



Posgrado en Economía

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ECONOMIA

DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS DE POSGRADO

**LA COMPETITIVIDAD DE LA INDUSTRIA
PETROQUIMICA EN MEXICO**

**TESIS QUE PARA OBTENER
EL GRADO DE DOCTOR EN ECONOMIA
PRESENTA:**

ALEJANDRO PEREZ GARCIA

DIRECTOR DE TESIS: DR. BENJAMIN GARCIA PAEZ

MEXICO D.F.

2004



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 mis padres
Alejandro y Francisca

Índice

Introducción.	.....	6
Capítulo 1: Marco teórico. La organización industrial, la economía institucional y el desarrollo nacional.		
1.1	La teoría de la organización industrial.	.....17
1.2	La economía institucional.	.....19
1.3	La competitividad industrial y la brecha de desarrollo.	.....21
1.4	La industria petroquímica como opción de especialización estratégica en México.	.....26
1.4.1	Sustitución competitiva de exportaciones y potencialidad exportadora.	.....27
1.4.2	Fortalecimiento de la estructura industrial.	.....30
Capítulo 2: La evolución de la industria petroquímica en México.		
2.1	El inicio de la industria petroquímica en México: La ley petroquímica de 1958.	.....35
2.2	La consolidación de la industria petroquímica 1970-1982.	.....39
2.2.1	El período 1970-1976.	.....39
2.2.2	El período 1976-1982.	.....41
2.2.3	La situación de la petroquímica en 1982.	.....44
2.3	El cambio institucional en la política petroquímica: La modificación a la ley petroquímica de 1958.	.....47
2.4	La evolución de la industria petroquímica en el marco de las reformas de mercado: la política rentista.	.....49
2.4.1	El cambio al marco institucional: Ley reglamentaria del petróleo, en materia petroquímica de Noviembre de 1996.	.....50
2.5	Efectos de la reclasificación de 1996.	.....52
2.5.1	La balanza comercial.	.....53
2.5.2	Indicadores operativos: Capacidad instalada y producción.	.....56
2.5.3	Inversión.	.....58
Capítulo 3: La Competitividad de la industria petroquímica en México.		
3.1	El concepto de competitividad.	.....64
3.2	Indicadores de competitividad.	.....66

3.2.1	Indicador de competitividad comercial: índice de ventaja competitiva revelada.	66
3.2.2	Indicador de eficiencia económica (competitividad de desempeño).	63
3.3	Resultados: índices de competitividad comercial para la industria petroquímica en México.	71
3.4	Resultados: índices de eficiencia económica de la industria petroquímica en México (competitividad desempeño).	78
3.4.1	Variables utilizadas para representar insumos y productos.	79
3.4.2	Obtención de los índices de eficiencia económica para la industria petroquímica en México.	81
3.4.3	Consistencia de las medidas de eficiencia económica obtenidas por métodos de frontera eficiente (AGD).	90

Capítulo 4: Estrategias para la competitividad de la industria petroquímica en México.

4.1	Determinantes de la competitividad de la industria petroquímica en México.	97
4.1.1	Disponibilidad de materia prima.	100
4.1.2	Capital humano.	105
4.1.3	El tamaño y la dinámica del mercado doméstico.	105
4.1.4	Perspectivas de la industria petroquímica global y su impacto en México.	108
4.2	Creación de ventajas competitivas: integración vertical y desarrollo de capacidades tecnológicas.	111
4.2.1	La integración vertical.	111
4.2.1.1	La justificación económica de la integración vertical.	111
4.2.1.2	La integración vertical en la industria petroquímica.	112
4.2.1.3	La integración vertical de la industria petroquímica en México.	115
4.2.1.4	El futuro de la integración vertical de PEMEX.	121
4.3	Desarrollo de capacidades tecnológicas.	126
4.3.1	La innovación tecnológica en la industria petroquímica.	126
4.3.2	La creación de capacidades tecnológicas y el salto en la competitividad.	130
4.3.3	El límite a la competitividad: la dinámica tecnológica en la industria petroquímica en México.	137

Capítulo 5: Conclusiones Generales.

Conclusiones.	146
---------------	-------	-----

Bibliografía.

.....	157
-------	-----

Índice de Anexos

Anexo 1	Análisis Global de Datos (AGD).	.....	170
Anexo 2	Cálculos Económicos.	.....	181
Anexo 3	Base de datos y Cálculos AGD.	.....	185
Anexo 4	Descripción técnica de la Industria Petroquímica.	.....	191

Índice de Figuras.

Figura 1	Cadena productiva de la industria petroquímica	.....	29
Figura 2	Impacto del incremento del precio del petróleo en la petroquímica.	.....	102
Figura 3	Ubicación de los complejos petroquímicos de PEMEX Petroquímica.	.....	116
Figura 4	Innovación y madurez: el ciclo de vida tecnológico.	.....	128

