacenamiento	0.799	0.440	0.239	0.181	1.660	0.04%
Información en medios masivos	16.409	9.629	10.105	5.352	41.495	1.03%
Servicios financieros y de seguros	19.102	12.502	2.412	9.631	43.647	1.09%
Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles	32.095	17.179	13.016	4.498	66.789	1.67%
Servicios profesionales, científicos y técnicos	44.037	22.167	324.429	15.967	406.600	10.14%
Dirección de corporativos y empresas	2.976	5.106	0.724	111.749	120.555	3.01%
Servicios de apoyo a los negocios y manejo de desechos y servicios de remediación	23.220	17.121	9.624	3.116	53.081	1.32%
Servicios educativos	0.110	0.066	0.187	0.036	0.399	0.01%
Servicios de salud y de asistencia social	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00%
Servicios de esparcimiento culturales y deportivos, y otros servicios recreativos	0.020	0.014	0.012	0.006	0.051	0.00%
Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas	6.019	3.769	1.870	2.772	14.430	0.36%
Otros servicios excepto actividades del Gobierno	11.503	6.757	2.221	0.959	21.440	0.53%
Actividades del Gobierno y de organismos internacionales y extraterritoriales	0.379	0.255	0.049	0.053	0.737	0.02%
Encadenamientos totales hacia atrás	2,125.037	1,307.245	410.852	167.738	4,010.872	100.00%
Distribución Porcentual	52.98%	32.59%	10.24%	4.18%		100.00%
Encadenamientos totales hacia atrás (ETAt_j)	1.655013	1.601526	1.325756	1.538876		

Tabla B.1 Cálculo de los Efectos totales para la economía nacional (MIP 20).

	Construcción de obras de ingeniería civil u obra pesada	Industria química	Industrias metálicas básicas	Fabricación de productos metálicos	Fabricación de maquinaria y equipo	Fabricación de equipo de computación, comunicación, medición y de otros equipos, componentes y accesorios electrónicos	Fabricación de equipo de generación eléctrica y aparatos y accesorios eléctricos	Servicios profesionales, científicos y técnicos	Actividades del Gobierno	Encadenamientos
Inversión de Participación Nacional	1341.7600	5.2300	186.0100	82.3300	252.8200	39.6600	192.4400	309.9000	109.0000	
Agricultura	8.882552	0.012185	0.104479	0.054033	0.175639	0.039870	0.155635	0.204436	0.045581	9.674409
Ganadería	0.310571	0.011480	0.081414	0.036246	0.102926	0.015592	0.079442	0.105471	0.025681	0.768823
Aprovechamiento forestal	2.654480	0.021162	0.200023	0.112996	0.298960	0.040547	0.307019	0.104617	0.027732	3.767537
Pesca, caza y captura	0.003887	0.000087	0.000897	0.000415	0.001239	0.000226	0.000905	0.001645	0.000325	0.009625
Servicios relacionados con las actividades agropecuarias y forestales	0.351629	0.002060	0.070759	0.035575	0.101231	0.018771	0.080278	0.139237	0.039966	0.839505
Extracción de petróleo y gas	46.112996	1.632951	9.220039	2.699943	7.608567	0.723981	6.528727	5.348742	1.926851	81.802796
Minería de minerales metálicos y no metálicos excepto petróleo y gas	31.969784	0.042343	25.028347	3.476672	7.024548	0.366323	5.595148	0.528120	0.164015	74.195302
Servicios relacionados con la minería	0.140415	0.000188	0.109653	0.015258	0.030878	0.001618	0.024601	0.002366	0.000732	0.325709
Generación, transmisión y suministro de energía eléctrica	20.204579	0.097844	13.003658	3.391959	7.236350	0.658172	6.799459	3.296976	2.525521	57.214518
Agua y suministro de gas por ductos al	2.899832	0.010156	0.367441	0.223816	0.595078	0.096518	0.413625	0.572689	0.191240	5.370395

