

36.
281



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE ECONOMÍA

**LA INTENSIDAD ENERGÉTICA ELÉCTRICA
EN LA INDUSTRIA MANUFACTURERA**

**TESIS PROFESIONAL
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
LICENCIADO EN ECONOMÍA
P R E S E N T A :
ADOLFO CIMADEVILLA CERVERA**

**DIRECTOR DE TESIS:
DR. JOSÉ ANTONIO ROJAS NIETO**

**MEXICO, D. F.
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

JULIO DE 1997



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

A Tina y Adolfo

A Ilee, Luna María y Sebastián

A Cittaio, mi más grande amor

AGRADECIMIENTOS

Mi mayor agradecimiento a José Antonio Rojas Nieto por su paciencia, apoyo y profunda amistad, pero sobre todo por el ejemplo de vida que representa.

A esa gran experiencia llamada "Copāco": más de 10 años de irreverente convivencia.

A los Héctores y Tona por el impulso permanente a este esfuerzo

Al Dr. Berber, un excelente amigo.

A Susana y Gustavo por su confianza y apoyo en mi labor profesional

A la Universidad Nacional Autónoma de México, en particular a la Facultad de Economía, por el conocimiento y sello crítico impreso en sus aulas.

A todos los que no tienen nada que ver con este trabajo pero sí en mi existencia.

INDICE GENERAL

INTRODUCCION

CAPITULO I

CONSIDERACIONES INELUDIBLES

1.1	Que entender por eficiencia energética	1
1.1.1	Eficiencia energética global	1
1.1.2	Eficiencia energética industrial	10
1.2	Los datos	13
1.3	Comparación y conclusiones sobre el uso de la información	18

CAPITULO II

ANALISIS DEL CONSUMO ENERGETICO INDUSTRIAL (1965-1983)

2.1	Antecedentes: el consumo nacional de energía	22
2.2	El consumo energético industrial	28
2.2.1	Evolución y estructura energética industrial	30
2.2.2	Los precios	34
2.2.3	Los costos	39
2.2.4	La intensidad energética	40

CAPITULO III

ANALISIS DEL DESEMPEÑO ENERGETICO EN LA INDUSTRIA MANUFACTURERA

3.1	La industria manufacturera: un marco de referencia	45
3.1.1	Estructura productiva	48
3.1.2	Inversión y capacidad productiva	49
3.2	El consumo energético de la industria manufacturera	53
3.2.1	Estructura energética	55
3.2.2	Intensidad energética	59
3.2.3	Costos energéticos	68
3.3	Breve análisis por ramas seleccionadas	71
3.3.1	Industria siderúrgica	71
3.3.2	Industria química	75
3.3.3	Industria petroquímica	77

3.3.4 Industria del cemento

79

CONCLUSIONES

82

REFLEXIONES FINALES

BIBLIOGRAFIA

INTRODUCCION

Con el transcurso del tiempo, la energía ha incrementado sus usos significativamente. En un principio, a través del fuego, solo era utilizada como un medio para recibir calor y preparar alimentos. Actualmente, la energía es un insumo prioritario e imprescindible en la vida del hombre, toda vez que gran parte de sus actividades dependen de ella. Labores productivas, como la industria, agricultura, silvicultura y pesca; servicios como el transporte, así como actividades domésticas, e inclusive recreativas, requieren de energía para su desempeño. En el caso específico del sector industrial, éste registra en sus operaciones un alto nivel de dependencia energética, resultado de la mecanización de sus procesos productivos y por ende de la creciente sustitución de trabajo humano y animal.

En este sentido, hoy la energía constituye un factor de producción determinante para el desarrollo competitivo de cualquier industria, toda vez que participa de manera sustantiva en su estructura de costos e incide directamente en el precio y calidad de sus bienes finales. Lo anterior obliga al sector industrial a lograr una eficiencia energética, que le permita obtener una mayor rentabilidad en sus operaciones.

Bajo este contexto, el presente trabajo tiene como propósito principal aumentar nuestra comprensión sobre el papel que el uso de la energía tiene en el desempeño competitivo del sector industrial y, en particular, de la industria manufacturera. Para tal efecto, se pretende dibujar un panorama claro sobre el consumo de energía en la industria manufacturera que nos permita identificar con precisión su dinámica y

estructura, de tal manera que estemos en condiciones de apreciar tendencias y, sobre todo, de establecer conclusiones respecto a su grado de eficiencia.

Para efectos de este trabajo el concepto eficiencia energética se orienta estrictamente al comportamiento de un sector en razón de la cantidad de energía consumida. No obstante, debe señalarse que este término también se vincula con las formas en que se usa la energía y sus consecuencias en un contexto global. La esta manera el análisis de la eficiencia energética puede efectuarse bajo dos perspectivas: de acuerdo a elementos intrínsecos a la dinámica del sector usuario, o en base a factores extrínsecos a la misma, como son el origen no renovable de los energéticos y su daño potencial al medio ambiente. En este sentido, el capítulo primero establece algunas reflexiones al respecto, además de presentar consideraciones sobre el método y datos a utilizarse en el análisis de la eficiencia energética.

Por su parte, el capítulo II presenta una caracterización del consumo de energía nacional de 1965 a 1993, en el que se aprecian tendencias sobre sectores demandantes y tipo de energéticos utilizados, para posteriormente precisar el uso de energía del sector industrial en su conjunto, marcando su importancia, evolución y estructura. Asimismo, como un marco de referencia para abordar los niveles de eficiencia energética del sector, se expone brevemente la evolución de los precios de los energéticos industriales y sus costos.

Finalmente, el capítulo III presenta el desempeño energético de la industria manufacturera de 1987 a 1993, lo que nos permite analizarlo bajo un marco de liberalización comercial, en el que se eliminan los subsidios a la energía y la eficiencia

en el uso de esta se convierte en un factor primordial para competir en los mercados globales. En este sentido, en primera instancia se presenta la situación de esta industria en relación a su dinámica y estructura productiva, así como a sus niveles de tecnificación, toda vez que constituyen factores que influyen en el uso de la energía. Posteriormente, se caracteriza su estructura, intensidad energética y costos, como elementos para apreciar su nivel de eficiencia en el uso de la energía.

I. CONSIDERACIONES INELUDIBLES

1.1 Que entender por eficiencia energética

En la Introducción se esbozó el concepto de eficiencia energética; sin embargo, se estima conveniente establecer con mayor precisión sus características y alcances. Para ello se retoman las dos perspectivas previamente mencionadas.

1.1.1 Eficiencia energética global

Más allá de las repercusiones que genera el uso de la energía en la dinámica sectorial, existen repercusiones a nivel global. En este sentido, aun cuando no es objetivo de esta investigación, es necesario establecer un marco de comprensión claro sobre la importancia que tiene el uso eficiente de la energía para la vida del hombre. Con este propósito, a continuación se presenta un enfoque general, resultado de la revisión de diversos trabajos sobre la materia¹.

Resulta poco arriesgado afirmar que hoy el mundo no podría funcionar sin un suministro regular de energía, convirtiéndose su disponibilidad en un factor clave para la sobrevivencia humana. Actualmente, el total de las actividades que efectúa el hombre mantienen en común el requerimiento de este insumo, lo cual implica un incremento sustancial en su demanda, mismo que se afronta con un limitado espectro

¹ "Industrial energy rationalization in developing countries", Gamba R Julio, World Bank; "Energy use and the environment", Peter. F. World Bank; "Energy for planet earth", Scientific American; "Ciencia Ambiental y desarrollo sostenible", Enkerlin, C. Ernesto, Thomson Editores, y "Energía y medio ambiente", Vargas S. Rosío, Universidad Nacional Autónoma de México.

energético y, en algunos casos, dañino², toda vez que si bien tanto el origen como el uso de la energía han registrado cambios importantes, estos no son suficientes para afrontar los requerimientos actuales.

En primera instancia, hay que reconocer que del total de energía consumida en el mundo 10.0% proviene de recursos renovables y el 90.0% restante de recursos no renovables, como son los combustibles fósiles (petróleo, carbón y gas natural). Lo anterior implica que la oferta energética global se concentre en recursos cuyo uso en el presente los limitará en el futuro, es decir, un barril de petróleo que se extraiga hoy es un barril menos en el mañana³.

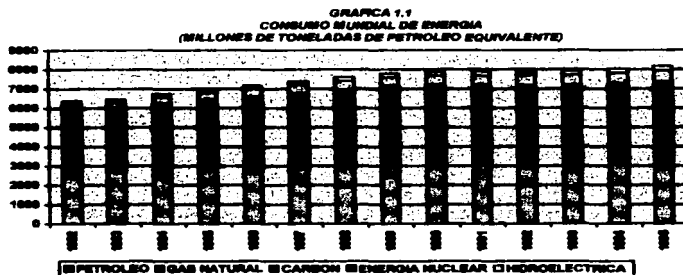
En 1995 el consumo de energía primaria a nivel mundial ascendió a 8,136 millones de toneladas de petróleo equivalente, que representan 59,837 millones de barriles anuales, lo que quiere decir que cada 24 horas consumimos 163 millones de barriles de petróleo, 24 millones de barriles más que en 1985 y 155 más que en 1860⁴. Del total de energía consumida en 1995 el 39.9% correspondió a petróleo, el 23.3% a gas natural, el 26.9% a carbón y el 9.9% restante a energía nuclear e hidroeléctricas (gráficas 1.1 y 1.2). Como se observa un 90.1% de la energía primaria que se consume en el mundo tiene su origen en recursos no renovables. En 1985 y 1982 los combustibles fósiles participaban con un 92.0% y 94.0%, respectivamente, es decir, aun cuando se han hecho esfuerzos por diversificar las fuentes energéticas, durante

² Afecta: 1) El entorno natural donde se explotan, transportan y almacenan los energéticos; 2) La salud del hombre y el medio ambiente a través de emisiones de SO₂, NO₂ y CO₂ y el medio ambiente con la generación de residuos.

³ No obstante existe una gran polémica sobre el monto del cual se resta cada barril. Véase en Oil and Gas Journal, Abril de 1996. "Fixed view of resources limits creates undue pessimism" de M.A. Adelman y Michael C. Lynch

⁴ El dato correspondiente a 1860 se tomó de "Energy for planet earth", P.4.

13 años sólo se ha reducido el consumo de esos combustibles en 4.0 puntos porcentuales, lo cual ilustra la dificultad para obtener energía de fuentes alternas a las no renovables.

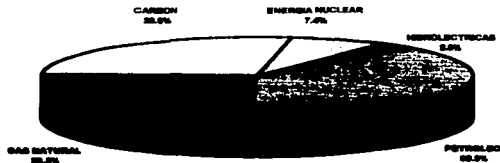


Fuente: BP statistical review of world energy 1996

Al analizar el consumo energético primario de combustibles fósiles, observamos que en 1982 el petróleo participó con el 48.6%, mientras que en 1995 lo hizo con el 44.0%. Por su parte, el gas natural pasó de 21.9% a 25.7% y el carbón de 31.3% a 30.1%. Analizando este y otros años, se aprecia que existe una tendencia hacia un mayor uso del gas natural, misma que se espera prevalezca en los próximos años; sin embargo, tardará un tiempo considerable en que el gas natural ocupe un sitio preponderante en el consumo de combustibles fósiles, básicamente por las dificultades

que implica su transportación. Este problema se ha resuelto técnicamente con la licuefacción del gas; no obstante, este proceso representa altos costos económicos.⁵

**GRAFICA 1.2
CONSUMO MUNDIAL DE ENERGIA
1995**



Fuente: BP statistical review of world energy 1996

Las cifras anteriores son contundentes: hoy por hoy la energía que se requiere a nivel global es satisfecha primordialmente con recursos no renovables. Fuentes como la nuclear e hidroeléctrica, por no hablar de fuentes potenciales como la solar y eólica, continúan participando marginalmente siempre en relación a la generación de electricidad. La sustitución energética aún es lejana. En este sentido, es importante señalar que en 1995 se registraron reservas probadas de petróleo equivalentes a 138,300 millones de toneladas, que al relacionarlas con la producción observada en ese año nos arroja una razón de 42.8, es decir, en 1995 se disponía del petróleo necesario para consumirse en 42.8 años. Al hacer el mismo ejercicio con el gas natural y el carbón se registran 64.7 y 228 años, respectivamente. Estas reservas garantizan el suministro de energía a un número limitado de generaciones, pero no son

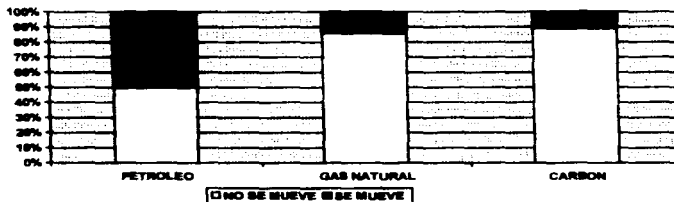
⁵ Se considera un plazo de 10 a 12 años para hacer rentable la licuefacción del gas, siempre y cuando no haya cambios técnicos drásticos o modificaciones importantes en el precio del petróleo.

suficientes para la perpetuidad del hombre, mas aun si continúa incrementándose la demanda de energía sin existir fuentes alternas a las prevacientes. Cabe señalar que con la demanda actual de energía los combustibles fósiles se agotan 100,000 veces más rapido de lo que se forman.⁶

El agotamiento de los combustibles fósiles constituye un gran problema para el hombre, mas no es el único en materia energética. La inequitativa distribución geográfica de dichos combustibles obliga su movimiento por el mundo con sus consecuentes implicaciones (costo económico, riesgo de accidentes ambientales, etc.). Medio Oriente, Norteamérica y la antigua Unión Soviética concentran casi el 61.0% de la producción de petróleo. Asimismo, estos dos últimos participan con el 64.8% de la producción de gas natural. En el caso del carbón su producción se concentra en Norteamérica y los países asiáticos con un 71.3%. Lo anterior implica que el 50.0% del petróleo que se consume en el mundo requiere moverse, al igual que el 14.0% del gas natural y el 11.0% del carbón. Este comercio mundial de energéticos significa disponer de alrededor de 2,600 buques tanque que recorran los océanos distribuyendo petróleo y gas líquido, así como 400,000 Kms de gasoductos.

⁶ "Energy for planet earth". P.2.

GRAFICA 1.3
MOVIMIENTO DE LOS COMBUSTIBLES FOSILES



Sin duda el problema sustancial que acarrea la dependencia en energéticos fósiles es su efecto nocivo al equilibrio ambiental, tanto por su carácter no renovable, como por el daño que genera. Mientras que la energía se destinó en pequeñas proporciones para satisfacer requerimientos esenciales del hombre, su explotación no generó mayores daños a nuestro entorno. Sin embargo, con el incremento de la población mundial y su consecuente demanda de servicios, la energía se ha convertido en un factor de destrucción ambiental, operando como una fuerza de deterioro de largo plazo, toda vez que el consumo de energéticos fósiles deriva en altas emisiones de dióxido de carbono (*ver cuadro 1.2*), dióxido de azufre y óxidos de nitrógeno (*ver cuadro 1.1*), que se vinculan con el sobrecalentamiento de la tierra (efecto invernadero)⁷. Este asunto no es nuevo; sin embargo, ahora el hombre tiene la capacidad para medir con precisión las emisiones contaminantes que genera el uso energético en la atmósfera, en la tierra y el agua, así como de conocer sus implicaciones y por lo tanto de intentar revertirlas. Se estima que de mantener las condiciones actuales en el uso de energía, es decir, mismos hábitos y misma

estructura energética, en el año 2010 el consumo de energía se incrementará hasta un 50.0% y las emisiones de dióxido de carbono en 60.0%. En caso de comprobarse la relación entre las emisiones de este compuesto y el calentamiento de la tierra las repercusiones serían de carácter insospechado.

Cuadro 1.1
Ramas industriales de mayor emisión contaminante

#	SO _x	SO _x	Emisión porcentual
1	Termoeléctrica	Cemento	Asfalto
2	Cemento	Termoeléctrica	Termoeléctrica
3	Vidrio	Papel y cartón	Productos metálicos
4	Refinación de petróleo	Petroquímica	Cemento
5	Papel y cartón	Bebidas alcohólicas	Papel y cartón
6	Productos químicos	Productos químicos	Vidrio
7		Refinación de petróleo	Bebidas alcohólicas

Fuente: SIBESOL-INE

Definitivamente la dependencia energética prevalecerá en paralelo a la actividad humana; sin embargo, hoy se conocen sus efectos, obligando al hombre a intentar revertirlos. El dilema es claro, ¿cómo hacer para conciliar la demanda de energía con el cuidado de nuestro ambiente?. La solución no es sencilla, mas aun si consideramos el cúmulo de intereses político-económicos que prevalecen alrededor de este tema.

Difícilmente en el futuro próximo observaremos cambios drásticos en las fuentes de energía primaria. Se tiene conocimiento que explotando una mínima parte de la energía solar, podría obtenerse 15,000 veces más la energía disponible actualmente; sin embargo, las tecnologías para su explotación masiva están en proceso y requerirán

⁷ El efecto invernadero, calentamiento global o efecto greenhouse, cobra relevancia a principios de los años ochenta cuando se comprueba que en las últimas décadas se alcanzaron las temperaturas más elevadas que se tenga conocimiento.

un tiempo considerable para su ejecución. Asimismo, la energía eólica y el biogás⁵ no representan opciones viables en el corto plazo. Sin duda, las expectativas reales se centran en el marco de los combustibles fósiles. Por una parte, existe la opción de promover un mayor uso del gas natural por ser un energético más limpio (ver cuadro 1.2), lo cual requiere desarrollar en mayor medida su exploración y explotación para hacerlo más rentable; no obstante, si consideramos la concentración geográfica de este combustible y los requerimientos tecnológicos para su uso, esta opción representa un alto costo económico. Por otro lado, se trabaja en tecnologías que reduzcan las emisiones contaminantes del carbón, a fin de poder aprovechar las grandes cantidades existentes de este combustible. Entre estas tecnologías destacan la combustión de lechos fluidizados y la gasificación de carbón, ambos procesos en etapa de experimentación⁶.