Índice de tablas

Tabla 1	Logros del PNDI 1976-1982.	.....	43
Tabla 2	Cambios a la ley reglamentaria del petróleo, en materia petroquímica.	.....	48
Tabla 3	Balanza comercial petroquímica por ramas 1993-2002.	.....	55
Tabla 4	Evolución del índice de ventaja competitiva comercial 1993-2002.	.....	72
Tabla 5	Índices de EE Industria Petroquímica 1990-2000.	.....	82
Tabla 6	Índices de EE PEMEX Petroquímica 1990-2000.	.....	85
Tabla 7	Índices de EE Petroquímica Privada 1990-2000.	.....	86
Tabla 8	Comparación de los índices de EE petroquímica EUA y México.	.....	88
Tabla 9	Coeficientes de correlación entre el indicador de EE y la TIR.	.....	93
Tabla 10	Obtención de los insumos básicos de la industria petroquímica.	.....	104
Tabla 11	Principales productores de básicos en el mundo.	.....	110
Tabla 12	Las mayores empresas petroquímicas privadas en México.	.....	117
Tabla 13	Petroleum Intelligence Weekly, 10 primeros lugares.	.....	123

Tabla 14	Petroleum Intelligence Weekly, Upstream & Downstream.	124
Tabla 15	Principales empresas por índice de integración y suficiencia.	126
Tabla 16	Características de las especialidades y los productos base.	127
Tabla 17	Patentes otorgadas en EUA a los países 1970-1999.	133
Tabla 18	Tasa de crecimiento del PIB y exportación como porcentaje del PIB por países.	133
Tabla 19	Principales cambios en las actividades de investigación y desarrollo	138
Tabla 20	Principales áreas de oportunidad tecnológicas de PEMEX Petroquímica	143

Índice de gráficas.

Gráfica 1	Balanza comercial de la industria petroquímica en México.	28
Gráfica 2	Proyección de la balanza petroquímica.	30
Gráfica 3	Exportaciones petroleras y no petroleras.	31
Gráfica 4	El petróleo en los ingresos del gobierno, millones de pesos.	32
Gráfica 5	Destino de la producción de crudo en México.	33
Gráfica 6	Capacidad instalada y producción de petroquímicos básicos 1970-1982.	42
Gráfica 7	Producción y consumo aparente: productos petroquímicos básicos 1970-1982.	46
Gráfica 8	PIB total vs. PIB Petroquímica.	53
Gráfica 9	Evolución del comercio exterior de productos petroquímicos.	54
Gráfica 10	IPQ: capacidad instalada.	57
Gráfica 11	IPQ: consumo nacional aparente.	58
Gráfica 12	Inversión en la industria petroquímica.	59
Gráfica 13	Inversión en capacidad instalada.	60
Gráfica 14	Evolución del índice de ventaja competitiva comercial y tipo de cambio.	73
Gráfica 15	Índice de VCC IPQ y sector manufacturero en México 1993-2000.	77
Gráfica 16	Rentabilidad de la industria petroquímica en EUA y Europa 1976-1996.	91
Gráfica 17	Rentabilidad de la industria petroquímica en México y EUA 1990-2000.	92
Gráfica 18	Proyección de la demanda de productos petroquímicos en México.	107
Gráfica 19	Inversión en tecnología en la industria petroquímica de Corea del sur.	135

Introducción

1. Problemática.

Con el derrumbamiento del muro de Berlín en 1989, símbolo material de la división ideológica del mundo, el capitalismo surge triunfante y extiende su influencia a todos los rincones del mundo no sólo como un sistema de producción sino como un proceso civilizador que impone su racionalidad en todos los niveles de las relaciones económicas, políticas, sociales y culturales de los pueblos. México no permanece ajeno a esta nueva etapa del capitalismo y con la puesta en vigor del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN), el primer día de Enero de 1994, se incorpora de lleno a la nueva dinámica capitalista, caracterizada entre otras cosas por una mayor apertura comercial, desregulación financiera y redefinición de las funciones del estado-nación. Un mayor crecimiento económico, creación de empleos y mejora en el nivel de vida de la población fueron las promesas de la integración económica con Estados Unidos y Canadá mediante el TLCAN.

Sin embargo, las asimetrías existentes entre la economía mexicana y la de sus socios dentro del TLCAN impidieron que la inserción a esta nueva dinámica fuera en las condiciones más favorables. Después de diez años de vigencia del TLCAN los resultados han sido contradictorios, por una parte se ha logrado mantener baja la inflación, estimular el crecimiento de las exportaciones y la inversión extranjera directa, pero por otra parte el crecimiento económico es muy bajo, se han incrementado las importaciones a un ritmo que cancela el beneficio de las exportaciones y mantiene un importante déficit comercial, no se han creado empleos y los salarios han perdido su poder adquisitivo, por lo que el nivel de vida de la población se ha deteriorado¹.

¹ Para profundizar al respecto ver: Salinas de Gortari (2004).

En todo caso, el TLCAN no ha sido suficiente por sí mismo para impulsar el crecimiento económico de México, por lo que es imperativo que el país tome decisiones internas que complementen los beneficios y enfrente los retos que ofrece el tratado.

El estancamiento de la economía mexicana no es centralmente consecuencia del tratado de libre comercio o de la falta de instrumentación de las llamadas reformas estructurales: fiscal, energética, laboral, sino de los desaciertos acumulados en el manejo de la estrategia económica, principalmente la encargada de la prosperidad del sector industrial, en especial el exportador ya que dentro de la estrategia económica actual debe de ser el motor del crecimiento nacional.

La ausencia de políticas industriales activas reduce a la actividad industrial casi en su totalidad a operaciones de ensamblaje simple de productos manufacturados, con una pobre absorción de tecnologías modernas y poca generación de valor agregado. Sin duda, la política industrial será un elemento crucial para obtener los beneficios de una incorporación exitosa a la economía global. Japón es el ejemplo más notable del potencial de la política industrial para que una nación alcance elevados niveles de desarrollo y bienestar².