consumidor final										
Edificación	0.001430	0.000007	0.000269	0.000114	0.000369	0.000043	0.000307	0.000168	0.000043	0.002749
Construcción de obras de ingeniería civil u obra pesada	1403.535766	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	1403.535766
Trabajos especializados para la construcción	90.642806	0.012900	0.429076	0.127233	0.330272	0.040160	0.234576	0.237440	0.531404	92.585868
Industria alimentaria	1.098705	0.026849	0.261272	0.121106	0.338489	0.056696	0.257158	0.494052	0.095837	2.750164
Industria de las bebidas y del tabaco	0.791008	0.004721	0.136407	0.116913	0.328713	0.115881	0.197634	0.372324	0.046534	2.110135
Fabricación de insumos textiles	1.912282	0.012399	0.439403	0.220785	0.624584	0.114684	0.496860	0.866437	0.249851	4.937285
Confección de productos textiles, excepto prendas de vestir	0.807623	0.004472	0.119821	0.052610	0.162237	0.024287	0.130004	0.098681	0.304447	1.704182
Fabricación de prendas de vestir	0.857464	0.005902	0.296913	0.127291	0.387763	0.062141	0.247242	0.344955	0.184962	2.514634
Fabricación de productos de cuero, piel y materiales sucedáneos, excepto prendas de vestir	1.837557	0.007925	1.057252	0.402733	0.922510	0.121780	0.690317	0.135194	0.102711	5.277978
Industria de la madera	9.370694	0.011477	0.694750	0.398547	0.994196	0.140206	1.052288	0.257065	0.076559	12.995782
Industria del papel	10.369323	0.107769	1.366841	1.117590	3.487866	0.710009	3.354405	8.852251	1.658173	31.024226
Impresión e industrias conexas	2.843908	0.013242	0.302260	0.237640	0.809291	0.120640	0.458215	2.803188	0.201561	7.789944
Fabricación de productos derivados del petróleo y del carbón	48.975158	0.145746	10.671944	2.507516	5.305808	0.428159	4.860649	3.242710	1.944444	78.082134
Industria química	62.238780	6.779839	9.910515	4.681083	18.262592	1.958682	14.783900	14.241704	2.894447	135.751543
Industria del plástico y del hule	22.215332	0.064272	1.163902	0.965269	6.013040	2.480889	8.605334	4.919949	0.331932	46.759918
Fabricación de productos a base de minerales no	67.441682	0.016632	0.877190	0.864886	1.617520	0.103873	2.753582	0.385869	0.262585	74.323818

metálicos										
Industrias metálicas básicas	115.183978	0.046943	261.936246	34.779450	58.445615	3.479700	54.352791	3.363270	0.576698	532.164692
Fabricación de productos metálicos	59.337798	0.031042	1.490652	86.190271	11.104550	0.956713	6.640842	5.491948	0.492256	171.736072
Fabricación de maquinaria y equipo	14.816112	0.012893	1.432006	0.755551	274.952448	0.111291	4.176263	0.342366	0.224891	296.823821
Fabricación de equipo de computación, comunicación, medición y de otros equipos, componentes y accesorios electrónicos	9.366607	0.033559	1.210664	0.740576	3.986665	52.609381	4.520527	3.732694	0.964153	77.164826
Fabricación de equipo de generación eléctrica y aparatos y accesorios eléctricos	34.613666	0.006849	0.532790	0.472409	10.411003	0.604495	206.075259	0.424831	0.270101	253.411403
Fabricación de equipo de transporte	17.155414	0.067143	6.758195	2.135706	5.754301	0.550364	4.767044	4.889095	0.871008	42.948269
Fabricación de muebles y productos relacionados	0.301918	0.000823	0.034274	0.016496	0.059172	0.174256	0.069250	0.121213	0.136475	0.913876
Otras industrias manufactureras	2.821316	0.018745	0.512207	0.231795	1.139025	0.306324	0.638235	0.647138	0.150357	6.465142
Comercio	130.906167	0.616046	30.567260	13.523440	38.489471	5.802406	31.661958	15.163593	3.325374	270.055714
Transporte aéreo	1.998806	0.015075	0.252244	0.139556	0.523223	0.072532	0.354929	1.048256	0.309931	4.714551
Transporte por ferrocarril	1.905584	0.009184	0.376682	0.159360	0.518835	0.059662	0.437228	0.219505	0.053210	3.739251
Transporte por agua	1.292058	0.005885	0.244438	0.102587	0.331768	0.038086	0.276421	0.138938	0.034894	2.465075
Autotransporte de carga	34.705447	0.167933	6.875383	2.909990	9.511258	1.094719	8.001340	4.016429	0.999936	68.282435
Transporte terrestre de pasajeros, excepto por ferrocarril	2.053807	0.011944	0.188342	0.131363	0.490021	0.093830	0.283341	1.222474	0.484109	4.959231
Transporte por ductos	0.703220	0.003381	0.138981	0.058745	0.190659	0.021907	0.160872	0.080791	0.019653	1.378209
Transporte turístico	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000