Cuadro 1.2
Volumen de CO₂ por energía producida

Energía	Volumen de CO ₂
Termoeléctricas de carbón	266
Acetileno sintético y gas de carbón	150
Carbón usado directamente	100
Combustóleo y gasolina	66
Gas natural	66
Energía nuclear	17

Fuente: Miles Liveng The environment, 1984.

Aparentemente, la única opción viable en el corto plazo que permita amenguar los efectos negativos de la energía es fomentar una mayor eficiencia en su uso que, a su vez, reduzca sus niveles de consumo, de manera tal que se garantice su existencia en el futuro y se reduzcan las emisiones de dióxido de carbono. Para ello, hoy como

⁵ Básicamente metano que se obtiene en algunos casos de rellenos sanitarios.

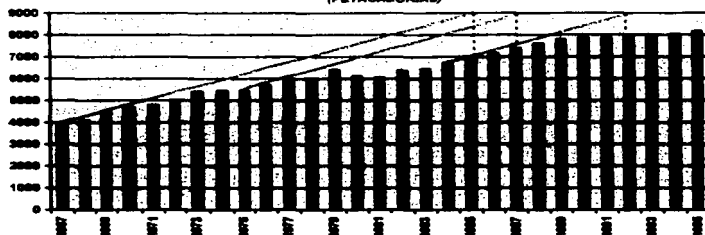
en el pasado es necesario promover el desarrollo y aplicación de tecnologías que atenuen el consumo de energía (motores emisión "0", controles de velocidad en procesos productivos, lámparas fluorescentes, etc) y garanticen un desarrollo ecológico.

Es en este marco, no puede perderse de vista que el consumo de energía depende de varios factores¹⁰ como: el tamaño de la población, el nivel de actividad y estructura económica, los precios de los energéticos y el clima. Si bien en los tres primeros factores el hombre puede incidir para un mejor uso energético, el menos traumático es el correspondiente a la actividad productiva. Lo anterior cobra mayor relevancia si consideramos que actividades como la industria consumen el 40.0% de la energía en los países desarrollados. No obstante, el factor más efectivo parece ser el mecanismo de precios, el cual como se observa en la *gráfica 1.4* ha frenado el consumo de energía en tres ocasiones, el cual de haber continuado con la misma tendencia hubiera alcanzado 9,000 millones de toneladas de petróleo equivalente en 1985, 1987 o 1992.

* "Energía y medio ambiente". P.208.

¹⁰ "Industrial Energy Rationalization in Developing Countries". P.5

GRAFICA 1.4
CONSUMO MUNDIAL DE ENERGIA
(PETACALORIAS)



Fuente: BP statistical review of world energy 1995

1.1.2 Eficiencia energética industrial

Como se mencionó anteriormente, la energía constituye un insumo ineludible en cualquier proceso productivo, lo que la convierte en un factor primordial para el desempeño del sector industrial. El uso eficiente de energía representa una importante reducción de costos y por ende una mejor posición competitiva. En este sentido, la racionalización en el uso de energía es la principal vía para lograr la eficiencia energética. Esta racionalización comprende dos acciones: la conservación de energía, es decir, reducir la cantidad de energía requerida para la producción, y la diversificación en el uso de energéticos, esto es la sustitución por el combustible menos costoso o menos contaminante. Bajo este contexto, es necesario que la

industria utilice el energético mas rentable a sus fines y maximice su uso en las operaciones productivas.

Cabe señalar que posterior a la crisis energética de lo años setentas, los países desarrollados implementaron medidas para eficientar el uso de la energía, al grado que lograron reducir su consumo e incrementar su nivel de producto. En el caso de los países en vías de desarrollo, sobre todo los importadores de petróleo, optaron por intentar un suministro doméstico de energía para no depender del exterior. Sin embargo, es claro que económicamente la eficiencia energética es más factible que cualquier inversión para producir energía propia, además de que sus resultados son más rápidos. La relativa estabilidad en los precios del petróleo brindan una excelente oportunidad a los países en desarrollo para incrementar su eficiencia energética en el sector industrial, mismo que en muchos de estos países representa el principal consumidor de energía.

En relación a otros países, México se encuentra en una posición privilegiada pero, a su vez, riesgosa para promover la eficiencia energética industrial, toda vez que su geografía presenta una gran diversidad de energéticos que si bien le permite promover un mayor uso de energéticos más baratos y limpios, como el gas natural, también puede incidir en un consumo dispensioso como el ocurrido durante el boom petrolero¹¹. Con excepción del carbón, México observa importantes yacimientos de petróleo y gas natural, participando en las reservas mundiales con el 4.9% y 1.4%, respectivamente. No obstante, esta disposición de combustibles requiere complementarse con la adopción de tecnologías y políticas que propicien una

reducción en el consumo de energía. Bajo este contexto, este trabajo caracterizará la eficiencia energética imperante en el sector industrial en su conjunto y en la industria manufacturera en particular.

Para este fin existen dos metodologías complementarias¹²: El denominado método microeconómico o técnico, que consiste en la ejecución de estudios detallados sobre los procesos de fabricación; y el macroeconómico, el cual se orienta a evaluar el uso de la energía en niveles agregados, mediante variables de contabilidad nacional. El primero de ellos ayuda a cuantificar con precisión el contenido energético de los productos (la suma de los diferentes tipos de energía que se requiere en un proceso de producción para fabricar una unidad), mientras que el segundo permite identificar, en términos agregados, la eficiencia en el uso de la energía y los grados de penetración que observa en cada una de sus formas. Considerando el objetivo de este trabajo, conviene utilizar el método macroeconómico.

Bajo este método se analizará la eficiencia energética conforme tres indicadores: El primero de ellos, denominado intensidad energética, consiste en relacionar el consumo de energía de un sector específico con su Producto Interno Bruto, es decir, determina en términos físicos la cantidad de energía que se requiere para producir una unidad de producto; el segundo presenta en términos económicos una relación de costos, que nos permite apreciar el grado de incidencia de la energía en la rentabilidad de una industria, y finalmente el último conocido como "de penetración", ilustra los niveles de sustitución energética.

¹¹ La abundancia de energéticos más la necesidad de recuperar el crecimiento implicaron un uso irracional del petróleo como motor de la economía, sin considerar el cuidado de los recursos no renovables.

¹² Ver "Energieque Industrielle", Perra Le Goffe, P.201.

1.2 Los datos¹³

A la luz del objetivo de este trabajo, el panorama ideal que en materia de información se requiere, implica disponer para cada uno de los años de estudio, primordialmente, el consumo total de energía que realiza la industria manufacturera, distinguiendo por rama de actividad (2 dígitos) y tipo de energético (combustibles sólidos, petrolíferos, gas y electricidad). Lo anterior, sin considerar los diversos indicadores relacionados al desempeño de la industria manufacturera, tales como: producto interno bruto, acervos brutos de capital y formación bruta de capital, mismos que en su mayoría están disponibles en las estadísticas nacionales. Con este propósito, se revisaron las fuentes sobre consumos energéticos por industria, ubicándose solamente cuatro fuentes oficiales. El reducido número de estas, aunado a la heterogeneidad de las mismas, obligaron a realizar un análisis de cada una de ellas, con el propósito de contar con series confiables, cuyos datos reflejen, en la mayor medida posible, el comportamiento del consumo de energía de la industria manufacturera mexicana.

Las fuentes identificadas son: los censos industriales elaborados por el Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática; los balances nacionales de energía, preparados por la Secretaría de Energía; los reportes que realiza la Comisión Federal de Electricidad sobre consumos por rama en tarifas de alta tensión, y finalmente los estudios de demanda de energía de Petróleos Mexicanos. Estos últimos se concentran en el consumo de petrolíferos, retomando los balances nacionales de energía, lo que

¹³ Comúnmente, los trabajos realizados sobre la materia alcanzan un nivel máximo de desagregación por sector consumidor, esto es: residencial, comercio y público; agropecuario; transporte, o industrial. Lo anterior se debe en gran medida a la poca información existente

limita su utilización en este trabajo como fuente de referencia. No se considera la información que, en su caso, presentan las cámaras industriales, toda vez que retoman la información indicada o, en su caso, son la fuente original de la misma. Por otra parte, existen diversos estudios de Instituciones internacionales, que si bien no aportan información sobre los consumos en México, sí presentan indicadores útiles como parámetros para efectuar comparaciones globales.

A continuación se describe cada una de las fuentes indicadas, señalando sus características, ventajas e inconvenientes:

a) Censos industriales

Los censos industriales, los comerciales, de servicios y de transportes y comunicaciones, integran los censos económicos que efectúa cada cinco años el Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. En términos generales, los censos industriales presentan indicadores diversos para las ramas económicas que se vinculan a la transformación de bienes y recursos. En este sentido, comprenden las industrias manufacturera, extractiva y del sector eléctrico. Entre las variables que integran dichos censos, destacan: el número de unidades económicas; el personal ocupado; las remuneraciones; los activos fijos; la producción bruta; el valor agregado censal, y los insumos utilizados. A su vez, los insumos se desagregan en explosivos y reactivos; refacciones, partes y componentes; minerales comprados para beneficiar; pagos por servicios a terceros y de maquila; combustibles y lubricantes, y energía eléctrica. Estos dos últimos conceptos representan información fundamental para el desarrollo del presente ejercicio.

Sin duda, por su nivel de desagregación esta fuente se consideraría como óptima, toda vez que los datos son presentados por rama y clase de actividad, lo que permite tener un conocimiento preciso sobre el consumo manufacturero de energía y la participación que representa cada una de sus ramas. Sin embargo, aunado a su irregular periodicidad, presenta una considerable limitación para el desarrollo de este trabajo, toda vez que en los censos publicados en 1986 con datos de 1985 no desagregan el rubro de insumos, por lo que no permite conocer los gastos efectuados en energéticos. Asimismo, no puede determinarse la estructura energética de la industria manufacturera y sus ramas, toda vez que la única forma de energía que se especifica es la electricidad, suponiendo así que el término "combustibles y lubricantes" agrupa el resto.

b) Balances Nacionales de Energía

Los balances nacionales de energía son la fuente en la materia mayormente utilizada para analizar el comportamiento de la oferta y demanda energética. Estos balances comprenden la información estadística oficial correspondiente al origen y destino final de la energía en México, especificando las fases de producción, transformación y consumo a nivel nacional. A partir de 1985, estos balances se producen anualmente por la Secretaría de Energía, existiendo una serie histórica desde 1965 para las variables relativas a producción de energía primaria, comercio exterior, oferta interna bruta, centros de transformación, consumo nacional de energía y consumo final total. En el caso de estas dos últimas, observan hasta 1985 un nivel máximo de desagregación por sector usuario, esto es: transporte; residencial, comercio y público; agropecuario, e industrial. Posteriormente, se han incorporado actividades

industriales específicas, como la minería, construcción y determinadas ramas manufactureras.

La mayoría de las ramas manufactureras que se presentan destacan por ser actividades intensivas en energía; sin embargo, entre ellas también podemos observar industrias como: fertilizantes, tabaco y cerveza y malta que no representan importantes consumos energéticos. Existen otras industrias como la de hilados y tejidos de fibras blandas que, aún cuando es altamente demandante de energía, no está considerada. Lo anterior puede explicarse en virtud de que gran parte de los datos procesados por la Secretaría de Energía le son proporcionados por las Asociaciones o Cámaras industriales que disponen de tal información.

Como puede observarse en el siguiente esquema, la mayor atribución de esta fuente es su periodicidad anual, que en un nivel sectorial nos permite realizar análisis de largo plazo. A nivel de rama, sólo es posible efectuar estudios sobre el comportamiento reciente de 14 industrias, las cuales aun cuando constituyen un amplio porcentaje del consumo energético manufacturero, no permiten cuantificar con exactitud el consumo total de dicha actividad. Es hasta el año de 1987 que se dispone de los datos correspondientes a las industrias minera y de la construcción, mismos que al restarse del total industrial permiten estimar el consumo manufacturero, considerando que la participación de electricidad, luz y agua es marginal.

CUADRO 1.3
Balances Nacionales de Energía
Información disponible

Sector/Año	85-85	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95
Sector residencial	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Sector transporte	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Sector agropecuario	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Sector industrial	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Minería				X	X	X	X	X	X	X	X	X
Construcción				X	X	X	X	X	X	X	X	X
Azúcar	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Cerveza					X	X	X	X	X	X	X	X
Refrescos					X	X	X	X	X	X	X	X
Tabaco					X	X	X	X	X	X	X	X
Papel y cartón		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Petroquímica		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Química básica		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Fertilizantes		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Hule		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Vidrio		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Cemento		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Siderurgia		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Aluminio		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Automóviles				X	X	X	X	X	X	X	X	X

C) Consumos por empresa en tarifas de alta tensión

A la fecha la Comisión Federal de Electricidad establece un sistema de 7 tarifas, por tipo de usuario, como se ilustra en el cuadro 1.4.

La CFE dispone de un registro de 391 empresas usuarias de tarifas de alta tensión HS, HSL, HT y HTL, de las cuales el 7.6% son mineras, 6.9% de bombeo, 4.3% de servicios y el restante 81.2% manufactureras correspondientes a 31 ramas productivas. En el caso de todas estas empresas se dispone del consumo anual de energía eléctrica, para el período de 1988 a 1993. Esta información conjuga un adecuado nivel de desagregación con una periodicidad aceptable; sin embargo, no

todas las ramas presentan una muestra de empresas significativa y sólo permite conocer el consumo de un energético.

CUADRO 1.4
Tarifas de C.F.E.

Tarifa	Descripción	Uso manufacturero
OM	Tarifa ordinaria que se aplica a los servicios que destinan la energía eléctrica en media tensión, para cualquier uso con una demanda menor de 1,000 Kw.	
H-M	Tarifa horaria que se aplica a los servicios que destinan la energía eléctrica en media tensión, para cualquier uso con una demanda igual o mayor a 1,000 Kw.	
H-S	Tarifa horaria que se aplica a los servicios que destinan la energía eléctrica para cualquier uso, suministrados en alta tensión, nivel subtransmisión.	X
H-T	Tarifa horaria que se aplica a los servicios que destinan la energía eléctrica para cualquier uso, suministrados en alta tensión, nivel transmisión.	X
H-TL	Tarifa horaria para servicio general en alta tensión, nivel transmisión.	X
H-SL	Tarifa horaria para servicio general en alta tensión, nivel subtransmisión.	X
I-30	Tarifa para servicio interruptible, aplicable a los usuarios de las tarifas H-S, H-T, H-SL y H-TL.	X

1.3 Comparación y conclusiones sobre el uso de la información

Adicionalmente a las diferencias en periodicidad y nivel de desagregación que presentan las tres fuentes revisadas, al realizar un breve análisis sobre el comportamiento de sus cifras se identificaron algunas inconsistencias. Los censos industriales entre 1988 y 1993 generan una tasa media de crecimiento anual en el consumo energético manufacturero de 6.5%, mientras que la información de los balances de energía arrojan una tasa de 2.1%. Lo mismo sucede en los consumos específicos de energía eléctrica y del resto de combustibles, donde la primera fuente registra tasas de 8.2% y 5.2%, respectivamente y la segunda de 2.3% y 2.0%.

Considerando que en el mismo período el producto interno bruto manufacturero creció a una tasa promedio anual de 3.7%, se considera que la información de los balances tienen un mayor nivel de confiabilidad, ya que si bien es cierto que en algún tiempo el consumo energético se incrementó en mayor proporción que el nivel de producto (1981-1983), esto fue resultado de la existencia de condiciones de oferta radicalmente distintas a las que prevalecieron a finales de la década de los ochenta y principios de los noventa. Asimismo, en el caso de los reportes de C.F.E, el consumo de energía eléctrica apenas registra en el mismo período una tasa de 0.3%.

CUADRO 1.5
Consumo Energético Manufacturero
(Tasas medias de crecimiento anual)

Fuente	Categoría	Total de energía TSCA 1983-1983	Otras energéticas TSCA 1983-1983	Energía eléctrica TSCA 1983-1983
Censos Industriales		6.5%	5.2%	6.2%
Balanceos Nacionales de Energía	de	2.1%	2.06%	2.3%
Reportes C.F.E		-	-	0.3%

Por otra parte, es importante señalar que las tres fuentes guardan cierta consistencia en la participación por ramas y, en su caso, por energéticos en el consumo de energía de la industria manufacturera. Lo anterior, sin dejar de considerar que no cubren el mismo número de actividades. De esta manera, en el consumo total de energía de la industria manufacturera, predominan las industrias: petroquímica básica, siderúrgica, cemento, química básica y papel y cartón. En relación al consumo eléctrico se adicionan las industrias automotriz y de hilados y tejidos de fibras blandas.

Conforme a la revisión de las fuentes podemos llegar a las siguientes conclusiones sobre su utilidad para este trabajo:

- Los censos industriales se utilizarán en sus ediciones de 1989 con datos de 1988 y 1994 con cifras de 1993, como parámetro para establecer un contexto general del consumo de energía total de la industria manufacturera, y específico por rama, en los años citados, especificando su estructura por tipo de energético. Asimismo, permitirán evaluar la participación de los costos energéticos en los totales de la industria correspondiente.
- Los balances nacionales de energía permitirán elaborar un diagnóstico sobre el consumo nacional de energía, particularmente el relativo al sector industrial, definiendo claramente su evolución y estructura. Asimismo, esta fuente se utilizará para realizar un análisis de corto plazo (1987-1993) sobre el uso de energía en la actividad manufacturera, tanto en términos agregados, como en ramas determinadas. Dado su carácter anual tal análisis enfatizará los niveles de eficiencia en los consumos de energéticos.
- Los reportes de C.F.E serán de gran utilidad para evaluar la evolución en el uso de la energía eléctrica en las ramas consideradas, así como el nivel de concentración al interior de ellas.

Con base en lo anterior, el presente trabajo elaborará una caracterización del consumo nacional de energía, especificando el correspondiente al sector industrial, durante el período 1965-1993. Posteriormente, evaluará el consumo energético manufacturero entre 1987 y 1993, enfatizando su análisis en su estructura, costos y grados de eficiencia. Para ello, se calcularán sus niveles de penetración e intensidad

energética, especificando su comportamiento por ramas específicas y la explicación del mismo.