En el largo plazo la capacidad de mantener el crecimiento de la economía, la satisfacción de la demanda de empleo y el aumento en el bienestar de la población, se sustenta en la elaboración e implantación de estrategias que logren el fortalecimiento de los sectores de la economía con mayor capacidad de competir con éxito en los mercados mundiales. Los esfuerzos del gobierno para desarrollar estos sectores industriales son el detonador de un efecto de "gran empuje" que impulsa positivamente el desarrollo e incremento de la productividad de otros sectores y favorece la industrialización de la economía. A lo largo de la historia todos los países que han experimentado un rápido crecimiento de la productividad y logrado elevar los niveles de vida de la población, lo han hecho a través de la industrialización de sus economías, los

² Aoki M., Kim H., Okuno-Fujiwara M. (2000).

ejemplos más recientes son el caso de Japón y posteriormente de Corea durante el siglo XX³.

El estado debe de apoyar a los sectores industriales que permitan reducir las importaciones y que tengan efectos multiplicadores sobre otros sectores industriales, conteniendo de esta manera la tendencia a los desequilibrios comerciales y elevando la capacidad interna de competencia y de abastecimiento de los requerimientos de bienes y servicios. Sin duda una de las prioridades nacionales debe de ser la identificación de los sectores estratégicos de la economía, es decir aquellos que pueden ser los impulsores de la industrialización para la exportación, la sustitución competitiva de importaciones y además tener una fuerte capacidad de arrastre interno de la economía.

En el caso de México, es en el sector de los hidrocarburos donde se encuentran las ventajas comparativas más importantes de la economía. En este sector nació y se ha desarrollado una de las pocas empresas mexicanas de dimensión internacional: Petróleos Mexicanos (PEMEX). Es precisamente por estas ventajas comparativas que hace sentido hacer de México un país en el que se desarrolle el sector de hidrocarburos en beneficio de la economía y del bienestar de la población. Hay que considerar que México es y seguirá siendo un país petrolero, por ello de las decisiones que se tomen en materia de hidrocarburos dependerá en gran medida nuestro futuro.

Hasta hoy la mayor parte del impacto de los hidrocarburos en el desempeño de la economía mexicana se hace visible por sus repercusiones sobre las finanzas públicas y las cuentas externas. Mientras que en el terreno de promoción industrial -- refinación, petroquímica - el avance ha sido muy limitado en los últimos años.

En el terreno de la petroquímica, objeto de este estudio, en la actualidad se enfrentan urgentes necesidades de inversión para poder seguir operando de

³ Murphy M. Kevin et al (1989).

forma eficiente, cumplir con los requerimientos de los clientes y enfrentar la competencia.

Hay que considerar los antecedentes que han puesto a la industria petroquímica en tal situación. Por una parte, el estancamiento de la inversión pública debido a la política de reducción de inversiones por parte de PEMEX en todas las áreas no relacionadas con Exploración y Producción (E&P), y por la otra, las circunstancias que han provocado que la participación de la inversión privada no haya repuntado – fracaso de los esquemas actuales que permiten la participación privada –, lo que ha tenido como consecuencia inmediata que la inversión en petroquímica se haya reducido desde 1982. Teniendo como resultado la contracción de la oferta de productos petroquímicos y un deterioro constante de la balanza comercial petroquímica, a tal grado que hoy México es un importador neto de productos petroquímicos. Lo que afecta de manera negativa el desempeño y competitividad de otras industrias que utilizan los productos petroquímicos como insumos.

Adelantando algunos resultados de la investigación, en lugar de que las ventajas comparativas que la industria petroquímica tiene en México – disponibilidad de hidrocarburos, mano de obra, mercado actual y potencial - se utilicen como base para crear contundentes ventajas competitivas. Estas no se han aprovechado para desarrollar una industria petroquímica moderna, integrada y competitiva, que pueda participar con éxito en los mercados mundiales y que sea un polo de atracción para nuevas inversiones nacionales o extranjeras en otros sectores industriales. Por el contrario se ha venido abriendo una importante brecha entre el potencial competitivo de esta industria y su desempeño real.

2. Hipótesis.

La petroquímica en México tiene el potencial para convertirse en un campo de especialización del país, convirtiendo a México en un productor importante a nivel mundial de productos petroquímicos. Lo que a su vez permitiría el desarrollo de una gran variedad de industrias que utilizan los productos

petroquímicos como materia prima para la fabricación de gran diversidad de mercancías con alto valor agregado y de creciente demanda en los mercados mundiales. De esta manera, la industria petroquímica no sólo tiene una gran importancia económica, sino además estratégica para el desarrollo del país en el mediano y largo plazo.

Es en este sentido que se establece la hipótesis principal en que se centran los esfuerzos de investigación de esta tesis: En el contexto económico actual, la industria petroquímica es una rama de la actividad económica que es factible de llevar a la frontera de la competitividad internacional, pero necesita del diseño e implementación por parte del Estado, de una política activa que facilite los procesos de difusión tecnológica, de creación de capacidades tecnológicas internas y de un modelo de organización vertical de la producción.

Si lo que se busca en México es convertir a la industria petroquímica, e incluso dentro de una visión más amplia a la industria petrolera, en una de las más competitivas del mundo, lo que es necesario es emular a los competidores más importantes del mundo, para lo cual es necesario profundizar la integración vertical y fomentar y acelerar el desarrollo de capacidades tecnológicas internas, que son los rasgos estilizados de la industria petroquímica más competitiva a nivel mundial.