Evaluación socio-económica de centrales nucleares en México

Servicios relacionados con el transporte	4.207391	0.020139	0.791746	0.335687	1.069531	0.122020	0.888127	0.569700	0.168910	8.173251
Servicios postales	0.054114	0.000337	0.009283	0.005207	0.014343	0.001813	0.010204	0.058079	0.302241	0.455622
Servicios de mensajería y paquetería	0.659335	0.001868	0.045777	0.026921	0.073954	0.009417	0.051802	0.158107	0.387529	1.414709
Servicios de almacenamiento	0.457415	0.001939	0.091977	0.043602	0.144691	0.017015	0.099465	0.052527	0.011658	0.920288
Edición de publicaciones y de software, excepto a través de Internet	3.878088	0.094406	0.456663	0.395257	1.207030	0.120219	0.908803	1.739572	0.727255	9.527293
Industria fílmica y del video, e industria del sonido	0.260788	0.001303	0.027132	0.016607	0.049223	0.007339	0.033009	0.875772	0.028413	1.299585
Radio y televisión, excepto a través de Internet	0.116714	0.000448	0.008720	0.006062	0.018870	0.003044	0.011949	0.487590	0.007620	0.661016
Creación y difusión de contenido exclusivamente a través de Internet	0.554546	0.004041	0.050423	0.058323	0.114633	0.014172	0.086689	0.304874	0.015564	1.203266
Otras telecomunicaciones	16.469268	0.053702	1.167031	0.956409	2.674332	0.626461	1.780081	7.825245	1.858461	33.410990
Proveedores de acceso a Internet, servicios de búsqueda en la red y servicios de procesamiento de información	1.653975	0.001549	0.058275	0.029711	0.093023	0.011273	0.062056	0.062239	0.118600	2.090701
Otros servicios de información	0.029150	0.000132	0.007833	0.003050	0.009791	0.001144	0.006430	0.006596	0.000961	0.065088
Banca central	0.387144	0.003541	0.071738	0.039115	0.103176	0.011749	0.077103	0.052421	0.074030	0.820017
Instituciones de intermediación crediticia y financiera no bursátil	13.160445	0.120374	2.438622	1.329679	3.507346	0.399394	2.621023	1.781966	2.516539	27.875389
Actividades bursátiles cambiarias y de inversión financiera	1.038795	0.005592	0.301668	0.087862	0.248242	0.031381	0.176880	0.297217	0.100180	2.287818
Compañías de fianzas, seguros y pensiones	15.677802	0.070331	1.899544	0.826348	2.515037	0.263913	1.858283	1.912841	0.286737	25.310839
Servicios inmobiliarios	25.197271	0.085902	2.296617	1.866276	4.923372	0.718686	3.811936	12.233216	1.835532	52.968809

Evaluación socio-económica de centrales nucleares en México

Servicios de alquiler de bienes muebles	30.363165	0.015522	0.885391	0.305001	0.921197	0.101468	0.595843	0.433373	0.349480	33.970439
Servicios de alquiler de marcas registradas, patentes y franquicias	3.151864	0.069195	0.427374	0.372124	3.689796	0.715191	1.287040	1.360878	0.148110	11.221572
Servicios profesionales, científicos y técnicos	68.087464	0.252639	5.230599	3.637783	11.082072	1.886192	7.048256	326.498499	4.288432	428.011937
Dirección de corporativos y empresas	5.203049	0.102115	0.863708	0.301527	0.825723	0.258203	0.664295	1.102110	0.322372	9.643102
Servicios de apoyo a los negocios	50.918954	0.151811	5.561432	3.243962	9.176838	1.698753	8.081057	10.649904	4.125868	93.608579
Manejo de desechos y servicios de remediación	0.035565	0.000935	0.011741	0.003225	0.007885	0.000735	0.007070	0.004634	0.002361	0.074151
Servicios educativos	0.161552	0.000866	0.029047	0.012504	0.035561	0.004277	0.027273	0.194827	0.974192	1.440100
Servicios médicos de consulta externa y servicios relacionados	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
Hospitales	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
Residencias de asistencia social y para el cuidado de la salud	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
Otros servicios de asistencia social	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
Servicios artísticos y deportivos y otros servicios relacionados	0.008328	0.000100	0.001038	0.000704	0.002388	0.000301	0.002725	0.008701	0.285905	0.310190
Museos, sitios históricos, jardines botánicos y similares	0.001528	0.000006	0.000157	0.000245	0.014014	0.001914	0.000448	0.000337	0.000082	0.018732
Servicios de entretenimiento en instalaciones recreativas y otros servicios recreativos	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
Servicios de alojamiento temporal	4.682289	0.019683	0.274632	0.203904	0.728222	0.063724	0.447758	1.133886	0.313924	7.868022
Servicios de preparación de alimentos y bebidas	5.367390	0.015901	0.207699	0.137433	0.475843	0.036823	0.301318	0.841724	1.131920	8.516051

Servicios de reparación y mantenimiento	19.946978	0.044435	3.806889	1.200857	3.136327	0.302260	2.584609	1.445066	1.645057	34.112477
Servicios personales	0.157128	0.000744	0.009700	0.007035	0.023190	0.002648	0.020086	0.104787	0.083391	0.408709
Asociaciones y organizaciones	2.331343	0.001678	0.039225	0.022062	0.066419	0.009534	0.045707	0.984491	0.031065	3.531526
Hogares con empleados domésticos	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
Actividades del Gobierno	0.480904	0.002482	0.140658	0.048187	0.131410	0.014005	0.111280	0.066040	109.034052	110.029018
<u>Encadenamientos totales hacia atrás</u>	2540.331883	11.235766	415.677230	179.858196	525.752161	81.870483	414.232211	461.706050	153.922617	4784.586597
Distribución Porcentual	53.09%	0.23%	8.69%	3.76%	10.99%	1.71%	8.66%	9.65%	3.22%	4784.5866

Tabla B.2 Cálculo de los Efectos totales para la economía nacional (MIP_SUB 79).