II. ANÁLISIS DEL CONSUMO ENERGÉTICO INDUSTRIAL (1965-1993)

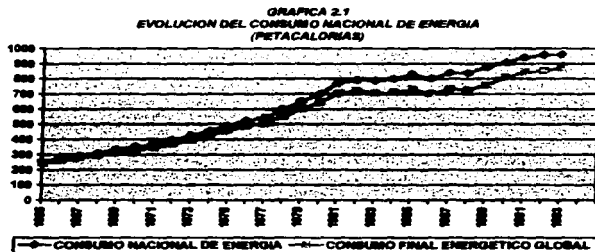
2.1 Antecedentes: el consumo nacional de energía

El consumo nacional de energía se conforma por el consumo final energético global (CFEG) más el consumo no energético (CNE). El primero de ellos se constituye por el consumo de energía que efectúan los sectores: residencial, comercial, público, industrial y agropecuario, mientras que el segundo se compone por aquellos energéticos que son utilizados como materias primas en los procesos productivos de diferentes ramas económicas, como es la industria petroquímica básica.

Los energéticos comúnmente consumidos son: los combustibles sólidos, como la leña, el bagazo de caña y el coque; los combustibles petrolíferos como el gas licuado, las gasolinas, kerosinas, diesel y combustóleo; el gas natural, tanto el no asociado, como el gas asociado, y la electricidad.

El análisis del consumo total de energía en México muestra una clara expansión de la demanda en las últimas tres décadas. Entre 1965 y 1993, el consumo total de energía en México creció a una tasa promedio anual de 4.8%, al pasar de 252.628 a 961.018 petacalorías (ver gráfica 2.1). Cabe señalar que hasta 1982 dicho consumo observó un crecimiento constante; sin embargo, en los años 1983 y 1986 presenta variaciones anuales negativas equivalentes a 0.69% y 3.4%, respectivamente. Lo anterior, como resultado de la contracción económica que enfrentó el país en dichos años, misma que repercutió en los niveles de producción industrial y agropecuario.

Durante el mismo período, el CFEG y el CNE registraron una tasa de crecimiento promedio anual de 4.8% y 7.8%, respectivamente. La participación del CFEG en el consumo nacional decreció 4.9 puntos porcentuales, en contraparte el CNE incrementó su participación de 4.1% en 1965 a 9.09% en 1993, llegando a alcanzar hasta un 13.6% en 1988. Este comportamiento se explica por el mayor uso de los petrolíferos, el gas natural y los combustibles sólidos como materias primas en los procesos de producción.

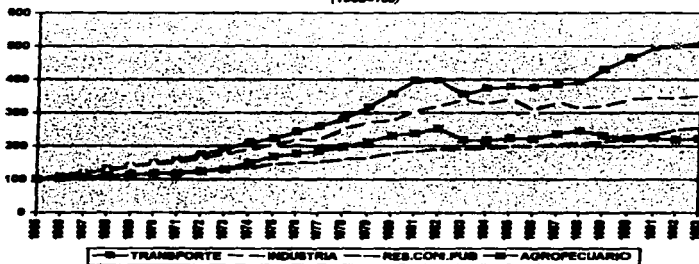


Fuente: Balance Nacional de Energía, Secretaría de Energía.

En 1965 el CFEG registró 242,126 petacalorias, de las cuales el 30.4% correspondió al sector residencial, comercial y público, el 33.9% al sector industrial, el 4.09% al sector agropecuario y el 27.3% restante al sector del transporte. Para 1993, tal consumo había alcanzado las 873,639 petacalorias, esta tendencia ascendente se reproduce por sector demandante (ver gráfica 2.2), los cuales observaron las siguientes tasas medias de crecimiento anual: residencial, comercial y público 3.4%; industrial 4.5%; agropecuario 2.5%, y transporte 5.9%. El dinamismo de este último se

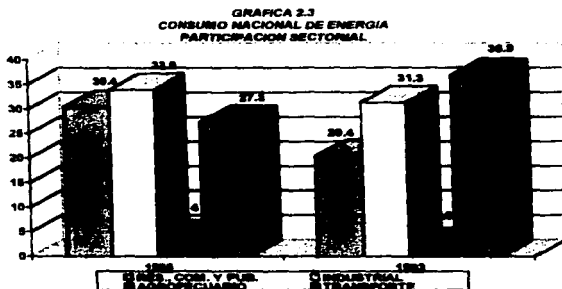
refleja en una mayor participación en la estructura porcentual del CFEG al pasar de 27.3% a 36.7%. la cual se explica por la integración económica de las diferentes regiones del país, que implicó un movimiento constante de personas y mercancías; por el creciente proceso de urbanización, y por el uso ineficiente de combustibles baratos¹⁴. En consecuencia, los sectores residencial, comercial y público, industrial, así como el agropecuario, no obstante haber mantenido una tendencia creciente, muestran una disminución en su participación (ver *gráfica 2.3*).

GRAFICA 2.3
CONSUMO ENERGETICO POR SECTOR
(1988=100)



Fuente: Balance Nacional de Energía, Secretaría de Energía.

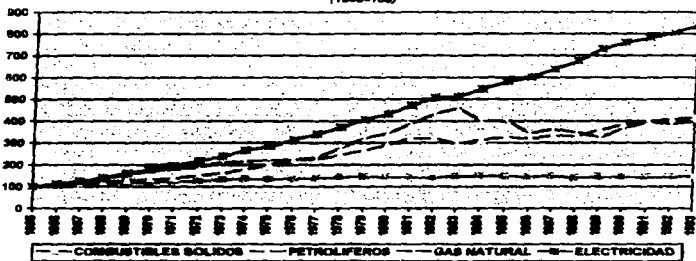
¹⁴ Ver "Uso eficiente y conservación de la energía en México: diagnóstico y perspectivas", Guzman M. Oscar. COLMEX, P.165.



Fuente: Balance Nacional de Energía, Secretaría de Energía.

Por tipo de energético en el periodo de referencia, el gas y la electricidad reflejan una evolución más dinámica en relación al resto, debido a las ventajas que presentan en términos ambientales y de precio, y de utilidad y distribución, respectivamente. Estos energéticos observaron crecimientos promedio anual equivalentes a 10.4% y 7.8%, respectivamente. Por su parte, los petrolíferos registran las siguientes tasas: gas licuado 6.5%, gasolinas 6.0%, diesel 5.2%, combustóleo 3.4% y kerosinas 1.5%, para en conjunto alcanzar una tasa de 5.1%. Finalmente, los combustibles sólidos presentan una tasa de 1.3%, la cual se sustenta en gran medida en el comportamiento del coque (3.8%), ya que el uso de la leña y el bagazo tiende a reducirse. El único energético que vio un decremento en su utilización fue el gas no asociado, el cual pasó de 27.253 petacalorías en 1965 a 13.993 petacalorías en 1993; no obstante, el crecimiento citado del gas permitió que el gas natural total se incrementara en un 5.2%. (ver gráfica 2.4)

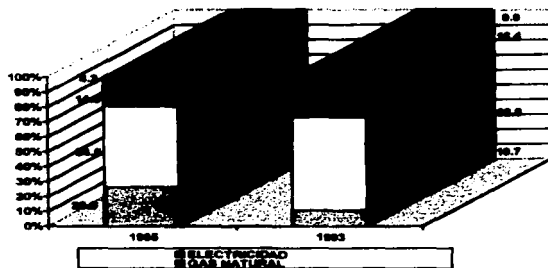
GRAFICA 2.4
CONSUMO POR ENERGETICO
(1965-1993)



Fuente: Balance Nacional de Energía, Secretaría de Energía.

En 1993 los energéticos con mayor participación en el CFEG fueron los combustibles petrolíferos al participar con 131.951 petacalorias, esto es un 62.8%, seguidos por el gas natural, los combustibles sólidos y la electricidad que registran participaciones del 16.4%, 10.7% y 9.9%, respectivamente. En relación a 1965, esta estructura se ha modificado drásticamente, en virtud de que anteriormente los combustibles sólidos presentaban una mayor variedad de aplicaciones y la electricidad no registraba los niveles actuales de demanda. En 1965, la leña, el bagazo de caña y el coque generaban el 26.3% de la energía consumida, mientras que los petrolíferos el 54.5% y la electricidad solamente el 4.3%. (ver gráfica 2.5)

GRAFICA 2.5
CONSUMO NACIONAL DE ENERGIA
PARTICIPACION POR ENERGETICO



Fuente: Balance Nacional de Energía, Secretaría de Energía.

En el caso de energéticos específicos, en 1985 la leña aportó el 19.4% del CFEG, en 1993 dicha aportación disminuyó a un 6.6%. En tanto, el bagazo de caña y el coque su uso se limita principalmente al consumo de las industrias azucarera y siderúrgica, registrando en 1993 participaciones del 2.2% y 1.8%. Al interior de los petrolíferos los combustibles con mayor demanda en 1993 fueron las gasolinas 26.8%, el diesel 14.3% y el gas licuado 10.6%.

Al relacionar los sectores usuarios por tipo de energético, observamos cómo en 1993 los sectores residencial, comercio y público e industrial consumieron el 60.8% y 38.7% de los combustibles sólidos utilizados, aprovechando el 2.4% restante para el consumo no energético, aquí podemos afirmar que en el caso del primer sector sólo utiliza como combustible la leña, mientras que el segundo concentra el bagazo de caña

y el coque. En el caso de los petrolíferos, en el mismo año los sectores del transporte; residencial, comercio y público; industrial y agropecuario, consumieron 57.4%, 15.2%, 13.9% y 2.9%, mientras que el 10.4% se destinó al consumo no energético. Respecto al gas natural su consumo se concentra en el sector industrial con un 80.7%, el 6.4% corresponde al sector residencial y el 12.7% a uso no energético. Finalmente, la electricidad se distribuye de la siguiente manera: 53.5% al sector industrial; 39.7% al sector residencial, comercio y público; 5.8% al agropecuario, y 0.8% al transporte. Aun cuando estos porcentajes se han modificado en relación a 1965, los ordenes de participación no han sufrido cambios, es decir, el sector residencial, comercio y público siempre ha encabezado el consumo de combustibles sólidos; el sector industrial el uso del gas natural y la electricidad, y el transporte la utilización de petrolíferos. Asimismo, se aprecia cómo, a diferencia de las actividades agropecuaria y del transporte que prácticamente concentran su demanda energética en un tipo de combustible, las actividades restantes mantienen una demanda diversificada.

2.2 El consumo energético industrial

Actualmente, la industria presenta cuatro modalidades básicas en el uso de energía:

- **Combustibles de uso directo.** Se destina fundamentalmente para el calentamiento de una gran variedad de hornos.

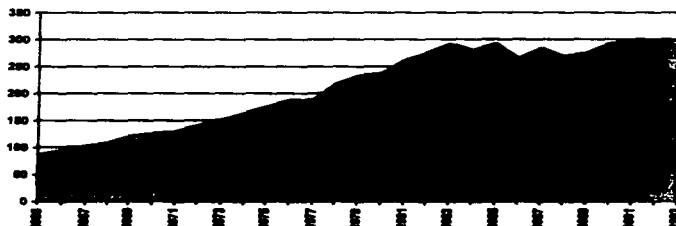
- **Combustibles para la generación de vapor.** El vapor se destina a unidades productivas, como medio de alimentación directa (conducción de calor) o como vapor de tracción. También se utiliza para la generación de energía eléctrica.
- **Combustibles para la generación eléctrica por combustión interna.** Se destina a motores generadores y plantas diesel.
- **Electricidad comprada a la red nacional.** Se destina principalmente para impulsar motores eléctricos y a hornos eléctricos.

Como se indicó en el apartado anterior, el consumo de energía por parte del sector industrial, entendiendo a este como la suma de las actividades minera, manufacturera y construcción comprendió en 1993 el 34.4% del consumo final energético global y el 31.3% del consumo nacional de energía. Después del transporte, es el sector con mayor uso energético entre los consumidores finales. En relación al consumo por tipo de energético, con excepción de la leña, la industria consume prácticamente el resto, siendo el principal demandante de gas natural (80.7%), electricidad (53.5%), bagazo de caña y coque (100%). En el caso de estos dos últimos podemos afirmar que es el único existente, a partir de los consumos de las industrias del azúcar y del acero.

2.2.1 Evolución y estructura energética industrial

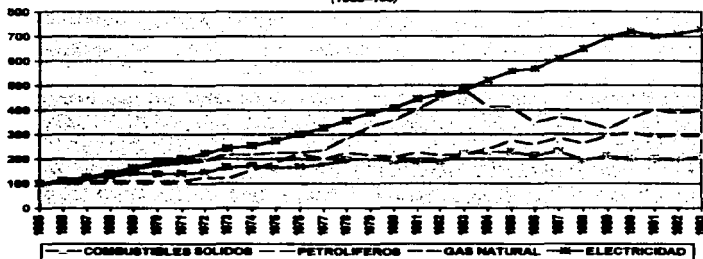
Entre 1965 y 1993, el consumo energético industrial se incrementó de 85.778 a 300.999 petacalorías, equivalente a una tasa media anual de crecimiento de 4.5% (ver *gráfica 2.6*). Con excepción de las Kerosinas, cuyo consumo presentó una tasa negativa de 6.4%, el resto de energéticos observa tasas positivas, destacando la electricidad y el gas con tasas de 7.3% y 5.0%, respectivamente. Los combustibles sólidos y el total de petrolíferos crecieron a tasas de 2.7% y 3.9% (ver *gráfica 2.7*).

GRAFICA 2.6
EVOLUCION DEL CONSUMO ENERGETICO INDUSTRIAL
(PETACALORIAS)



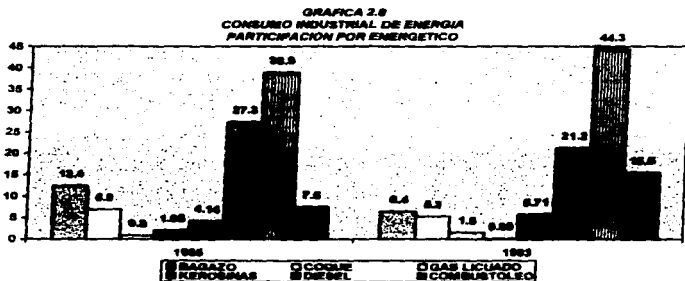
Fuente: Balance Nacional de Energía, Secretaría de Energía.

GRAFICA 2.7
EVOLUCION DEL CONSUMO INDUSTRIAL DE ENERGETICOS
(1968=100)



Fuente: Balance Nacional de Energía, Secretaría de Energía.

Estos ritmos de crecimiento se ven reflejados en la evolución de la estructura de consumo energético, destacando los incrementos en el uso del gas y de la electricidad en detrimento del consumo de combustibles sólidos y petrolíferos. Hay que señalar que por energéticos específicos después de la electricidad y el gas, el combustible continúa siendo el tercero en importancia (ver gráfica 2.8).



Fuente: Balance Nacional de Energía, Secretaría de Energía.

Con el propósito de poder cuantificar con mayor precisión la sustitución de energéticos, a continuación se determinará el grado de penetración de cada uno de ellos en el consumo energético industrial. Para ello se calculará el indicador, denominado "de penetración" (BI), el cual se define como:

$$BI = \frac{RI}{Kj}$$

Donde:

RI = Diferencia en el nivel de participación del tipo de energía i en el consumo energético industrial, entre dos años predeterminados.

K_j = Suma de las diferencias negativas de los tipos de energía que perdieron participación en relación al consumo energético industrial.

Año	Bagazo	Coque	Gas Licuado	Kerosinas	Diesel	Comb.	Gas	Elec.	Total
1985	12.43	6.96	0.82	1.95	4.14	27.25	38.99	7.46	100.0
1993	6.40	5.33	1.50	0.09	5.71	21.19	44.30	15.49	100.0
<i>R_i</i>	-6.03	-1.63	0.68	-1.86	1.57	-6.06	5.31	8.03	

El cuadro anterior presenta las participaciones relativas de cada energético en el consumo energético industrial correspondientes a los años de 1985 y 1993, así como la diferencias entre tales participaciones (R_i). En el se puede observar como el bagazo de caña, el coque, las kerosinas y el combustóleo han observado una reducción en su participación, mientras que el gas licuado, el diesel, el gas y la electricidad han incrementado su aportación.

De esta manera:

$$K_j = (-6.03) + (-1.63) + (-1.86) + (-6.06)$$

$$K_j = 15.58$$

Tipo de energético	R_i	K_j	R_i (K_j) ⁻¹ 100
Gas licuado	0.68	15.58	4.3
Diesel	1.57	15.58	10.0
Gas	5.31	15.58	34.0
Electricidad	8.03	15.58	51.5

Los cálculos anteriores nos ilustran el cambio en el uso de energéticos por parte del sector industrial. De esta manera podemos apreciar cómo la electricidad y el gas natural han penetrado significativamente en el uso de energía de la industria. En el caso de la electricidad este tipo de energía absorbió el 51.5% de la participación

perdida por los energéticos que presentaron diferencias negativas, destacando entre estos el bagazo y el combustóleo. Por su parte, el gas alcanzó un nivel de penetración equivalente a 34.0% y el diesel de 10.0%, mientras que el gas licuado presentó una penetración marginal de 4.3%. Estos resultados nos permiten inferir un proceso de sustitución energética, en el que resulta un mayor uso de la electricidad y del gas en contraposición del combustóleo, como resultado de un creciente uso de equipos, cuyas principales fuentes de energía han dejado de ser los combustibles petrolíferos.

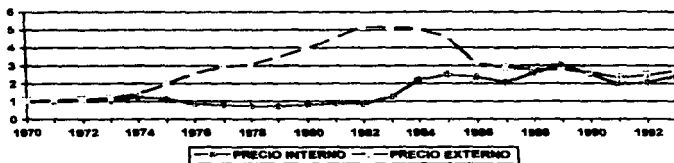
2.2.2 Los precios.