De esta manera, se podrá hacer de los hidrocarburos no sólo un instrumento financiero compensatorio del manejo macroeconómico sino un factor importante dentro de la dinámica de desarrollo de largo plazo de la economía nacional.

3. Objetivos.

Existen algunos trabajos previos en México que abordan el tema de la industria petroquímica, algunos de ellos se enfocan en la evolución de la industria desde su nacimiento (Snoeck 1986), el efecto del período de ajuste y apertura sobre la estructura y estrategias de la industria (Unger 1994, López 1995, Chudnonovsky 1995 y 1997), sobre las fortalezas, debilidades y

competitividad (Clavijo y Máttar 1994, SENER 1997, IMEF 1995), en base al desarrollo de cadenas productivas (Armenta 2001).

En el caso de los trabajos que abordan el aspecto de la competitividad, estos se encuentran muy centrados en la relación existente entre los factores de la producción y la competitividad, poniendo énfasis en el diagnóstico de la situación actual de la industria, pero no abordan las condiciones necesarias para cerrar la brecha de competitividad internacional o lo hacen de manera muy superficial. El último trabajo mencionado (Armenta 2001) aborda la petroquímica desde una perspectiva que ubica al desarrollo de la industria petroquímica como un elemento de gran impulso para el desarrollo de otras ramas industriales y del crecimiento económico nacional, en este sentido el presente trabajo parte de una perspectiva similar pero sin estar enfocado a la identificación de las cadenas petroquímicas que en base a las ventajas comparativas nacionales son más factibles de desarrollar.

A diferencia de estos autores este trabajo hace un análisis de la industria petroquímica en su conjunto y tiene como objetivo central determinar en base a información estadística de flujos comerciales, utilización de factores de la producción y resultados financieros, el nivel de competitividad de la industria petroquímica en México y la brecha existente entre la frontera de competitividad internacional. También se busca identificar los factores que determinan ese nivel de competitividad así como las estrategias necesarias para cerrar la brecha de competitividad internacional. La importancia de estudio del nivel de competitividad de la industria petroquímica en México es importante ya que cualquier propuesta de política para la reactivación, desarrollo e incremento de la competitividad de este sector debe partir de bases realistas acerca de la posición actual de competitividad de la industria y los requerimientos para cerrar la brecha de competitividad internacional.

4. Estructura del trabajo de investigación.

Aunque el período de evaluación que comprende este trabajo es relativamente corto (1990-2000) es importante mencionar que se encuentra cercano al

proceso de apertura de la economía, y por lo tanto manifiesta los rumbos que esta adoptando la industria en materia de competitividad a fin de mantener su posición en el mercado interno y participar en el mercado externo.

El trabajo se encuentra estructurado en cuatro capítulos. En el primer capítulo se plantea la necesidad de modificar la actual estrategia de desarrollo de tal manera que la industrialización sea el motor del crecimiento. Este cambio de estrategia debe de considerar una adecuada selección de los sectores industriales a desarrollar, ya que es necesario que estos sean capaces de mantener los siguientes tres frentes: los mercados de exportación, la sustitución competitiva de importaciones para la articulación de las cadenas productivas internas y el mercado interno, y de esta manera lograr un crecimiento continuo y sostenido del producto interno.

Para abordar esta complejidad en este trabajo además de este primer capítulo en que se presenta un marco teórico por separado, a lo largo de la investigación se presentan los planteamientos adicionales de tipo teórico cuando son necesarios. En este sentido es importante señalar los aportes de la teoría de la organización industrial y economía institucional: los desempeños de economías y agentes requieren interrelacionar los aspectos macro, meso y micro económicos. Ni el mercado, ni la propiedad pública o privada pueden garantizar por si solas el mejor desempeño y eficiencia microeconómica de una industria.

Además en este primer capítulo se plantean los elementos que sustentan que la industria petroquímica se puede convertir en uno de los motores de una nueva estrategia de industrialización que tenga como objetivos la exportación, la sustitución competitiva de importaciones y un fuerte interno de la economía. Con base en que México es una nación rica en reservas de hidrocarburos⁴ y, por tanto gran parte del futuro desarrollo de la nación dependerá de la

⁴ En México, el punto de partida sobre la política petrolera es la existencia de una cantidad significativa de reservas de hidrocarburos recuperables comercialmente. En este sentido es importante conocer el nivel real de reservas y su posibilidad de recuperación, lo que se hace de manera detallada en el capítulo 4. De cualquier forma, México ocupa el séptimo lugar a nivel mundial por nivel de reservas probadas, por lo que se puede considerar que existe un nivel significativo de reservas.

capacidad para procesar industrialmente estos recursos y desarrollar las habilidades tecnológicas e industriales necesarias para suministrar los insumos y equipos necesarios para su procesamiento.

Un desarrollo que no sólo este basado en la extracción de los hidrocarburos, sino en su transformación y en el crecimiento de las actividades industriales y comerciales que se desarrollan a su alrededor. Provocando la creación de complejos industriales o cluster⁵ competitivos, en continuo crecimiento y que sean un poderoso motor del crecimiento de la economía en su conjunto⁶.

En este sentido se ha desarrollado en México, en base a las ventajas comparativas de disponibilidad de hidrocarburos, un complejo industrial petroquímico que ha sido pieza importante en el desarrollo industrial del país. Promover este sector ayudaría al país a crecer a tasas mucho más rápidas y alcanzar más pronto mejores niveles de bienestar para la población.

Dentro de este capítulo se presentan de manera amplia los elementos que hacen de la industria petroquímica, una industria estratégica y de enorme potencial para ser promocionada y ser parte importante de la estrategia de crecimiento de la nación: fortalecimiento de la estructura industrial nacional, incorporación de valor agregado a los hidrocarburos nacionales, sustitución de importaciones y potencialidad exportadora.

En el segundo capítulo se hace un análisis de la evolución y funcionamiento de la industria petroquímica desde su nacimiento hasta el día de hoy. Siempre tomando en consideración las interrelaciones entre los niveles macroeconómicos, macroeconómicos y sectoriales que se establecieron en el desarrollo particular de la IPQ en México. Se trata de identificar cuales fueron los factores que permitieron el desarrollo y buen funcionamiento de la IPQ en el

⁵ Entendiendo por complejo productivo o cluster una concentración sectorial de empresas que desempeñan en las mismas actividades o en actividades estrechamente relacionadas – tanto hacia atrás a los proveedores de insumos y equipos, como hacia delante y hacia los lados, hacia industrias procesadoras y usuarias así como a servicios y actividades estrechamente relacionadas – con importantes economías externas, de aglomeración y especialización y con la posibilidad de llevar a cabo una acción conjunta de búsqueda de eficiencia colectiva.

⁶ Ver Ramos Joseph (1998).

marco de la estrategia de desarrollo basada en la industrialización vía sustitución de importaciones, y como los mismos factores condujeron a su agotamiento y su progresiva inadaptación a las nuevas tendencias nacionales e internacionales. Este análisis hará evidente la necesidad de una renovada política hacia la industria, con nuevas reglas que permitan reformas y reestructuraciones que faciliten la reactivación de la industria.

En la parte final de este segundo capítulo se examinan las tendencias de las principales variables de la industria petroquímica mexicana en la última década, tanto en el contexto macroeconómico – participación en el producto interno, balanza comercial - como microeconómico – capacidad instalada, producción, inversión -. El objetivo es analizar el desempeño general de la industria tanto del sector público como del privado, identificando las principales tendencias.

En el capítulo tercero se determina en base a información estadística de flujos comerciales, utilización de factores de la producción y resultados financieros, el nivel de competitividad de la industria petroquímica en México y la brecha existente entre la frontera de competitividad internacional. Para poder hacer proposiciones acerca del futuro de la industria petroquímica en México es necesario partir un planteamiento estratégico cuyo sustento sea un análisis claro y realista de la situación competitiva actual de esta industria. Con tal propósito, en este capítulo se busca determinar el nivel actual de la competitividad de la industria petroquímica, utilizando dos indicadores de competitividad ampliamente reconocidos. Uno de los indicadores utilizados es el índice de ventaja competitiva comercial. El otro indicador es un índice de eficiencia económica (competitividad) obtenido mediante el uso de un modelo de frontera eficiente aplicado a la industria petroquímica en México.

En este capítulo se explican los índices de competitividad utilizados y se especifican las fuentes de información estadística utilizada para el cálculo de los indicadores. El análisis de los indicadores muestra la competitividad comercial de la industria petroquímica total y por ramas de actividad. Además muestra el nivel de competitividad de la industria petroquímica pública y privada. Para estimar la brecha de competitividad internacional existente se

hace una comparación del nivel de competitividad de la industria petroquímica de Los Estados Unidos con la industria petroquímica en México.

En el cuarto capítulo se identifican y analizan a profundidad los factores que son favorables para la competitividad de la industria petroquímica en México. Además, se identifican los factores que explican la brecha existente entre el nivel de competitividad de la industria petroquímica en México y la industria más competitiva del mundo. Este análisis es pertinente y sirve de base para proponer estrategias adecuadas para poder continuar desarrollando la industria y eventualmente cerrar la brecha de competitividad.

Dentro de este capítulo se dedica un importante apartado a PEMEX Petroquímica debido a la importancia peso que tiene esta empresa en la estructura y desempeño de la industria en su totalidad. En México la industria del petróleo se ha desarrollado teniendo como eje central una empresa pública, Petróleos Mexicanos (PEMEX), con funciones de monopolio principalmente en el sector "aguas abajo" de la industria. Pero en un contexto de mayor apertura de las economías, la orientación hacia la desregulación, apertura total y cesión de las empresas públicas petroleras al sector privado, han ejercido presión sobre PEMEX, y desde luego esta empresa debe cambiar si es que va a continuar siendo una empresa viable. En este sentido considero que una empresa pública petrolera puede seguir siendo viable en una economía abierta y donde el sector privado tiene un papel determinante, bajo ciertas condiciones que se analizan para el caso de PEMEX.

Para finalizar, un último capítulo donde se presentan las principales conclusiones obtenidas a fin de proporcionar algunas recomendaciones que sirvan como base para una política industrial hacia este importante sector.

La investigación se acompaña de un anexo que hace una breve pero completa descripción técnica de la industria petroquímica, los principales procesos y los productos petroquímicos más importantes dentro de la industria.