El nivel de precios de los energéticos incide directamente en la demanda de energía y en el desarrollo de las actividades productivas. A partir de 1978 y hasta 1987, se emplearon esquemas de apoyo denominados "precios diferenciales", por los cuales se otorgaban descuentos de hasta el 30% en la facturación de los consumos de combustóleo, gas y energía eléctrica, beneficiándose así diversos sectores, entre los que destacan la petroquímica, vidrio, papel, siderúrgica y cemento. Estos precios se establecían a cambio del compromiso por parte de la industria correspondiente para efectuar inversiones en zonas prioritarias. Aun cuando estos precios se revisaban periódicamente, normalmente estaban desvinculados de los ciclos internacionales, lo cual ocasionó un rezago en relación a las tarifas existentes en otros países. Una vez que México se insertó al libre comercio, se vió obligado a establecer un sistema de precios y tarifas orientado a criterios de mercado. De esta manera a partir de 1982 e intensificándose desde 1987, se incrementaron las tarifas gradualmente, con el propósito de cerrar la brecha internacional y poder cubrir costos de generación y transmisión (ver gráfico 2.9).

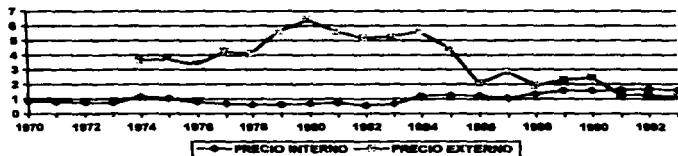
Entre 1965 y 1993 el precio promedio de los energéticos de uso industrial ponderados conforme su consumo presenta una tasa media de crecimiento anual de 1.49%, al pasar de 40.68 a 65.23 pesos constantes por 1,000 kilocalorías; no obstante, al analizar tal comportamiento podemos diferenciar tres etapas en su evolución: la primera de 1965 a 1973 en que los precios se mantienen prácticamente constantes con incrementos marginales; la segunda de 1973 a 1982, período en el que se observa una franca caída en los niveles de precios, y de 1983 en adelante en que se inicia una tendencia creciente (ver gráfica 2.10). En la primera etapa el índice de crecimiento real registró un incremento de 3.0 puntos porcentuales, mientras que en la segunda presentó una reducción de 37.0 puntos, pasando de 103.0% a 66.0%, cabe señalar que este comportamiento se acentúa a partir de 1978, derivado del descubrimiento de grandes reservas petroleras y de la intensificación de la política subsidiaria. Finalmente, como resultado de la implementación de un reajuste de precios y tarifas públicas, de 1982 a 1993 el índice se incrementó en 94.0 puntos, alcanzando 160%. Revisando la evolución de los precios para cada uno de las formas de energía, se aprecia que este comportamiento es, en gran medida, reflejo de la evolución del precio de los petrolíferos, los cuales ante su abundancia y extracción masiva generaron entre 1978 y 1982 un alto consumo a bajo precio. Asimismo, es importante señalar que sólo la electricidad y el gas licuado continuaron, posterior a 1982, con precios reales inferiores a los registrados en 1965, registrando tasas medias de crecimiento negativas. El resto presentaron los siguientes incrementos porcentuales: bagazo de caña 58.0%, coque 162.0%, combustibles sólidos en conjunto 196.0%, kerosinas 70.0%, diesel 143.0%, combustóleo 58.0 %, total de petrolíferos 96.0%, y gas 60.0%.

GRAFICA 2.9
COMPARACION ENTRE PRECIOS INTERNOS Y EXTERNOS

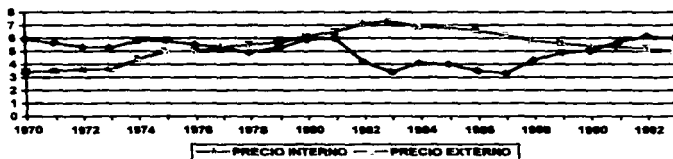
GAS NATURAL



COMBUSTOLEO

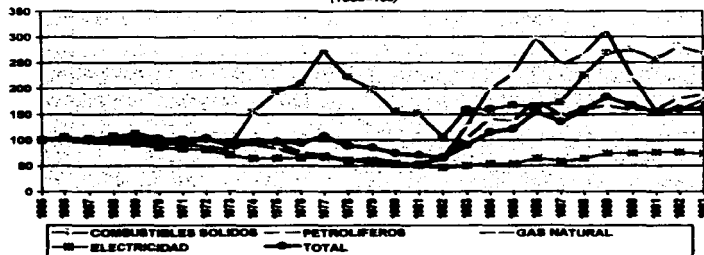


ELECTRICIDAD



Fuente: Costos asociados al consumo de energía del sector industrial de México.

GRAFICA 2.10
EVOLUCION DE LOS PRECIOS DE ENERGETICOS DEL SECTOR INDUSTRIAL
(1969-1993)



Fuente: Costos asociados al consumo de energía del sector industrial de México.

La evolución anterior, se puede ilustrar al comparar los precios de los energéticos industriales en México con los prevalcientes a nivel internacional, específicamente con países desarrollados como Alemania, Australia, Canadá, España, EUA, Francia, Italia, Japón, Reino Unido, Suecia y Suiza. En el caso del combustible pesado en 1978, mientras que en las naciones mencionadas se presentaba un precio promedio de 97.3 dólares por tonelada métrica, en México el precio era de 11.2 dólares, es decir un 11.5% de dicho precio. Si bien en 1993 el precio en México permanecía aun por abajo del resto (60.0), su proporción en relación al promedio internacional se incrementó a 45.4%. En relación al diesel en 1978 México registraba un precio de 28.5 dólares, 22.1% del precio promedio existente en dichos países y 34.1% del más bajo (Canadá 90.6). Para 1993 el precio en México era de 244.1 dólares por metro cúbico,

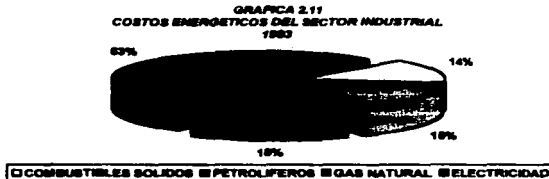
91.5% del promedio, ubicandose ya por arriba de Alemania, Canadá, EUA, Japón, Suecia y Suiza. Respecto al gas natural, en 1978 los países desarrollados pagaban un precio promedio de 133.7 dólares, en tanto que en México el precio era de 13.4 dólares, 30.6 dólares inferior al precio mas bajo registrado en Australia. En 1993 esta brecha existente se recorta al significar el precio mexicano un 51.0% del promedio.

Mención aparte requiere la electricidad, ya que aun cuando se reproduce la misma tendencia observada en el resto de energéticos industriales, la diferencia es menor. En 1978 el precio en México ya equivalía al 61.9% del promedio y estaba por arriba del aplicado en Canadá y muy cerca de los precios de Australia y EUA. En 1993, el precio nacional superaba a los ejercidos por Australia, Canadá, EUA, Francia y Suecia y representaba un 78.1% del precio promedio de los 10 países señalados.

Aun cuando los combustibles no pueden ser comparables directamente entre países, debido a diferencias principalmente de calidad, el ejercicio anterior, además de darnos una idea de los costos energéticos a nivel global, confirman la tendencia a la alza que presentaron los precios de los energéticos en el mercado nacional como resultado de un cambio de orientación en la política de precios, en que se dejó de utilizar a las tarifas de los energéticos como herramienta vertical de promoción industrial, para asumir un papel "pasivo" que no generara distorsiones en los mercados, limitandose a brindar al empresario la certidumbre que se requiere para efectos de planeación. Asimismo, la política vigente promueve el equilibrio en las finanzas públicas e inclusive evita violar la normativa internacional referente a subsidios en productos de exportación

2.2.3 Los costos

Considerando el costo energético como el producto simple de multiplicar el consumo por el precio de los combustibles, podemos apreciar cómo en 1993 el costo total de energéticos para el sector industrial fue de 19.6 millones de pesos. de estos el 53.3 % corresponde a la electricidad, el 17.8% al gas , el 15.3% a petrolíferos y el 14.3% restante a combustibles sólidos. Comparando estas proporciones con el año de 1965, la electricidad y el gas vieron modificada su participación en 3.4 puntos menos el primero y 3.6 puntos más el segundo, respecto a los otros dos tipos de energéticos, se mantuvieron prácticamente constantes. Cabe señalar que en el caso de los petrolíferos en el período 1972-1982 su participación en los costos disminuye hasta un 8.9% en 1981, como resultado de la disminución de precios.



Fuente: Costos asociados al consumo de energía del sector Industrial de México.

En 1993 el costo energético total de la industria fue equivalente a un índice de crecimiento real de 563.0%, esto es 463.0 puntos más que en 1965. Este comportamiento se refleja en una tasa media de crecimiento anual de 6.3%. Analizando cada uno de los energéticos, se desprende que sólo las kerosinas

presentaron en el mismo periodo una reducción en sus costos equivalente a 71.0 puntos porcentuales, lo que se explica por una reducción en su consumo en mayor proporción que el incremento de su precio. El resto de los energéticos arrojó las siguientes tasas de crecimiento : gas 7.2%, combustibles sólidos 6.4%, petrolíferos 6.2% y electricidad 6.1%.

Estas tasas se explican en razón del comportamiento de los consumos y precios correspondientes. Así, el precio de la electricidad disminuyó y su consumo creció notablemente, es decir en este caso el precio influyó de manera primordial para que sus costos fueran menores. Aun cuando el gas natural presentó incrementos tanto en su consumo como en su precio, el primero creció en mayor proporción que el segundo, resultando un fuerte incremento en sus costos, derivado principalmente por su mayor consumo. En el caso de los petrolíferos y combustibles sólidos sus costos fueron resultado del crecimiento de sus precios por encima de sus consumos.

2.2.4 *La intensidad energética*

En los puntos anteriores hemos analizado diversas características sobre el consumo energético industrial; sin embargo, para tener un conocimiento más integral sobre el mismo es necesario evaluar su eficiencia y nivel de aprovechamiento. Para ello se considerará la relación entre el producto interno bruto industrial y el consumo de energía del mismo sector, es decir, la intensidad energética industrial. En principio debe señalarse que en el periodo 1965-1993, la participación mínima que ha tenido el PIB industrial en el nacional es equivalente a 30.7% en 1983, porcentaje similar al registrado en 1965 de 30.6%. El porcentaje máximo alcanzado por esta actividad se

observó en 1979, 1990 y 1992 con un 33%, 2 décimas mayor que el 32.6% alcanzado en 1993. Como se observa esta participación se ha mantenido constante con un ritmo de crecimiento anual de 4.7%. Por otra parte, el consumo energético industrial en el consumo total contribuyó en 1965 con un 33.9% y en 1993 con 31.3%, alcanzando un 36.1% en 1978; no obstante esta disminución en su participación, registró una tasa media de crecimiento anual de 3.9%. Tal disminución se explica por el dinamismo observado en el sector transporte, cuya participación se incrementó 9.4 puntos porcentuales.

Al relacionar ambas variables, se pretende cuantificar la eficiencia del uso energético respecto al producto. Así, se observa que de 1965 a 1973, la intensidad energética industrial observa un comportamiento sostenido, reflejo del crecimiento proporcional de las dos variables y, por ende, de un buen aprovechamiento de los recursos energéticos. En este período el consumo de energía y el PIB industrial crecen a tasas promedio anuales de 7.3% y 7.2%, respectivamente. De 1973 a 1978, la relación energía-PIB inicia un proceso de aceleración, producto de un ritmo de crecimiento del consumo energético (7.4%) superior al presentado en el PIB del sector (5.5%). Cabe señalar que es a partir de 1973 que se inicia una reducción en los niveles de precios de los energéticos, lo que promueve su mayor consumo. En el período 1978-1981, la intensidad energética observa una caída como resultado del incremento de la actividad productiva a tasas mayores que las observadas en el consumo, esto implica un uso más eficiente de la energía, es decir, los requerimientos energéticos de la producción son menores. No obstante, esta etapa podríamos considerarla como de eficiencia ficticia, toda vez que aun cuando el consumo de energía está por abajo de la producción, las amplias reservas energéticas, así como el

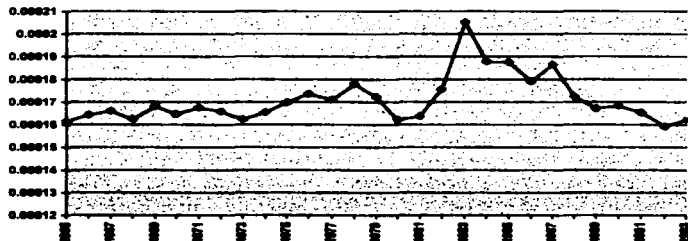
fácil acceso a la energía, principalmente de petrolíferos, generaron un excesivo consumo mayor a los requerimientos productivos. También habría que señalar que en los mismos años al interior de la actividad industrial el sector manufacturero ve reducida su participación en el PIB industrial de 69.7% a 65.9%, distribuyéndose tal diferencia en las industrias minera y de la construcción, esto afecta los niveles de la intensidad energética, ya que de estas tres industrias es la manufacturera la de mayor uso energético.

El período 1981-1983, representa altos niveles de ineficiencia en el consumo de energía al alcanzar la intensidad energética industrial su valor máximo. Este comportamiento es fruto, por una parte, de la evolución negativa de la actividad económica y por otra del uso desproporcionado e irracional de la energía en esos años. Es importante resaltar que mientras que el PIB industrial presentaba una tasa de crecimiento media anual negativa de 5.6%, el consumo se incrementaba a una tasa de 5.7%. Esto implica la existencia de altos requerimientos energéticos para la producción de una unidad de valor. Si bien es cierto que diferentes procesos productivos requieren niveles mínimos de energía independientemente de los niveles de actividad, la explicación a esta situación se encuentra en el consumo desproporcionado de energía barata.

Finalmente, entre 1983 y 1993 inicia un proceso de reducción en la intensidad energética industrial, lo cual implica mayores niveles de eficiencia. Un factor importante que incidió en este comportamiento fue el nivel de precios, el cual desde 1983 inició una tendencia decreciente, misma que se consolida en 1987 con la eliminación del

sistema de subsidios al consumo energético industrial. En esta etapa, el PIB del sector tiene un crecimiento promedio por año de 2.6% y el consumo de energéticos de 0.3%.

GRAPCA 2.12
INTENSIDAD ENERGÉTICA INDUSTRIAL
(PETACALORIAS/PIB)



III. ANÁLISIS DEL DESEMPEÑO ENERGÉTICO EN LA INDUSTRIA MANUFACTURERA (1987-1993)

La política industrial instrumentada a partir de 1987 y cuyas bases se comenzaron a fijar desde 1982, se fundamentó en el postulado de que la mejor vía para fomentar el desarrollo económico del país y con ello el bienestar de los mexicanos es la economía de mercado. De acuerdo a esta lógica, el rol del gobierno no es desplazar a particulares, sino propiciar un entorno económico más sano que, a su vez, permita el funcionamiento eficiente de mercados competitivos, donde el empresario tome las decisiones en materia de producción, empleo e inversión que deriven en un mayor crecimiento económico¹⁸. En este marco se enfatizó en la disminución de la actividad económica estatal y de su déficit fiscal y se privilegió la apertura comercial y, por ende la racionalización de la producción, como un instrumento para promover la eficiencia y competitividad industrial. Lo anterior implicó el desmantelamiento de cualquier programa que considerara la operación de estímulos y subsidios, como es el caso de los precios diferenciales en materia energética. De esta manera las políticas verticales, entendidas como incentivos sectoriales a la producción, quedaron relegadas, dando lugar a instrumentos de corte horizontal, entre los que destacan los relativos a la promoción de exportaciones. Cabe señalar que los únicos sectores que continuaron siendo objeto de beneficios directos fueron las industrias electrónica hasta 1993 y automotriz hasta esta fecha, lo cual finalmente repercutiría en su mejor desenvolvimiento productivo. Esta modificación en la visión gubernamental arrojó cambios drásticos e inclusive violentos en la actividad industrial, que sin duda también afectaron sus patrones energéticos.

Bajo este contexto, el presente capítulo tiene por objetivo evaluar la evolución y características del consumo de energía efectuado por la industria manufacturera, enfatizando sus niveles de eficiencia en un marco de liberalización comercial, donde las tarifas preferenciales tienden a desaparecer y el componente energético del producto se constituye como un importante factor para competir con éxito en los mercados globales. A efecto de lo anterior, se caracterizará el consumo energético manufacturero a partir de la revisión de su estructura, intensidad energética y costos.

3.1 *La industria manufacturera: un marco de referencia*

De acuerdo a varios autores en la materia¹⁵ la eficiencia energética en el sector industrial responde primordialmente al comportamiento de diversos factores, como son: su dinámica y estructura de la producción; el tamaño de su planta productiva, y el grado de tecnificación que presente en sus operaciones. En esta sección se pretende realizar un análisis sencillo sobre el desempeño de estos factores, con el propósito de identificar tendencias que coadyuven a entender con mayor precisión el uso energético manufacturero en los últimos años. Con este objetivo se evaluarán indicadores del sector, como el producto interno bruto manufacturero, los acervos netos de capital y la formación bruta de capital, tanto a nivel agregado, como por división y rama manufacturera. Estos indicadores se evaluarán de 1980 a 1993, enfatizando el análisis del periodo posterior a 1987, a fin de poder comparar etapas distintas en materia de desarrollo industrial. Por una parte, 1980 en que la dinámica productiva todavía estaba vinculada al boom petrolero y se sustentaba en una fuerte protección y participación

¹⁵ "La Industria mexicana en el mercado mundial". Casar I José. FCE, P. 28, La política industrial ante la apertura comercial, Sanchez Ugarte Fernando. FCE.

¹⁶ "The changing structure of american industry energy use patterns". Faruqi Ahmad. Batelle Press.

estatal, y por otra 1987, año en que se consolida la apertura comercial y con ella una nueva estrategia de promoción de la industria.

3.4.1 Estructura productiva

Al evaluar el desempeño de la industria manufacturera en el período 1980-1993, destaca como primera apreciación su participación prácticamente constante en el total de la economía, en niveles promedio del 21.0%. En 1980 presentó un porcentaje equivalente a 22.1% y en 1993 a 22.5%, registrando los porcentajes máximo (22.9%) y mínimo (20.4%) en 1991 y 1983, respectivamente. Este comportamiento contrasta con el observado por otras actividades económicas que vieron incrementado su nivel de participación, como son los servicios financieros, seguros e inmuebles, y el transporte, almacenamiento y comunicaciones.