Hoy, el futuro de la industria petroquímica mexicana se encuentra en juego, el tiempo aún es el adecuado para reorientar la política hacia el sector y promover, no inhibir, el desarrollo de una industria que por sus características y por las ventajas comparativas con que dotó la madre naturaleza a México puede alcanzar elevados niveles de eficiencia y competitividad, y cuyo impacto en las cadenas productivas nacionales permitan a México retornar al camino de la estabilidad y el crecimiento económico en el marco de una economía de mercado y de libre comercio sin comprometer el orgullo y la soberanía nacional.

Quiero agradecer a todos los doctores que han participado en el proceso de elaboración de este trabajo, al Dr. Mariano Bauer, Dr. Sergio Estrada, Dr. Jorge Islas, Dr. Gustavo Rodríguez, Dr. Rafael Pedrero, Dr. Francisco Colmenares, Maestro Carlos Tello y de manera muy especial al Dr. Benjamín García, ya que sin su acertada dirección y paciencia este trabajo no se hubiera podido terminar.

Capítulo 1

Marco teórico: La organización industrial, la economía institucional y el desarrollo nacional.

1.1 La teoría de la organización industrial.

La teoría de la organización industrial se ocupa del comportamiento de las empresas en sus estructuras de mercado. Dentro de este amplio campo de estudio, la teoría de la empresa tiene como objetivo explicar la naturaleza y las limitaciones de la empresa como una institución económica.

Una empresa es una organización que transforma insumos (que son recursos que compra) en productos (productos con valor agregado que vende). La empresa obtiene como ingreso la diferencia entre lo que gasta en insumos y lo que obtiene por la venta de productos⁷. La mayoría de las empresas existen para obtener ingresos por encima de sus gastos, en otras palabras para hacer dinero⁸. Tomando esto en consideración, el supuesto de los modelos económicos es que el objetivo primario de la empresa es la maximización de utilidades. La teoría de la empresa examina como las empresas se organizan para ser lo más eficientes y rentables como sea posible.

El supuesto de competencia perfecta – que es la base de la teoría neoclásica de la empresa – es demasiado simplista para un mundo donde existen los gobiernos, impuestos, tipos de cambio, etc. La afirmación de Ronald Coase que “las empresas existen porque hay costos por utilizar el mercado” ha sido el punto de partida para el estudio de las organizaciones por parte de los economistas⁹. Los intentos por identificar los costos de utilizar el mercado han llevado a importantes desarrollos en la ciencia económica como la economía

⁷ Ver Ronald H. Coase (1937) & Oliver E. Williamson (1991).

⁸ Existen otras empresas que se crean con fines de caridad o que no buscan obtener una utilidad financiera, en este trabajo siempre nos referiremos a las empresas que se crean para obtener una utilidad financiera.

⁹ Coase R. (1937).

de los costos de transacción¹⁰. De acuerdo con Coase, las empresas deben existir porque hay costos por utilizar el Mercado (o el mecanismo de los precios). Coase identificó muchos de estos costos de transacción, como por ejemplo los costos de buscar los precios y de buscar y negociar contratos. Coase creía que las empresas podían evitar estos costos mediante la celebración de contratos de largo plazo con empleados y proveedores. A menor número de contratos firmados en un período dado de tiempo, menores los costos de transacción.

Williamson hizo contribuciones importantes a la teoría de costos de transacción de Coase, al introducir nuevos elementos y engrandecer significativamente el poder explicativo de la teoría. Mientras que Coase había enfatizado los costos ex ante de investigación y negociación de contratos, Williamson se enfocó a los costos de transacción ex post que surgen por la incapacidad de mantener los contratos. Williamson introduce el supuesto de que los agentes económicos son de racionalidad limitada. Por lo que los contratos entre agentes son incompletos (porque los agentes no pueden realizar un contrato que incluya todas las eventuales contingencias). Williamson además introduce el concepto de la especificidad de activos. Un contrato entre dos partes invariablemente crea activos específicos a esa relación contractual que no pueden fácilmente destinarse a otros usos. La diferencia entre el valor inicial de un activo y su costo de recuperación (o su valor en su mejor uso alternativo) fue denominado *quasi-renta*¹¹.

La mejor alternativa para una empresa con *quasi-rentas* considerables es integrarse verticalmente hacia la actividad de su socio, de esta manera mantiene control sobre todos los activos específicos y elimina la amenaza de negociaciones elevación de costos de transferencia por parte de su socio. De acuerdo a la teoría de costos de transacción, la integración vertical puede ser una buena estrategia para empresas que presentan una gran especificidad de activos, para empresas que enfrentan monopolios en los productos que venden o los insumos que utilizan.

¹⁰ Williamson (1975 & 1989).

¹¹ Williamson (1975).

La integración vertical es una característica típica de la industria petroquímica internacional. En los siguientes capítulos se examinará si la estructura organizativa de la industria petroquímica se basa en alguno de estos criterios económicos mencionados y es la más adecuada para la maximización de utilidades, o cuales han sido los criterios con que se ha desarrollado la industria petroquímica en México.

1.2 La economía institucional.

Douglas North comienza el primer capítulo de su libro *Instituciones, cambio institucional y desempeño económico* diciendo "las instituciones son las reglas del juego en una sociedad, o más formalmente, son las restricciones que dan forma a las interacciones humanas"¹². Para North las instituciones realizan un conjunto de actividades que reducen la incertidumbre, introducen estabilidad en la vida cotidiana, determinan la estructura de los incentivos dentro de una sociedad, diseminan la información y ayudan a los individuos a formular alternativas y tomar decisiones. Se hace necesario observar a las instituciones a través del tiempo, porque su cambio explica como evolucionan las sociedades. North, hace un énfasis especial en la dirección del cambio institucional, el cual depende de las interrelaciones entre las instituciones y las organizaciones.