Cuadro 3.1
Producto Interno Bruto por Actividad Económica
(participación porcentual)

Total	100.0	100.0	100.0
1. Agropecuario, silvicultura y pesca	8.2	8.5	7.5
2. Minería	3.2	3.8	3.4
4. Construcción	6.4	5.1	5.5
5. Electricidad, gas y agua	1.0	1.4	1.6
6. Comercio, restaurantes y hoteles	28.0	25.5	25.4
7. Transporte, almacenamiento y comunicaciones	6.4	6.3	7.5
8. Servicios financieros, seguros e inmuebles	8.6	10.8	11.5
9. Servicios comunales, sociales y prestaciones	17.2	18.6	17.0

Fuente: INEGI

Lo anterior sugiere un comportamiento poco dinámico de la industria manufacturera, ya que si bien a partir de 1987 incrementa sensiblemente sus niveles de participación, estos todavía no representan cambios significativos en la estructura

productiva del país. No obstante, hay que señalar que al analizar otro tipo de variables económicas, la actividad manufacturera se constituye como un sector primordial en la economía nacional, tanto por sus niveles de participación, como por su dinamismo

En relación a su ritmo de crecimiento, entre 1980 y 1993 la actividad manufacturera se incrementó a una tasa de 1.9% promedio anual, tasa muy similar a la que alcanzó la economía en su conjunto de 1.8%. Debe resaltarse la significativa reactivación que observa dicha industria a partir de 1987, la cual se refleja al comparar las tasas medias de crecimiento anual de los períodos 1980-1987 y 1987-1993, que registran 0.5% y 3.6%, respectivamente.

Al analizar la evolución de la industria manufacturera a su interior, se identifica un comportamiento heterogéneo entre sus nueve divisiones integrantes. Mientras que seis de ellas mostraron entre 1987 y 1993 un nivel constante de participación en el producto manufacturero, la división *VIII productos metálicos maquinaria y equipo* incrementó su participación en 5.6 puntos porcentuales al pasar de 17.3% a 22.9%. Por su parte, las divisiones *II textiles, vestidos y cuero* y *III madera y sus productos* presentaron una reducción equivalente a 2.8 y 1.0 puntos porcentuales, respectivamente. Si comparamos los niveles de participación que alcanzaron las divisiones *II, III y VIII* en 1987 con las que registraron en 1980, se aprecia un ligera reducción en las dos primeras y una drástica caída en la última. Sin embargo, como se comentó anteriormente, la división *VIII* logró a partir de 1987 revertir con éxito la tendencia negativa, mientras que esta se intensificó en las divisiones *II y III*.

El comportamiento anterior también se evidencia al revisar las tasas medias de crecimiento anual que registraron las nueve divisiones en las etapas 1980-1987 y 1987-1993. A diferencia del primer período, en que cuatro divisiones registraron tasas negativas, en el segundo solamente prevalece la tendencia decreciente en las divisiones correspondientes a *textil, vestido y cuero, y madera y sus productos*. En las divisiones que en ambos períodos presentaron tasas positivas, debe resaltarse que, con excepción de la división *V Químicos, derivados del petróleo, caucho y plástico*, las cuatro restantes observan una mayor dinámica en el período 1987-1993.

Cuadro 3.2
Producto Interno Bruto por División Manufacturera
(participación porcentual)

<i>División</i>	1989	1987	1993
Total	100.0	100.0	100.0
I Alimentos, bebidas y tabaco	24.6	26.0	26.6
II Textiles, vestido y cuero	13.9	11.8	9.9
III Madera y sus productos	4.3	4.6	3.6
IV Papel impreso e industria editorial	5.5	5.6	5.3
V Químicos, derivados del petróleo	14.9	18.3	17.8
VI Minerías no metálicas	7.0	7.3	7.1
VII Industrias metálicas básicas	6.1	6.2	6.0
VIII Productos metálicos, maquinaria y equipo	21.3	17.3	22.9
IX Otras industrias manufactureras	2.6	2.4	2.5

Fuente: INEGI

Cuadro 3.3
Producto Interno Bruto por División Manufacturera
(tasas medias de crecimiento anual)

<i>División</i>	TBCA 80-87	TBCA 87-93
Total	0.5	3.6
I Alimentos, bebidas y tabaco	1.8	2.9
II Textiles, vestido y cuero	-1.8	-0.9
III Madera y sus productos	-0.3	-1.4
IV Papel impreso e industria editorial	1.4	1.9
V Químicos, derivados del petróleo	3.5	3.1
VI Minerías no metálicas	1.0	3.2
VII Industrias metálicas básicas	0.5	2.7
VIII Productos metálicos, maquinaria y equipo	-2.4	8.8
IX Otras industrias manufactureras	-0.08	4.8

Fuente: INEGI

Con base en lo anterior, se concluye que entre 1980 y 1993, acentuándose en 1987, la industria manufacturera observó un incremento en su dinámica productiva, así como notables modificaciones en su estructura interna, en donde industrias con mayores niveles de tecnificación incrementaron su participación y otras de corte tradicional la disminuyeron. Asimismo, se aprecia un mayor nivel de actividad en determinadas divisiones manufactureras, como son de *alimentos, bebidas y tabaco, químicos, derivados del petróleo, caucho y plástico, y productos metálicos, maquinaria y equipo* que en 1980 constituyen el 60.8% del producto manufacturero, en 1987 el 62.5% y en 1993 el 67.2%. A su vez, las conclusiones anteriores derivan en dos elementos que no pueden perderse de vista. Por una parte el comportamiento heterogéneo entre las divisiones manufacturas y por el otro el excesivo nivel en la concentración del producto.

3.1.2 Inversión y capacidad productiva

Para estimar el comportamiento de la capacidad productiva de la industria manufacturera, se analizarán dos indicadores: Los acervos netos de capital, que constituyen todos los bienes que tiene en operación la industria (menos depreciación), y la formación bruta de capital fijo, que comprende el valor de los bienes adquiridos por las industrias que se destinan a incrementar sus activos fijos. En conjunto estos dos indicadores determinan no solo la expansión de la capacidad productiva, sino que son medio para su renovación y expansión.

En 1993 los acervos netos de capital correspondientes a la actividad manufacturera observaron un nivel inferior al registrado en 1980, lo cual se tradujo en

una tasa negativa de crecimiento anual de 0.17%. Esta tendencia negativa generó una menor participación de los acervos netos manufactureros en los totales de la economía. De participar con 35.8% en 1980, en 1993 lo hizo con 26.7%. Cabe destacar que hasta 1987 los acervos netos observan una tendencia mínima ascendente; sin embargo, a partir de ese año en plena recuperación productiva, sorprendentemente inician una reducción que resulta en 1993 en una tasa de crecimiento negativa de 0.8% promedio anual. Solamente las divisiones I, V y VIII observaron crecimientos en sus acervos por encima de los registrados en 1980, el resto han sido objeto de un desmantelamiento progresivo de su planta productiva.

Cuadro 3.4
Acervos netos de capital por División Manufacturera
(tasas medias de crecimiento anual)

Total	0.4	-0.8
I Alimentos, bebidas y tabaco	-0.3	2.6
II Textiles, vestido y cuero	-3.0	-4.8
III Madera y sus productos	-6.8	-6.4
IV Papel, imprenta e industria editorial	2.0	-3.2
V Químicos, derivados del petróleo	-0.7	0.9
VI Minerales no metálicos	0.3	-4.2
VII Industrias metálicas básicas	-0.5	-2.4
VIII Productos metálicos, maquinaria y equipo	3.9	-0.8
IX Otras industrias manufactureras	3.2	-0.2

Fuente: BANXICO

Al analizar la estructura porcentual al interior de la industria manufacturera, se detecta un importante nivel de concentración de los acervos netos de capital en cuatro divisiones: *I alimentos, bebidas y tabaco*, *V químicos y derivados del petróleo*, *VII industrias metálicas básicas* y *VIII productos metálicos, maquinaria y equipo*, que en su conjunto suman en 1993 un 80.0%, casi 5.0 puntos porcentuales superior a la participación que presentaron en 1980.

Cuadro 3.5
Acervos netos de capital por División Manufacturera
(participación porcentual)

Total	100.0	100.0	100.0
I Alimentos, bebidas y tabaco	14.8	14.1	17.5
II Textiles, vestido y cuero	8.5	6.7	5.2
III Madera y sus productos	1.4	0.8	0.6
IV Papel imprenta e industria editorial	4.9	5.5	4.8
V Químicos, derivados del petróleo	23.1	21.5	23.9
VI Minerales no metálicos	9.0	8.9	7.2
VII Industrias metálicas básicas	18.7	17.6	15.9
VIII Productos metálicos, maquinaria y equipo	18.5	23.5	23.5
IX Otras industrias manufactureras	1.1	1.3	1.4

Fuente: BANXICO

Por otra parte, al revisar la evolución de la formación bruta de capital, se identifica entre 1980 y 1987 un proceso de descapitalización en la industria manufacturera, mismo que se refleja en una tasa media de crecimiento anual negativa de 8.4%. En 1980 la formación bruta de capital de dicha industria representaba el 39.6% del total de la economía mexicana, mientras que en 1987 sólo el 19.3%. A diferencia de los acervos netos de capital, a partir de 1987 este indicador inicia un proceso de recuperación que le permite registrar entre 1980 y 1993 una tasa de crecimiento positiva (0.9%) y participar en el último año con el 36.2% de la formación bruta de capital total. El comportamiento que esta variable tiene en la industria manufacturera en su conjunto, se reproduce en ocho de sus divisiones, ya que la *división IV Imprenta y editoriales* observa un desenvolvimiento contrario al resto.

Cuadro 3.6
Formación bruta de capital fijo por División Manufacturera
(tasas medias de crecimiento anual)

División	1980-1983	1987-1993
Total	-8.4	12.9
I Alimentos, bebidas y tabaco	-9.3	15.6
II Textiles, vestido y cuero	-19.5	10.5
III Madera y sus productos	-20.3	7.1
IV Papel imprenta e industria editorial	12.6	-15.7
V Químicos, derivados del petróleo	-9.5	16.9
VI Minerales no metálicos	-9.4	9.9
VII Industrias metálicas básicas	-11.7	31.2
VIII Productos metálicos, maquinaria y equipo	-6.9	9.3
IX Otras industrias manufactureras	-9.1	15.7

Fuente: BANXICO

Aun cuando ocho divisiones observan una recuperación en la formación bruta de capital, al revisar las cifras en términos absolutos solamente las *divisiones I, V, VII, VIII* y *IX* registran niveles superiores a los alcanzados en 1980, destacando la división VII industrias metálicas básicas que entre 1992 y 1993 creció 360.0%, como resultado del proceso de privatización de la industria siderúrgica nacional. En el caso de las divisiones *II* y *III* los datos observados después de 1987 continúan estando muy por abajo de los niveles registrados en 1980, lo que generó tasas medias de crecimiento anual entre 1980-1993 de -6.8% y -8.5%, respectivamente.

Al igual que los acervos netos, en 1993 las divisiones *I, V, VII* y *VIII* concentraban el 86.4% de la formación bruta de capital fijo de la industria manufacturera. En contraparte, industrias tradicionales como textil, madera e inclusive del papel, han sufrido un importante achicamiento en su planta productiva.

Cuadro 3.7
Formación bruta de capital fijo por División Manufacturera
(participación porcentual)

Total	100.0	100.0	100.0
I Alimentos, bebidas y tabaco	16.8	15.6	18.0
II Textiles, vestido y cuero	11.8	4.7	4.1
III Madera y sus productos	2.1	0.8	0.6
IV Papel imprenta e industria editorial	3.2	13.8	4.2
V Químicos, derivados del petróleo	18.4	16.9	20.8
VI Minerales no metálicos	6.9	6.4	5.4
VII Industrias metálicas básicas	11.0	8.5	20.9
VIII Productos metálicos, maquinaria y equipo	29.0	32.5	26.7
IX Otras industrias manufactureras	1.0	0.9	1.1

Fuente: BANXICO

Una vez analizadas estas dos variables, puede concluirse en primera instancia una reducción en la capacidad productiva existente en la manufactura mexicana entre 1980 y 1993, intensificándose en 1987. No obstante, el comportamiento de la formación bruta de capital, es decir, su reactivación de 1987 en adelante, permite inferir que tal achicamiento de la planta manufacturera se desprende de un paulatino cierre de empresas que se intensifica con la apertura comercial. En tanto las compañías que sobrevivieron al nuevo entorno de competencia promovieron, en mayor o menor medida, una reestructuración de sus capacidades productivas. Asimismo, es notable que en cuatro divisiones se concentran más de dos terceras partes de ambos indicadores.

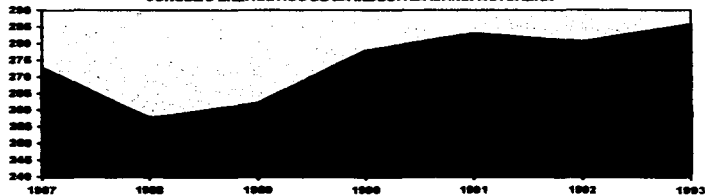
3.2 El consumo energético de la industria manufacturera

Entre 1987 y 1993 el consumo de energía de la industria manufacturera registró una tasa media de crecimiento anual de 0.8%, al pasar de 272.606 a 285.661 petacalorías (ver gráfica 3.1), que equivalen a un 29.7% del consumo energético total.

es decir, casi una tercera parte de la energía utilizada en este país corresponde a la industria manufacturera, hecho que ilustra la importancia de esta actividad en el desempeño energético nacional, así como la fuerte dependencia que tiene de este insumo. También cabe destacar que en 1993 esta industria participó con el 50.0% del consumo final de electricidad.

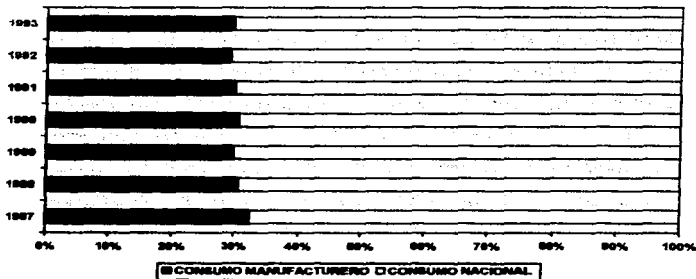
Es importante señalar que la participación de la industria manufacturera en el consumo total de energía disminuyó 2.8 puntos porcentuales en relación a 1987, año en que alcanzó un 32.5% (*ver grafica 3.2*). Esta tendencia también se observa en el consumo energético del sector industrial, donde la participación de la industria manufacturera pasó de 96.0% a 94.9%. El comportamiento anterior es resultado de un mayor dinamismo en el uso de energía por parte del sector transporte y la industria minera, mismo que se refleja en tasas medias de crecimiento anual de 4.7% y 4.6%, respectivamente.

GRAFICA 3.1
CONSUMO ENERGETICO DE LA INDUSTRIA MANUFACTURERA



Fuente: Elaborado en base a información de los Balances Nacionales de Energía de la Secretaría de Energía.

GRAFICA 3.2
PARTICIPACION DE LA INDUSTRIA MANUFACTURERA EN EL CONSUMO ENERGETICO NACIONAL.

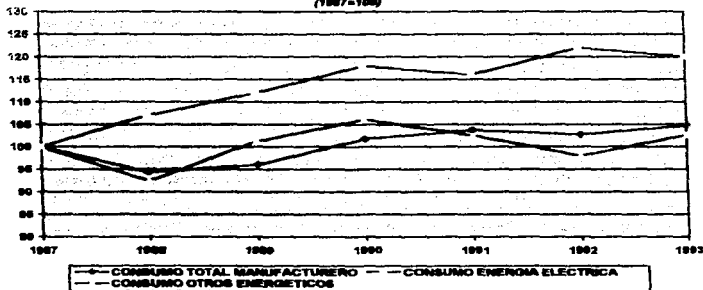


Fuente: Elaborado en base a información de los Balances Nacionales de Energía de la Secretaría de Energía.

3.2.1 Estructura energética

Como se mencionó anteriormente, durante el período de referencia el consumo energético manufacturero creció a una tasa de 0.8% promedio anual. Por tipo de energético, se observa que el único que alcanzó un incremento considerable en su consumo fue la electricidad al registrar una tasa media de crecimiento anual de 3.1%, en tanto que los petrolíferos y el gas natural presentaron un crecimiento moderado equivalente a tasas medias de crecimiento anual de 0.4% y 1.1%, respectivamente. Por su parte, los combustibles sólidos cayeron 2.3% anual.

GRAFICA 3.3
EVOLUCION DEL CONSUMO ENERGETICO ELECTRICO MANUFACTURERO
(1987-1992)



Fuente: Elaborado en base a Información de los Balances Nacionales de Energía de la Secretaría de Energía.

Este mayor dinamismo en el consumo de la energía eléctrica sobre el resto de combustibles (ver gráfica 3.3) puede significar transformaciones en la estructura energética de la industria manufacturera y por ende una posible sustitución entre energéticos. A efecto de identificar lo anterior retomamos la fórmula expuesta en el capítulo segundo correspondiente al indicador de "penetración".

$$BI = \frac{RI}{KJ}$$

Donde:

RI = Diferencia en el nivel de participación del tipo de energía en el consumo energético industrial, entre dos años predeterminados.

Kj = Suma de las diferencias negativas de los tipos de energía que perdieron participación en relación al consumo energético industrial:

A continuación se presentan las participaciones relativas de cada uno de los energéticos consumidos por la industria manufacturera en los años 1987 y 1993, así como sus diferencias (Rj).