Las instituciones también se caracterizan en términos de constricciones formales e informales. Las primeras son reglas bien definidas como: constituciones, leyes, derechos de propiedad, en particular estas incluyen reglas políticas y judiciales, reglas económicas y contratos. Las últimas son convenciones, códigos de conducta, normas de comportamiento, las cuales evolucionan de manera diferente en las distintas sociedades. En general, las constricciones formales e informales demuestran una dicotomía distintiva, las constricciones formales son creadas, escritas e intencionales, mientras que las constricciones informales son normas no escritas que se van evolucionando y adaptándose en el tiempo¹³.

¹² North Douglas (1990).

¹³ Ibid (1990).

El entorno institucional proporciona las reglas de tipo social, político o legal que orientan los procesos y las actividades económicas hacia el crecimiento, estancamiento o la declinación. Las estructuras institucionales bien desarrolladas constituyen una condición para la optimización de los resultados en los diferentes ámbitos de la economía: macro, meso y micro.

La orientación del desarrollo económico y sus resultados dependen del comportamiento de las organizaciones¹⁴. El desarrollo puede existir cuando las organizaciones son eficaces en entornos institucionales adecuados y bien desarrollados. Las instituciones pueden ser ineficaces y no permitir necesariamente la realización de comportamientos óptimos de parte de las organizaciones y de los agentes económicos. Pueden también ser dañinos a ese desarrollo.

En este trabajo tomando en consideración lo que precede se examina la construcción y desarrollo de la industria petroquímica en México en torno a lo siguiente:

1. La nacionalización de la industria petrolera en 1938, que en otras palabras es el reconocimiento de los derechos de propiedad de la nación sobre los recursos de hidrocarburos, así como los papeles respectivos del Estado y de los agentes económicos privados, nacionales y extranjeros para la industria petrolera y el resto de la economía. Permitió al Estado mexicano determinar el proceso de cambio institucional que enmarcó la actividad económica y el crecimiento sostenido durante los años siguientes.
2. Después de la nacionalización, la creación de una entidad pública que se convertiría en un monopolio de Estado sobre el total de la industria petrolera.
3. Además de la justificación económica (los factores que conducen a la concentración e integración vertical en la industria petrolera) fue determinante la racionalidad política para la conformación del monopolio

¹⁴ Douglas North (1994).

de Estado. Ya que en las condiciones en que nace la industria petrolera nacional (falta de recursos financieros y tecnológicos y la hostilidad internacional) la única manera de asegurar la viabilidad de la industria era a través de un fuerte apoyo estatal. Como consecuencia, la industria petrolera se convirtió en un instrumento más de la política gubernamental y subordinada a los objetivos del Estado.

4. El conjunto de ese dispositivo que combinaba los ámbitos macro, sectorial y de la empresa pública petrolera, sentó las bases para el crecimiento sostenido durante varias décadas.
5. La actual estructura de la industria petroquímica en México se construyó y desarrolló en el marco de un sistema que reposaba en una fuerte dominación en lo político. De esta forma el desarrollo de una industria petrolera integrada que encontraba su justificación más allá de criterios económicos y técnicos, en elementos clientelistas y corporativistas que caracterizaban el conjunto de la presencia del Estado en la economía.
6. El agotamiento del modelo de desarrollo basado en la sustitución de importaciones, la crisis y las reformas de mercado que le precedieron, cuestionan la viabilidad de la estructura actual de la industria petroquímica. Analizar estos cambios es indispensable para entender cuales son las transformaciones necesarias en la industria petroquímica y petrolera en lo general para garantizar su viabilidad y desarrollo en el corto y largo plazo.

1.3 La competitividad industrial y la brecha de desarrollo.

En los últimos dos siglos todos los países que han logrado un acelerado crecimiento de la productividad y de los niveles de vida de la población lo han hecho a través de la industrialización. Los países que han logrado una industrialización exitosa, ya sea Inglaterra en el siglo XVIII o Japón y Corea en el último siglo, son los que han alcanzado un alto grado de desarrollo económico. En los últimos cincuenta años a través de la industrialización algunos países del sudeste asiático, han dejado atrás a otros países que comenzaron en una situación comparativamente superior; Un caso muy ilustrativo es el de México que en el año de 1950 tenía un ingreso per cápita de

2,085 dólares mientras que el ingreso per cápita en Taiwán, Corea del Sur y Tailandia era de 922, 876 y 848 dólares respectivamente (a precios de 1990). Años después la situación se invierte notoriamente ya que en 1995 México apenas alcanza un ingreso per cápita de 5,093 dólares, mientras que Taiwán, Corea del Sur y Tailandia logran un ingreso per cápita de 13,028, 11,868 y 6,491 en el mismo período¹⁵. A pesar de estas evidentes ganancias derivadas de la industrialización y del éxito que algunos países han tenido para lograr la industrialización, muchos países permanecen sin industrializarse y con bajos niveles de vida¹⁶.