1987	14.4	28.9	43.5	13.2	100.0
1993	11.9	28.3	44.9	14.9	100.0
Rj	-2.5	-0.6	1.4	1.7	

Como se puede apreciar, el principal energético utilizado por la industria manufacturera es el gas natural, seguido por los petrolíferos. En un menor nivel se ubican los combustibles sólidos y la electricidad. No obstante, entre 1987 y 1993 el uso de esta última observa una participación creciente en el total manufacturero. La participación del gas natural también muestra un comportamiento ascendente, mientras que los petrolíferos se mantienen constantes y los combustibles sólidos se redujeron notablemente. (ver gráfica 3.4)

$$Kj = (-2.5) + (-0.6)$$

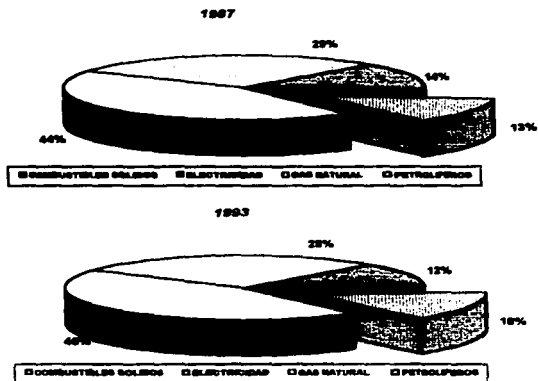
$$Kj = 3.1$$

Gas natural	1.4	3.1	45.1
Electricidad	1.7	3.1	54.9

Conforme al ejercicio anterior es posible identificar que en el período de referencia la energía eléctrica y el gas natural alcanzaron niveles de penetración de

54.9% y 45.1%, respectivamente, en relación a los combustibles que presentaron tendencias decrecientes en su participación, es decir, un 31% del consumo energético manufacturero que en 1987 se satisfacía con combustibles sólidos y petrolíferos, en 1993 se sustituyó con electricidad y gas natural. En el caso de la electricidad esta situación se explica por su fácil suministro y acceso, así como por su gran utilidad y dependencia en un mayor número de procesos productivos. Por su parte, el incremento en el uso del gas natural es resultado de su gran disponibilidad en el país, su mayor limpieza y, a diferencia de la electricidad, de su bajo precio.

GRAFICA 3.4
CONSUMO ENERGÉTICO MANUFACTURERO
PARTICIPACIÓN PORCENTUAL



Fuente: elaborado en base a información de las Balanzas Nacionales de Energía de la Secretaría de Energía.

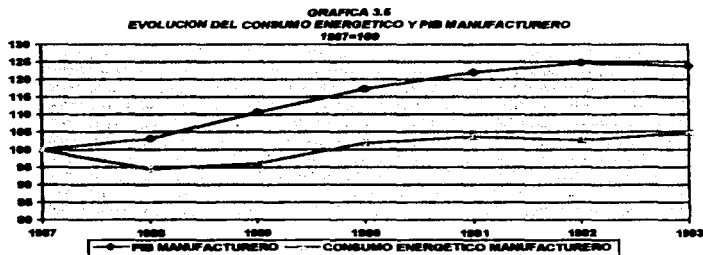
Cabe señalar que considerando que las industrias azucarera y siderúrgica son los únicos consumidores de bagazo y coque en su calidad de energéticos, es fácil concluir que gran parte de los cambios observados en la estructura energética de la industria manufacturera son muestra inequívoca de la sustitución de combustibles que han instrumentado las industrias siderúrgica y azucarera.

3.2.2 Intensidad energética

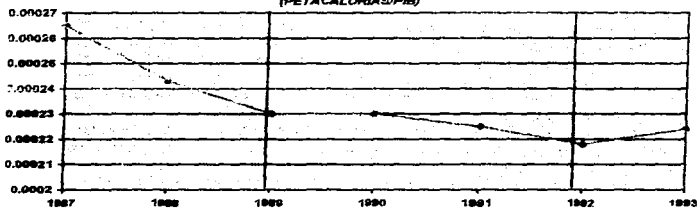
Tal como se mencionó en el capítulo primero, la relación entre el consumo de energía de un sector específico y su producto interno bruto, es decir, la intensidad energética, permite definir la cantidad de energía requerida para producir una unidad de producto, lo cual constituye un importante indicador en términos de eficiencia. Durante el periodo 1987-1993, la industria manufacturera incrementó su participación en el PIB nacional 1.2 puntos porcentuales, pasando de 21.3% a 22.5%. Igualmente, su participación en el PIB industrial creció de 67.3% a 68.4%. Lo anterior, se refleja en una tasa media de crecimiento anual de 3.6%, muy por arriba de la tasa registrada por el consumo energético manufacturero (0.6%). Al relacionar la evolución de estos indicadores se infiere una eficiencia en el uso de los energéticos, toda vez que en 1993 se logran mayores niveles de producción con casi la misma energía consumida en 1987, como lo muestra una tendencia a la baja en la intensidad energética (ver gráficas 3.5 y 3.6).

Al analizar la intensidad energética de la industria manufacturera en relación al comportamiento de su producto, se identifican tres etapas: de 1987 a 1989, de 1989 a 1992 y de 1992 a 1993. La primera de ellas se caracteriza por una drástica caída,

resultado de una reducción en el consumo de energía de 4.0% y un importante incremento del PIB (10.8%). En la segunda etapa se presentan crecimientos en el consumo de energía y del PIB de 6.9% y 14.0%, respectivamente, que permiten suavizar el descenso de la intensidad energética. Finalmente, entre 1992 y 1993 la intensidad energética registra un ligero repunte, producto del crecimiento en el uso de energía y de un decremento marginal en el PIB, lo cual es sintomático de un uso energético ineficiente en ese año. Como se observa, más que reducciones sustanciales en el consumo de energía, ha sido la dinámica del PIB la que ha determinado los niveles de intensidad energética, ya que si bien el uso de energía se redujo entre 1987 y 1989, a partir de 1990 observa una importante recuperación.



GRAFICA 3.6
 INTENSIDAD ENERGÉTICA MANUFACTURERA
 (PETA CALORIAS/PIB)



Fuente: Elaborado en base a información de los Balances Nacionales de Energía y de INEGI

Asimismo, al evaluar los posibles efectos que un cambio en la composición de la producción manufacturera pudiera generar sobre la intensidad energética, se observa que las divisiones consideradas intensivas en el uso de energía (ver cuadro 3.8) como son: *químicos, derivados del petróleo, caucho y plástico y metálicas básicas* registran reducciones marginales en su participación en el producto, en tanto que otras divisiones intensivas como *alimentos, bebidas y tabaco, minerales no metálicos* y, en mayor medida, *producto metálicos, maquinaria y equipo* incrementaron su aportación en el mismo. Por su parte, las divisiones *textiles, vestido y cuero, madera y sus productos y otras industrias manufactureras*, que entre 1987 y 1993 observaron importantes reducciones en su participación, no son altamente consumidoras de energía. Por lo tanto, no se considera que el decremento observado en la intensidad energética sea resultado de los cambios registrados en la estructura productiva manufacturera. Cabe señalar que en 1993 el 72.9% del costo energético manufacturero (ver cuadro 3.8) se concentró en las divisiones I, V, VI y VIII, divisiones

que, a su vez, participaron en el mismo año con el 74.3% del producto manufacturero, lo cual refleja la estrecha relación existente entre los niveles de actividad productiva y el consumo energético.

Entre 1986 y 1993 prácticamente seis de las nueve divisiones mantuvieron constante su participación en el costo energético de la industria manufacturera. Sólo la división *I alimentos, bebidas y tabaco* presentó un incremento, mientras que las correspondientes a *químicos, derivados del petróleo, caucho y plástico y metálicas básicas* registraron una importante reducción.

Cuadro 3.8
Costo energético por división manufacturera
(participación porcentual)

Total	100.0	100.0
I Alimentos, bebidas y tabaco	17.7	20.7
II Textiles, vestido y cuero	6.2	6.5
III Madera y sus productos	1.6	1.5
IV Papel imprenta e industria editorial	5.8	6.3
V Químicos, derivados del petróleo	27.6	25.7
VI Minerales no metálicos	13.9	13.6
VII Industrias metálicas básicas	13.7	11.6
VIII Productos metálicos, maquinaria y equipo	12.6	12.9
IX Otras industrias manufactureras	0.6	0.8

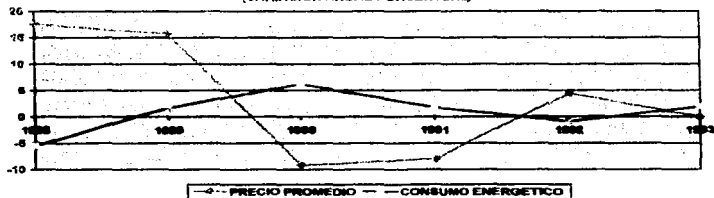
Fuente: Elaborado con Censos Industriales 1986 y 1993.

Otro factor que puede influir en el nivel de consumo de energía y con ello en la intensidad energética es el tamaño de la industria y su nivel de tecnificación. Como se indicó en el apartado 3.1.2, los acervos netos de capital de la industria manufacturera registraron entre 1987 y 1993 una reducción marginal, es decir, la planta productiva de esta industria observó un achicamiento que, sin duda, afectó el consumo de energía. Lo anterior implica que el crecimiento limitado del consumo energético registrado en este periodo también está vinculado con una reducción de la demanda derivada por

cierto desmantelamiento del aparato productivo. Salta a la vista que la única división en donde los acervos netos de capital crecieron, es la misma en que el costo energético se incrementó, esta es *alimentos, bebidas y tabaco*. De igual manera es evidente como las divisiones con mayor demanda de energía son las que concentran en gran parte los acervos netos de capital. En relación al grado de tecnificación no existe información específica sobre la adopción de equipos que deriven en ahorros de energía; sin embargo, a partir de la formación bruta de capital es posible inferir algunas conclusiones. En principio, si consideramos que entre 1987 y 1993 el sector observa un importante proceso de capitalización, es posible suponer que parte de esta podría propiciar una mayor eficiencia en el consumo de energía. Cabe destacar que las divisiones V y VII que presentaron reducciones en sus participaciones en el costo energético manufacturero, fueron las que registraron un mayor dinamismo en la formación bruta de capital, alcanzando tasas medias de crecimiento anual de 16.9% y 31.2%, respectivamente, lo cual permite suponer la adopción de tecnologías menos demandantes de energía.

Un factor adicional para explicar la intensidad energética es el nivel de precios. En la gráfica 3.7 se aprecia una estrecha relación entre la evolución del precio promedio de los combustibles industriales y el comportamiento en el consumo energético manufacturero. Ante incrementos en los precios el consumo se inhibe y ante reducciones se incrementa. Lo anterior supone que las reducciones en el uso de energía por parte de la industria manufacturera y de su intensidad energética han respondido más a presiones extrínsecas a los procesos productivos, que a la iniciativa propia de los empresarios para generar ahorros en el consumo de combustibles.

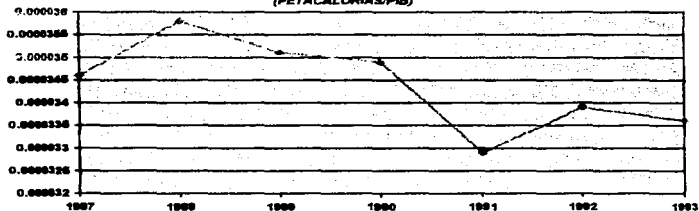
GRAFICA 3.7
CONSUMO ENERGETICO MANUFACTURERO Y PRECIO DE LOS COMBUSTIBLES
(VARIACION ANUAL PORCENTUAL)



Fuente: Elaborado en base a los Balances Nacionales de Energía de la Secretaría de Energía y a su publicación "Precios Internos y externos de los principales energéticos" de C.F.E.

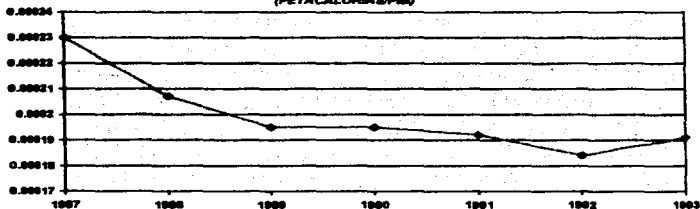
Por otra parte, considerando la creciente participación de la electricidad en el consumo energético manufacturero, se estima conveniente realizar un análisis específico de la intensidad energética eléctrica. Como se observa en la gráfica 3.7, este indicador presenta un comportamiento diferente a la intensidad energética total, derivado de un incremento casi constante en el consumo de electricidad, como resultado del proceso de electrificación. Contrario a lo ocurrido con el uso energético total, que descendió de 1987 a 1989, para posteriormente mantener un incremento, el consumo eléctrico mantiene un crecimiento hasta 1990, para después observar un comportamiento irregular. Entre 1987 y 1993 la intensidad total y eléctrica registraron tasas de -2.7% y -0.11% promedio anual. Lo anterior, aunado a la tendencia que observa la intensidad energética de otros combustibles con una tasa de -3.11% (ver gráfica 3.9), permite afirmar que la intensidad energética total de la Industria manufacturera y con ella la eficiencia en el uso de energía depende en gran medida del consumo que se haga de los combustibles sólidos, petrolíferos y del gas natural.

GRAFICA 3.8
INTENSIDAD ENERGÉTICA ELÉCTRICA MANUFACTURERA
(PETACALORIAS/PIB)



Fuente: Elaborado en base a información de los Balances Nacionales de Energía de la Secretaría de Energía y de INEGI

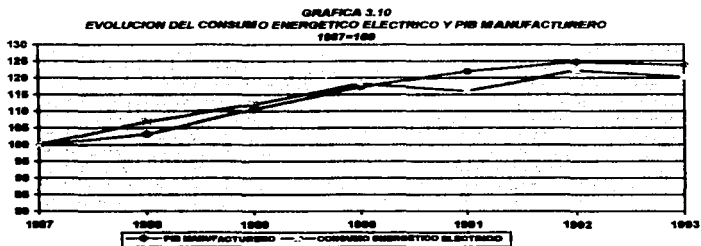
GRAFICA 3.9
INTENSIDAD ENERGÉTICA MANUFACTURERA NO ELÉCTRICA
(PETACALORIAS/PIB)



Fuente: Elaborado en base a información de los Balances Nacionales de Energía de la Secretaría de Energía y de INEGI

A diferencia de la intensidad energética total, en el caso de la eléctrica no se observa una relación tan clara entre su comportamiento y el nivel del PIB (ver *gráfica 3.10*).

Por otra parte, es factible que los cambios ocurridos en la estructura productiva manufacturera al hayan incidido en la reducción de la intensidad energética eléctrica, ya que la división de *textiles, vestido y cuero*, que es intensiva en el uso de energía eléctrica (ver cuadro 3.8), registro una importante reducción en su producto manufacturero, no obstante, tal vez esta reducción se compensó por el incremento observado en la participación de la división de *productos metálicos, maquinaria y equipo*.



Fuente: elaborado en base a información de los Balances Nacionales de Energía de la Secretaría de Energía y de INEGI

En relación al tamaño de la planta productiva y al nivel de tecnificación, la división I, única en que se observó entre 1987 y 1993 un incremento en los acervos de capital, también presentó una mayor participación en el costo energético eléctrico. Por su parte, las divisiones V y VII que en el mismo periodo registraron un importante nivel de inversión redujeron su participación en dicho costo 0.6% y 4.0%, respectivamente. Cabe señalar que un factor adicional que puede determinar la tendencia decreciente de la intensidad energética eléctrica es la autoproducción de electricidad, ya que en los

consumos sectoriales reportados en los balances nacionales de energía, este elemento no es cuantificado.

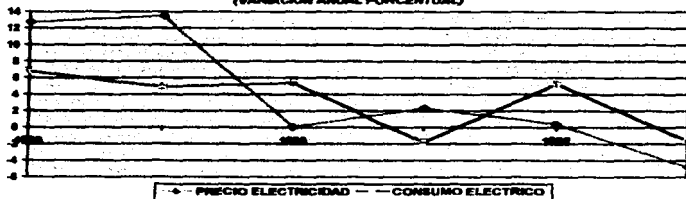
Cuadro 3.5
Costo energético eléctrico por división manufacturera
(participación porcentual)

<i>División</i>	1986	1993
Total	100.0	100.0
I Alimentos, bebidas y tabaco	15.5	18.3
II Textiles, vestido y cuero	9.1	9.6
III Madera y sus productos	1.5	1.5
IV Papel imprenta e industria editorial	7.5	7.8
V Químicos, derivados del petróleo	19.6	19.0
VII Minerales no metálicos	12.2	12.4
VII Industrias metálicas básicas	15.5	11.5
VIII Productos metálicos, maquinaria y equipo	17.8	18.7
IX Otras industrias manufactureras	0.8	1.1

Fuente: Elaborado con Censos Industriales 1986 y 1993.

En materia de precios, no existe una relación tan notoria entre el nivel de estos y el consumo de electricidad, toda vez que independientemente del incremento constante en el precio de la energía eléctrica, el consumo no se precipita sino inicia un proceso de desaceleración. Inclusive en 1993, año en que se reducen los precios, también se reduce el uso de la electricidad.

GRAFICA 3.11
EVOLUCION DEL CONSUMO ELECTRICO MANUFACTURERO Y DEL PRECIO DE LA ELECTRICIDAD
(VARIACION ANUAL PORCENTUAL)

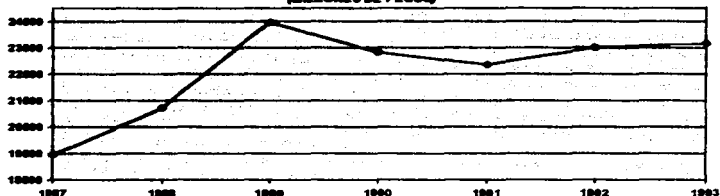


Fuente: Elaborado en base a los Balances Nacionales de Energía de la Secretaría de Energía y a la publicación "Precios internos y externos de los principales energéticos" de C.F.E.

3.2.3 Costos energéticos

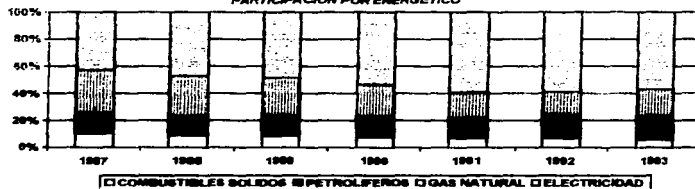
Entendiendo los costos como la multiplicación del consumo de energía por el precio, los costos energéticos de la industria manufacturera pasaron de 18,441.5 millones de pesos en 1987 a 23,653.0 millones de pesos en 1993 (ver *gráfica 3.12*) crecimiento que equivale a una tasa media de crecimiento anual de 3.3%. Por energético los costos de la electricidad y los petrolíferos crecieron a tasas de 8.4% y 5.3%, respectivamente, mientras que los correspondientes a los combustibles sólidos y al gas natural presentaron tasas negativas de 5.6% y 4.3%. Este comportamiento se refleja en modificaciones en la estructura de costos energéticos de la industria manufacturera: Entre en 1987 y 1993 los combustibles sólidos redujeron su participación de 10.3% a 6.0% y el gas natural de 31.8% a 20.0%, en tanto, los petrolíferos incrementaron su participación de 15.0% a 17.0% y la electricidad de 42.7% a 57.0%. (ver *gráfica 3.13*)

GRAFICA 3.12
COSTOS ENERGÉTICOS MANUFACTUREROS
(MILLONES DE PESOS)



Fuente: Costos asociados al consumo de energía del sector industrial en México, C.F.E.

GRAFICA 3.13
COSTOS ENERGÉTICOS MANUFACTUREROS
PARTICIPACION POR ENERGÉTICO



Fuente: Costos asociados al consumo de energía del sector industrial en México, C.F.E.

El comportamiento de los costos por energético y por ende del total esta influido por la evolución de los precios y los consumos. En el caso de la electricidad el incremento tanto en los niveles de consumo, cómo en el precio implicaron un aumento en su costo energético, de igual manera sucede con los petrolíferos pero en menor proporción, en tanto que los costos de los combustibles sólidos descienden como resultado de su menor uso; no obstante del incremento en su precio. Mención aparte requiere el gas natural, cuyos costos se reducen ante un decremento en su precio.

Cuadro 3.10
Evolución del consumo, precios y costo por tipo de energético
(Tasas medias de crecimiento anual)

Energético	Consumo	Precio	Costos
Total de energéticos	0.8%	3.8%	3.3%
Combustibles sólidos	-2.3%	6.1%	-5.6%
Petrolíferos	0.4%	4.7%	5.3%
Gas natural	1.1%	-4.0%	-4.3%
Electricidad	3.1%	6.9%	8.4%

Fuente: Elaborado en base a datos de C.F.E

La importante penetración de la electricidad en el costo total energético, también se aprecia al comparar las participaciones que presentaron durante 1988 y 1993 la energía eléctrica y el resto de combustibles en el costo total energético (ver cuadro 3.11). En primera instancia se observa como la participación del costo eléctrico manufacturero se incrementó de 42.0% a 45.3%. Asimismo sucedió en siete de las nueve divisiones manufactureras. Cabe destacar que únicamente en la división VII *metálicas básicas* se registró un comportamiento inverso, el cual esta vinculado a la contracción productiva que registró la industria del aluminio y a la reconversión de la industria siderúrgica. En tanto, la división IV *papel, imprenta e industria editorial* mantuvo su participación constante. También resalta el hecho que sólo en las divisiones II, IV, VIII y IX la electricidad presenta una participación mayor, es decir, el consumo energético de estas industrias depende sustantivamente de la energía eléctrica.

Cuadro 3.11
Costo energético manufacturero
(participación porcentual)

Total	57.7	42.3	54.2	45.8
I Alimentos, bebidas y tabaco	63.0	37.0	59.6	40.4
II Textiles, vestido y cuero	37.5	62.5	32.8	68.1
III Madera y sus productos	59.9	40.1	54.2	45.8
IV Papel imprenta e industria editorial	44.8	55.3	44.8	55.2
V Químicos, derivados del petróleo	69.8	30.1	66.0	34.0
VI Minerales no metálicos	62.7	37.2	58.3	41.6
VII Industrias metálicas básicas	52.1	47.9	54.4	45.5
VIII Productos metálicos, maquinaria y equipo	40.3	59.7	34.0	66.0
IX Otras industrias manufactureras	44.4	55.6	38.3	61.8

Fuente: Censos Industriales INEGI

Por otra parte, entendiendo el total de costos directos de la Industria manufacturera, como la suma del costo de Insumos (materias primas y auxiliares, envases y empaques, refacciones, partes y accesorios, combustibles y lubricantes, energía eléctrica, pagos de servicios de maquila y otros), más remuneraciones, se observa que en 1993 el costo energético total participó con 3.5%, mientras que el costo eléctrico y del resto de combustibles lo hicieron con el 1.6% y 1.9%, respectivamente

GRÁFICA 3.14
COSTOS DIRECTOS DE LA INDUSTRIA MANUFACTURERA
1993



3.3 Breve análisis por ramas seleccionadas

Las principales ramas intensivas en el uso de energía son las industrias siderúrgica, petroquímica básica, química básica y del cemento que en su conjunto comprenden el 49.9% y 29.9% del consumo y costo energético manufacturero, respectivamente. En conjunto estas ramas participaron en 1993 con 9.4% del PIB manufacturero, un punto porcentual más que en 1987. Todas estas industrias debieron enfrentar a partir de 1987 una fuerte competencia del exterior que les implicó efectuar cambios para mejorar su posición competitiva en los mercados doméstico e internacional.

Cuadro 3.12
Participación en costos y consumo energético

Rama	Costo¹	Consumo²
1. Industrias básicas del hierro y acero (Siderurgia)	10.9	16.8
2. Cemento	7.2	9.3
3. Petroquímica básica	6.6	14.2
4. Química básica	5.2	10.3

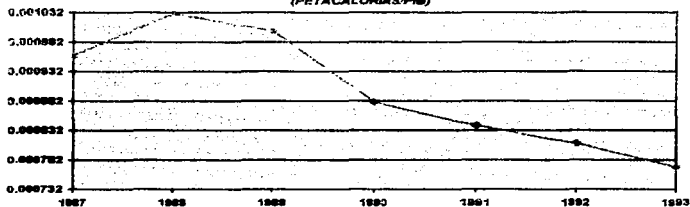
1. Cereca Industrial, INEGI

2. Balances nacionales de energía

3.3.1 Industria siderúrgica

Esta industria constituye la principal demandante de energía en el sector manufacturero. Entre 1987 y 1993 su consumo energético pasó de 45.124 a 45.154 petacalorías, que significó una tasa de crecimiento de 0.01% promedio anual; sin embargo, en 1988 alcanzó un consumo máximo de 51.637 petacalorías, lo cual implicó una reducción real en su uso de energía. Por otra parte, el PIB de la industria siderúrgica registró una tasa media de crecimiento anual de 4.1%, participando en el último año con el 4.6% del producto manufacturero. De acuerdo a estas cifras, es decir, al descenso en el consumo e incremento del producto, podemos afirmar que la industria del acero ha observado un comportamiento eficiente en su consumo de energía. Lo anterior se constata al calcular la intensidad energética de esta industria, la cual después de registrar un repunte en 1988, producto de un incremento en el consumo de energía, inicia una franca tendencia decreciente.

GRAFICA 3.15
INTENSIDAD ENERGETICA EN LA INDUSTRIA SIDERURGICA
(PETA CALORIAS/PHE)



Fuente: Elaborado en base a información de los Balances Nacionales de Energía e INEGI

Es importante señalar que si bien en el periodo de referencia los acervos de capital mostraron una evolución negativa equivalente a una tasa de -7.4% promedio anual, su formación bruta de capital se incrementó sustancialmente en 6.9%, lo cual implicó un proceso de modernización en sus procesos productivos que inclusive modificó las rutas tecnológicas utilizadas, incrementándose la producción vía reducción directa-horno eléctrico en mayor proporción que la obtenida vía alto horno-convertidor de oxígeno y desapareciendo el horno de hogar abierto. Estos cambios tecnológicos implicaron una sustitución en el uso de energéticos, ya que la vía reducción directa-horno eléctrico consume gas natural y electricidad, mientras que la de alto horno-convertidor de oxígeno, así como el horno de hogar abierto consumen coque y combustóleo.

Lo anterior se refleja al calcular el indicador " de penetración", observándose claramente como el coque ha sido sustituido por el gas natural y la electricidad, en participaciones del 64.2% y 30.9%.

Año	Combustibles sólidos	Petrolíferos	Gas natural	Electricidad	Total
1987	37.0	9.7	44.7	8.4	100.0
1993	32.8	9.9	47.4	9.7	100.0
Rt	-4.2	0.2	2.7	1.3	

$$K_j = 4.2$$

Tipo de energía	K_j	K_j	K_j
Petrolíferos	0.2	4.2	4.7
Gas natural	2.7	4.2	64.2
Electricidad	1.3	4.2	30.9

No obstante que el gas natural es el energético preponderante en la industria siderúrgica, este sólo participó en 1993 con el 15.0% de su costo energético total, 9.4% menos que en 1987. Esta reducción en el costo se explica por la disminución de su precio, ya que su uso se intensificó. Por su parte, ante un mayor consumo y precio, la electricidad vió incrementado su aportación en el costo energético total de 23.2% a 27.2%.

GRAFICA 3.16
COSTO ENERGÉTICO EN LA INDUSTRIA SIDERURGICA
1993



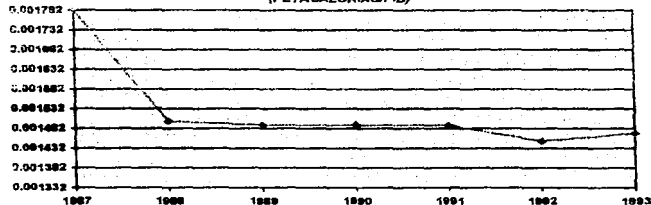
□ PETROLÍFEROS □ GAS NATURAL □ ELECTRICIDAD □ COMBUSTIBLES SÓLIDOS

3.3.2 Industria química básica

En 1993 la industria química básica consumió 29.347 petacalorías 1.002 más que en 1987, lo que equivale a una tasa media de crecimiento anual de 0.58%. En 1987 participó en el consumo energético manufacturero con el 9.7%, mientras que en 1993 lo hizo con el 10.3%. A diferencia de la industria siderúrgica, este sector presenta un comportamiento similar a la industria manufacturera en su conjunto, ya que su uso de energía desciende de 1987 a 1989, para posteriormente presentar un crecimiento constante. En relación a su dinámica productiva, durante el mismo tiempo la industria química crece a una tasa promedio de 3.8%, manteniendo una participación constante en el producto manufacturero de 1.6%.

Como se mencionó, esta industria no registra un descenso real en su consumo de energía, lo cual puede apreciarse en el comportamiento de su intensidad energética. Al igual que en la industria manufacturera, en 1988 hay una caída brusca, que se explica por una reducción importante en el consumo de energía, posteriormente, ante la recuperación en dicho consumo, de 1988 a 1991 se registra una tendencia decreciente muy suave, prácticamente constante. En 1992 se aprecia una ligera contracción en la intensidad energética para de inmediato recuperarse en 1993, producto de una pequeña reducción del PIB y un incremento en el consumo, es decir, de un uso ineficiente.

GRAFICA 3.17
INTENSIDAD ENERGÉTICA EN LA INDUSTRIA QUÍMICA BÁSICA
(PETACALORIAS/PIB)



Fuente: Elaborado en base a información de los Balances Nacionales de Energía (INEG)

Al analizar la estructura energética de esta industria, puede observarse que pasó de ser altamente dependiente de petrolíferos a un importante consumidor de gas natural, complementando su requerimiento de energía con electricidad. Lo anterior queda de manifiesto al observar los niveles de penetración de ambos energéticos.

Año	Gas natural	Petróleo	Carbón	Electricidad	Residual
1987	0	51.1	40.9	7.7	100.0
1993	0	37.5	49.1	13.3	100.0
Ri	0	-13.6	8.2	5.6	

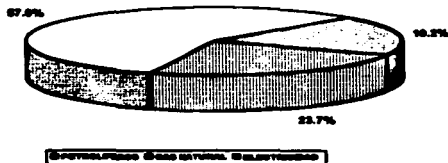
$Kj = 13.6$

Tipo de combustible	1987	1993	1993-87
Gas natural	0	13.6	60.2
Electricidad	0	5.6	41.1

Al igual que en la industria siderúrgica los costos energéticos en esta rama también presentan cambios sustanciales en su estructura. A diferencia de 1987, en

que cada energético participaba con una tercera parte del costo total, en 1993 el costo de la electricidad aporta poco más de la mitad.

GRAFICA 3.18
COSTO ENERGÉTICO EN LA INDUSTRIA QUÍMICA BÁSICA
1993

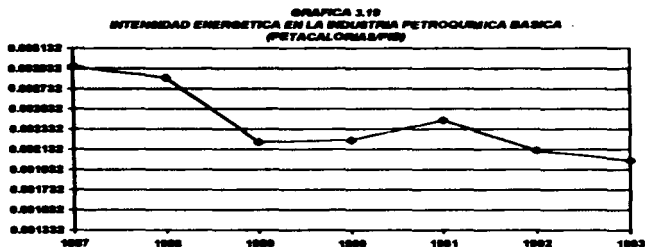


Fuente: Cálculos basados en el consumo de energía del sector industrial de México. C.F.E.

3.3.3 Industria petroquímica básica

De 1987 a 1993, el PIB de la industria petroquímica observó una participación en el producto manufacturero que osciló entre 1.4% y 1.6%. No obstante este nivel de participación constante, esta rama fue la tercer más dinámica, alcanzando una tasa media de crecimiento anual de 6.7%, contrario a lo observado en su consumo de energía que registró una tasa negativa de 0.21%, lo que derivó en que su participación en el consumo energético manufacturero se redujera de 15.0% a 14.2%. En principio se puede inferir un comportamiento eficiente en el uso de la energía, ya que de requerir en 1987 .0029 petacalorías para producir una unidad en 1993 sólo requirió .0020.

Si bien su intensidad energética muestra un comportamiento irregular como resultado de cambios bruscos en el uso de energía, en este caso debe destacarse que a pesar de que en 1993 el PIB de la industria petroquímica presentó una reducción de 6.16% en relación al año inmediato anterior, la intensidad energética mantuvo su tendencia decreciente, toda vez que en el mismo año el nivel de consumo se redujo 10.4%.



Fuente: Elaborado en base a información de los Balances Nacionales de Energía e INEGI

A diferencia de la mayoría de industrias, esta presenta entre 1987 y 1993 un incremento en su consumo de petrolíferos en detrimento del uso de gas natural y electricidad; sin embargo, su dependencia al gas natural prevalece, toda vez que en 1993 el 93.0% de la energía que utilizó esta industria provino de dicho combustible.

Año	Combustibles sólidos	Petrolíferos	Gas natural	Electricidad	Total
1987	0	2.3	96.4	1.3	100.0
1993	0	7.0	93.0	0.0	100.0
PI	0	4.7	-3.4	-1.3	

$K_j = 4.7$

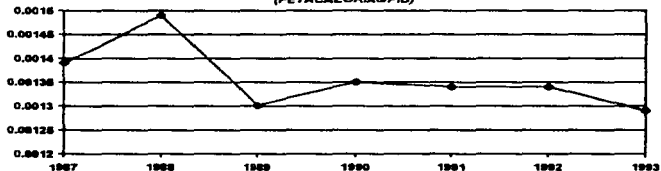
Petrolíferos	4.7	4.7	4.7
--------------	-----	-----	-----

Dada la alta dependencia que tiene la industria petroquímica en el gas natural, este combustible, no obstante su bajo precio, participa notoriamente en los costos energéticos. En 1987 aportó el 93.3% y en 1993 el 95.6%.

3.3.4 Industria del cemento

El consumo de energía de esta industria pasó entre 1987 y 1993 de 23.786 a 26.469 petacalorías, lo que significó una tasa de 1.8% promedio anual, alcanzando una participación en el uso total de energía de la manufactura de 9.3%, 0.6 décimas menos que en 1987. En tanto, su nivel de producto se mantuvo en una tendencia creciente, registrando una tasa media de crecimiento anual de 1.8%; sin embargo, su participación en el PIB manufacturero se mantuvo constante en 1.6%. Al analizar su intensidad energética, al igual que las otras industrias presenta una fuerte reducción en los primeros años, para posteriormente estabilizarse entre .0130 y .0135 petacalorías por unidad de producto.

GRAFICA 3.26
INTENSIDAD ENERGÉTICA EN LA INDUSTRIA DEL CEMENTO
(PETACALORIA/PIB)



Fuente: elaborado en base a información de los Balances Nacionales de Energía - INEGI

Durante el periodo de referencia esta industria ha observado un incremento en el uso del gas natural y de la electricidad, mientras que los petrolíferos aun cuando siguen ocupando un sitio preponderante en la estructura energética registraron una reducción en su participación de 5.7%.

Año	Combustibles sólidos	Petrolíferos	Gas natural	Electricidad	Total
1987	0	82.2	8.0	9.8	100.0
1993	0	76.5	12.3	11.1	100.0
Ri	0	-5.7	4.3	1.3	

$Kj = 5.7$

Tipo de energético	Ri	Kj	Bi (Ru/Kj)*100
Gas natural	4.3	5.7	75.4
Electricidad	1.3	5.7	22.8

Esta industria también refleja un incremento en la participación de la electricidad en los costos energéticos totales, al pasar de 48.5% a 57.2%, mientras tanto los

petroliferos y el gas natural redujeron su porcentaje de 43.5 % a 35.6% y de 7.8% a 7.1%, respectivamente.



CONCLUSIONES

El 90.0% de la energía que se consume en el mundo proviene de combustibles fósiles (petróleo, carbón y gas natural), es decir, de recursos no renovables. El consumo que hoy se haga de ellos limita su existencia en el futuro, lo cual constituye un riesgo para la perpetuidad del hombre. El incremento en el uso de energía "renovable" parece lejano, hoy la energía nuclear e hidroeléctrica sólo alcanzan un 10.0%, y fuentes potenciales como la energía solar y eólica participan marginalmente en la generación de electricidad.

Adicionalmente al carácter no renovable de los combustibles fósiles, su explotación, transporte (un alto porcentaje se mueve) y consumo son una fuerza de deterioro al medio ambiente, toda vez que se afecta el entorno natural donde se producen, en su transportación existe el riesgo de daños ecológicos y su uso genera emisiones de dióxido de azufre, de dióxido de carbono y de óxidos de nitrógeno, todos ellos contaminantes relacionados con el sobrecalentamiento de la tierra.

Bajo este contexto, el creciente consumo de energéticos representa para el hombre un reto no fácil de resolver. Por una parte requiere energía para desarrollar prácticamente todas sus actividades; sin embargo, el uso desmedido de esta constituye una amenaza contra su vida. En el corto plazo no existe la posibilidad de disponer de una fuente alterna no contaminante, por lo que la solución requiere: trabajar al interior de los combustibles fósiles para reducir su efecto nocivo, lo cual implica un mayor uso del gas natural y por ende su rentabilidad económica y, paralelamente, fomentar la reducción

en el uso energético. Es en esta vertiente donde se enmarca el concepto de eficiencia energética global, es decir, reducir consumos para subsistir.

En cualquier industria la energía es un insumo vital, que influye notablemente en su desempeño competitivo, toda vez que incide en la calidad y precio de sus productos. Lo anterior hace indispensable la utilización del energético más rentable a los fines productivos y la maximización en su uso. En este sentido, la reducción en la cantidad de energía consumida y, en lo posible, la sustitución de energéticos constituyen la vía para lograr una eficiencia energética industrial.

Bajo este marco, México enfrenta una posición privilegiada pero también riesgosa, toda vez que dispone de un amplio espectro energético, lo cual por un lado le permite diversificar sus fuentes, pero por otro representa un riesgo de dispendio, tal como se observó a finales de los años setenta y principios de los ochenta durante el boom petrolero.

En las últimas tres décadas México ha observado un incremento constante y sustancial en el consumo de energía, como resultado, en gran medida, de su desarrollo industrial. Entre 1985 y 1993 el consumo final de energía creció a una tasa de 4.8% promedio anual. Durante este periodo el sector más dinámico en el uso de energía fue el transporte, debido a la integración económica del país y al uso ineficiente de sus combustibles. En relación a los energéticos, los que han observado una mayor participación son el gas natural y la electricidad, los cuales representan el energético más barato y caro, respectivamente. El incremento del consumo del gas natural responde a su bajo precio y disponibilidad en el país, pero en los últimos años también

a su característica de ser el combustible menos contaminante. Por su parte, el uso más intenso de la electricidad se relaciona con la alta dependencia que tienen de ella cada vez más procesos productivos.

En México el sector industrial participa con poco más de una tercera parte de la energía consumida. Prácticamente utiliza todos los energéticos, siendo el principal demandante de combustibles sólidos (100.0%), gas natural (80.7) y electricidad (53.5%). De 1965 a 1993 este consumo se incremento de 85.778 a 300.999 petacalorías, siendo el gas natural y la electricidad los energéticos con un mayor crecimiento en su demanda que, a su vez, ha implicado modificaciones en la estructura energética del sector industrial. De depender en 1965 en un 53.3% de petrolíferos y combustibles sólidos, en 1993 lo hace en 59.7% de la energía eléctrica y del gas natural.

En materia de precios, estos muestran un comportamiento estable entre 1965 y 1973, para posteriormente hasta 1982 observar una importante reducción, derivado del descubrimiento de reservas petrolíferas y de la aplicación de una política subsidiaria. De 1982 en adelante se inicia un proceso de ajuste en las tarifas que se intensifica en 1987 con el propósito de cerrar la brecha en relación a los precios internacionales. Este crecimiento en los precios, aunado, al mayor nivel de consumo ha repercutido en un incremento en los costos energéticos.

Al caracterizar la eficiencia energética del sector industrial en el periodo de referencia se identifican 5 etapas: de 1965 a 1973 el consumo de energía crece proporcionalmente en relación al producto y por lo tanto la intensidad energética es

estable; de 1973 a 1978 se observa una aceleración del consumo que genera un ligero incremento en los requerimientos de energía por unidad de producto; de 1978 a 1981 la intensidad energética cae, resultado de un importante crecimiento en el producto en mayor proporción al registrado por el consumo; de 1981 a 1983, se presentan altos niveles de ineficiencia ante la reducción del producto y el uso poco racional de la energía, y de 1983 en adelante la intensidad energética presenta una tendencia decreciente en la que influyó el aumento en el nivel de precios y la apertura comercial.

A partir de 1987 la industria enfrenta un nuevo contexto de desarrollo, caracterizado por la instrumentación de mecanismos de mercado que generan cambios drásticos en su desenvolvimiento y con ello en su patrón energético.

En el caso específico de la industria manufacturera, en 1993 participó con el 29.7% del consumo final de energía, destacando el hecho de que utiliza el 50.0% de la electricidad consumida en el país. Entre 1987 y 1993 la energía eléctrica y el gas natural han incrementado su participación en detrimento del uso de combustibles sólidos y petrolíferos; no obstante, estos últimos continúan siendo el segundo energético más importante para esta industria después del gas natural.

De 1987 a 1993 la intensidad energética manufacturera presentó en términos generales un comportamiento descendente, es decir, en 1993 se produce más con niveles de consumo de energía similares a los existentes en 1987. Esta tendencia se explica por una parte por la dinámica productiva, ya que hasta 1992 el PIB manufacturero mantuvo una tendencia creciente de mayores proporciones que la registrada por el uso energético. Debe destacarse que en esta reducción en la

intensidad energética aparentemente no influyó el cambio en la estructura productiva, ya que las divisiones manufactureras que observaron una caída en su participación en el producto no son intensivas en el consumo de energía. Otros dos factores que intervienen en este comportamiento son el tamaño de la planta productiva y los niveles de inversión, ambos ligados a la apertura comercial. En el primer caso, la planta productiva observa un achicamiento que repercute en el consumo de energía, en el segundo los mayores niveles de competencia propiciaron un proceso heterogéneo de modernización que, se estima, implicó la adopción de tecnologías de menor uso energético. Finalmente, el nivel de precios influye notoriamente en la evolución del consumo de energía y por lo tanto en la intensidad energética eléctrica. En 1987 con la eliminación de los subsidios el incremento en los precios incide en una reducción del consumo, para posteriormente mantener un crecimiento marginal.

Al calcular la intensidad energética eléctrica se observa un comportamiento distinto al que presenta la intensidad energética total y del resto de combustibles, ya que a diferencia de estas el consumo energético no disminuye sino hasta 1991 en que lo hace marginalmente. Esta tendencia a la baja de la intensidad energética eléctrica no se relaciona con el nivel de precio, toda vez que aunque este se incrementó el consumo se redujo. En cambio, si se vincula a la reducción en la participación en el producto manufacturero de industrias intensivas en el uso de electricidad.

En relación a los costos de la energía en la industria manufacturera, entre 1987 y 1993 éstos se incrementaron como resultado del crecimiento del consumo pero, en mayor medida, por el aumento en el precio promedio. Por tipo de energético los costos del gas natural y de los combustibles petrolíferos decrecieron, en el primer caso por su

disminución en el precio y en el segundo por su menor consumo. En tanto, la electricidad y los petrolíferos observaron un crecimiento en sus costos, ya que en ambos casos se incrementó tanto el consumo como el precio, aunque en la energía eléctrica estos aumentos fueron de mayores proporciones. Lo anterior implica que el 57.0% de los costos energéticos recaigan en la electricidad.

REFLEXIONES FINALES

Como resultado de este trabajo se pueden generar una serie de reflexiones e inquietudes acerca de la eficiencia en el uso de energéticos y su significado económico. Aquí considero conveniente señalar, así sea brevemente, algunos elementos de discusión sobre este significado.

A modo de introducción: Un mundo de eficiencias

Actualmente, la eficiencia se plantea como un paradigma social que determina y orienta el actuar del hombre. Debemos ser eficientes en el trabajo, en los estudios, en nuestra economía; exigimos eficiencia en el desempeño de nuestras autoridades, en tanto ellas solicitan técnicos eficientes. Maximizar la producción en la jornada laboral, alcanzar altos niveles de conocimiento o, en su caso, la mejor calificación; lograr las mayores ganancias por nuestras inversiones, son sólo algunos ejemplos del ánimo personal y social por ser "eficientes". Se buscan los "mejores resultados" sin que muchas veces se anteponga el medio. Hoy la eficiencia es la espada de la competencia y en un mundo caracterizado por ésta, no se duda en hacer uso de ella.

No podemos decir que esta eficiencia es o no justificable, toda vez que ello depende del papel que desempeñe el individuo y su efecto social. Por ejemplo: en el caso de una mina de carbón, el propietario requiere un mayor nivel de producción para satisfacer la demanda creciente de este producto y así lograr importantes ganancias. Para ello intensifica el ritmo de trabajo, exigiendo a los mineros ser más eficientes. El individuo justifica plenamente esta medida; sin embargo; ante su efecto nocivo en la

salud de los mineros, no tiene justificación social. Aquí cabe señalar que la eficiencia se consigue cuando una acción beneficia a alguna persona sin perjudicar a otra.¹

La eficiencia energética

La energía no es la excepción, hay que ser eficientes en su uso. Cuando pensamos en el término eficiencia energética en primera instancia lo hacemos en los resultados de actividades específicas en función del consumo de energía. Como son las labores productivas, de servicios, domésticas, entre otras. En el caso de la industria una reducción en el uso de energéticos y combustibles, sin cambio en los precios, repercute en menores costos de producción. En los hogares un menor consumo de energía, también sin cambio en los precios, permite un ahorro económico. No obstante, como se señaló en el capítulo primero la eficiencia energética es un imperativo social que trasciende los espacios micro para convertirse en un requerimiento global. En este sentido, la eficiencia trasciende dos aspectos: social y económico.

Aspecto social

El hombre requiere energía para vivir, pero su consumo excesivo atenta contra su vida. Vaya paradoja. Esta visto que las fuentes alternativas se encuentran en una fase incipiente y la posibilidad de intensificar el uso del gas natural tomará un tiempo no menos considerable. Lo anterior parece indicar que en el mediano plazo la única posibilidad de reducir el daño ambiental generado por el carácter finito y dañino de los combustibles es la eficiencia energética, es decir, reducir consumos. Una opción para

¹ Óptimo de Pareto

ello es la operación de tecnologías limpias, pero si consideramos que estas sólo son una solución parcial, tanto por su costo como por su capacidad de cobertura, ¿que nos queda?

Por una parte, un consenso internacional para que los países reduzcan voluntariamente su uso energético; sin embargo, como se ha visto, los acuerdos signados en esta materia no se han cumplido y difícilmente se cumplirán, toda vez que los combustibles fósiles constituyen un arma de control geopolítico. Por otra, el incremento en los precios internacionales ha demostrado ser un mecanismo efectivo para reducir los niveles de consumo, pero nunca ha tenido como fin un beneficio ambiental, además representa un alto costo para las naciones importadoras que afectaría el desarrollo de la economía mundial. Una opción más, sería reducir voluntariamente el consumo de productos intensivos en energía. En este punto, cabe señalar que si bien una mayor conciencia ecológica ha resultado en la compra de "productos verdes", como el papel reciclado o detergente menos dañinos, mientras no existan bienes sustitutos, difícilmente se limitará su compra. Un ejemplo son los automóviles, adicional a la energía que requiere su armado, debe considerarse la utilizada en la producción del acero, aluminio y polímeros que los integran. En tanto los vehículos emisiones "0" no sean económicamente rentables no se reducirá el consumo de los automóviles tradicionales. Asimismo, una vez más, deben tomarse en cuenta los intereses económicos existentes, en este caso de las grandes corporaciones petroleras y automotrices. Otros elementos se señalan en el cuadro A.1.

Cuadro A.1

Factores que expanden el consumo de energía	Factores que contraen el consumo de energía
Desarrollo de equipos sofisticados	Desarrollo de equipos de menor uso energético
Incremento de la población	
Mayor uso de bienes de alto contenido energético	Limitación en el consumo de bienes con alto contenido energético
Estilo de vida con mayores comodidades	Nivel de vida menos opulento
Crecimiento industrial	Intensificación de las empresas de servicios

Bajo este contexto, en caso de que el uso energético global no reduzca su nivel de aceleración y se confirme la relación entre las emisiones de los combustibles fósiles con el efecto invernadero, debemos esperar soluciones drásticas, como cobrar el costo real de las externalidades negativas de los energéticos.² Actualmente, si una empresa siderúrgica emana gases contaminantes esta generando a la población externalidades negativas (costos externos) por las que no paga ningún precio³. Ahora la pregunta es ¿quién asume este costo? (costo privado o costo social). Por una parte puede ser la misma empresa mediante sanciones que establezca el gobierno; sin embargo, esta medida sólo afecta su margen de operación sin alterar sustancialmente su demanda energética. En cambio si el precio de la energía incorpora el costo ambiental, dicho incremento podría propiciar una reducción en los consumos particulares con una consecuente reducción en el uso de combustibles fósiles, generándose una intensificación en la investigación y uso de fuentes alternativas.

² Se dice que estamos en presencia de externalidades cuando la actividad de una persona repercute sobre el bienestar de otra sin que pueda cobrar o pagar un precio por ello.

³ Por el contrario si una empresa instrumenta medidas al interior de su planta que repercuten en beneficios a la zona esta generando a la población externalidades positivas (beneficios externos) por los que tampoco se requiere pagar un precio. Esto es, quien genera una externalidad negativa no paga y el que produce una externalidad positiva no cobra.

No obstante, lo anterior presenta un alto grado de dificultad, ya que el medio ambiente en su carácter de recurso común⁴ es considerado gratuito, razón de su sobreexplotación. Es decir, el mercado no determina su valor y por ende no tiene precio.

Aspecto microeconómico

A finales de los años setenta y principios de los ochenta, el sector industrial se desarrollaba en una economía cerrada, caracterizada por altas tasas arancelarias y permisos de importación, es decir, se disponía de un mercado cautivo, además el precio de la energía se mantenía subsidiado mediante el esquema de precios diferenciales. Bajo este contexto, y sin considerar el problema ecológico ¿tendría algún sentido para las empresas ser eficientes en el uso de energía? La competencia era inexistente, por lo que la energía no representaba un factor de competitividad ni en términos de costos ni de calidad; el precio muy por abajo del internacional permitía el uso irracional de los combustibles.

A partir de 1987, se intensificó el proceso de apertura comercial y de liberalización económica, modificándose así el marco de desarrollo industrial. En un mercado global el mínimo costo superior a la competencia significa quedar fuera de la misma. Entonces es necesario corregir deficiencias tecnológicas, limitaciones en productividad, mano de obra excesiva, es decir, todo un proceso de reconversión. En el marco de este proceso no escapó la reducción de costos energéticos, lo cual aunado al ajuste de las tarifas en los combustibles obligó a las empresas a reducir sus consumos vía

⁴ Recursos caracterizados por su libertad de acceso, lo cual implica que su uso o disfrute no tiene costo

adquisición de nuevas tecnologías. Lo anterior se ilustra en los capítulos II y III donde se señala como a partir de 1987 se señala cómo a partir de 1987 se acelera la caída en la intensidad energética del sector industrial y manufacturero.

Con base en el comentario anterior ¿se puede concluir que una condición para la eficiencia energética es el libre mercado? La respuesta no puede ser absoluta, en el caso de México las grandes reservas de combustibles influyeron en el dispendio energético. Seguramente en caso de no disponer de éstas, aun cuando no hubiera competencia, el Estado intervendría para regular el consumo de la energía, ya que la importación de combustibles caros afectaría la evolución macroeconómica.

Ahora bien, partiendo de que actualmente la economía mexicana se desenvuelve plenamente en un contexto de competencia global ¿cuál debe ser el papel del Estado en materia de eficiencia energética industrial? ¿limitarse a que los mercados correspondientes a cada industria determinen las condiciones del uso de la energía, fijar precios o intervenir bajo regulaciones específicas?

Como se indicó anteriormente, las inquietudes señaladas son resultado del análisis efectuado en el presente trabajo, y sin duda merecen un estudio amplio que permita obtener elementos más finos para interpretar el sentido de la eficiencia energética en México.

BIBLIOGRAFIA

1. Guzmán M Óscar. "Uso eficiente y conservación de la energía en México", COLMEX. 1985
2. Stamer Thomas "El uso de la energía en la industria mexicana", COLMEX. 1987
3. Faruqi Ahmad "The changing structure of american industry energy use patterns", BATELLE PRESS. 1985
4. Varcoe. "Energy for planet earth", READING FROM SCIENTIFIC AMERICAN. 1991
5. Vargas S. Rosío. "Energía y medio ambiente", UNAM. 1993
6. Gamba R. Julio. "Industrial energy rationalization in developing countries", WORLD BANK. 1986
7. Enkerlin C. Ernesto. "Ciencia ambiental y desarrollo sostenible", THOMSON. 1997
8. Azqueta Oyarzun Diego. "Valoración económica de la calidad ambiental", McGraw-Hill. 1994
9. Porter E. Michael. "Las ventajas competitivas de las naciones", VERGARA. 1991
10. Call y Holahan. "Microeconomía", ED. IBEROAMERICANA. 1983
11. Eastwell John. "The world of economics", W.W NORTHON. 1991
12. Caser I José. "La industria mexicana en el mercado mundial", FCE. 1994
13. Walfridson Bo. "Dynamic models of factor demand", GOTEMBURG UNIVERSITY. 1991
14. Le goff Pierre. "Energetique industrielle", TECHNIQUE ET DOCUMENTATION. 1980
15. Reay A. D. "Industrial energy conservation", INTERNATIONAL RESEARCH AND DEVELOPMENT. 1979.
16. Bueno Campos Eduardo. "Economía y organización industrial", McGraw-Hill. 1994
17. W. Peter F. "Energy Use and the enviroment", LEWIS PUBLISHERS. 1991
18. BP Statistical review of world energy. 1996
19. Costos asociados al consumo de energía en México. C.F.E.. 1995

**20. Costos asociados al consumo de energía en el sector industrial de México. C.F.E.,
1995**

**21. Precios internos y externos de referencia de los principales energéticos. C.F.E.,
1996**