Se ha encontrado que los factores que explican la rápida y exitosa industrialización en los países del sudeste asiático son los siguientes: un Estado fuerte y activo, grandes grupos industriales, abundante mano de obra educada¹⁷. El papel del Estado, sin duda, es el que más atención ha captado y es aceptado que a lo largo de toda la historia moderna, Los Estados siempre han intervenido para acelerar la actividad económica¹⁸. Para poder cerrar la brecha de desarrollo en el siglo XXI se requieren incluso una mejor participación del Estado para poder cerrar la brecha del desarrollo siendo que esta es relativamente mayor que en el pasado. El Estado para poder mantener el crecimiento de la economía, niveles de desempleo socialmente aceptables y un aumento en el bienestar de la población, debe de elaborar e implementar estrategias cuyo objetivo sea el fortalecimiento de los sectores de la economía que tienen mayor capacidad de competir con éxito en los mercados mundiales. Ya que no todos los sectores de la economía son iguales, el crecimiento del producto interno esta naturalmente ligado con la tasa de expansión del sector que detenta las características más favorables para el crecimiento. Los esfuerzos del gobierno para desarrollar estos sectores industriales son el detonador de un efecto de "gran empuje" que impulsa positivamente el

¹⁵ Ibarra David (2001).

¹⁶ Murphy M. Kevin et al (1989).

¹⁷ Amsden (1989), World Bank (1993).

¹⁸ En la primera revolución industrial, el gobierno británico intervino para mantener la ley y el orden y asegurar que las capacidades tecnológicas no se fueran a otros países. En la segunda revolución industrial en Alemania y Los Estados Unidos, la intervención gubernamental fue necesaria no sólo para la industrialización sino para lograr cerrar la brecha de desarrollo. Ver Amsden (1989).

desarrollo e incremento de la productividad de otros sectores y favorece la industrialización de la economía¹⁹.

Kaldor fue de los primeros en abordar de manera seria este problema, en muchos de sus trabajos argumentó que es imposible entender el proceso de crecimiento y desarrollo sin tener un enfoque sectorial que distinga entre actividades con rendimientos crecientes por un lado (que Kaldor asocia con la industria) y actividades con rendimientos decrecientes (asociados por Kaldor con la agricultura)²⁰. Existe en la literatura económica una gran cantidad de evidencia histórica y empírica que sugiere que hay algo especial acerca de la actividad industrial. Parece que existe en los países una asociación cercana entre el nivel de ingreso per cápita y el grado de industrialización, y que también existe una asociación cercana entre el crecimiento del Producto (PIB) y el crecimiento de la industria manufacturera²¹.

Las nuevas condiciones de México, la estabilización y la apertura de la economía, son aceptables y necesarias, más no suficientes para lograr un desarrollo de largo plazo, que requiere de respuestas de crecimiento y de una nueva especialización del país. El desafío es el mismo del pasado, pero las condiciones internacionales y domésticas tienen una historia y un punto de partida diferente, México ya no es una economía cerrada, sino que se ha transformado en una economía abierta que participa de la nueva dinámica de integración de bloques (en el caso particular de México el TLCAN) y globalización.

A partir de esta historia, México tiene el reto de pasar a cadenas de mayor valor agregado, superando sus limitaciones y potenciando sus capacidades acumuladas. Para esto es necesario replantear la necesidad de desarrollar una estrategia competitiva, que cuente con una articulada política industrial, para fortalecer una nueva especialización del país en un escenario muy distinto al

¹⁹ Ibid (1989).

²⁰ Targetti & Thirlwall (1989).

²¹ Una buena parte de esta literatura económica se encuentra en Thirlwall (2002).

del pasado. Los requerimientos de políticas industriales, para una economía abierta y con la urgente necesidad de echar a andar el motor del sistema económico, son muy distintos a los de la etapa de sustitución de importaciones, ya que en esencia la realidad es más compleja. Para mantener un nivel de crecimiento aceptable y sostenido de la economía es necesario modificar la estrategia de tal manera que la industrialización sea el motor del crecimiento. Teniendo como objetivos una mejor integración a los mercados globales y una mayor articulación productiva interna²². Este cambio de estrategia debe considerar mantener los siguientes tres frentes: los mercados de exportación, la sustitución competitiva de importaciones para la articulación de las cadenas productivas internas y el mercado interno, con el objetivo de mantener un crecimiento continuo y sostenido del producto interno.

El sendero del desarrollo industrial y la consecución de los objetivos estratégicos perseguidos dependerán de la capacidad y creatividad gubernamental para diseñar e implementar las acciones que mejor se adecuen al comportamiento de los agentes económicos. El diseño, formulación e implementación de políticas gubernamentales activas, explícitas y transparentes así como su inscripción en una concepción estratégica de largo plazo, demanda coordinación entre los organismos públicos y articulación con las políticas de corto plazo²³.

La consistencia del marco macroeconómico es la condición para la implementación de la política industrial, en particular debe destacarse la necesidad de que estas políticas sean: explícitas y activas. Asimismo se deben privilegiar todas aquellas acciones que tengan mayores efectos propulsores y difusores de externalidades positivas sobre la economía en su conjunto. En este último punto, la consolidación de la infraestructura y el mejoramiento del capital humano son dos de los aspectos sin duda más relevantes²⁴.

Para que la ayuda del gobierno a las industrias se vea reflejada en el bienestar nacional debe haber una adecuada selección de industrias – aquellas que

²² Murphy M. Kevin (1989).

²³ Kosacoff B., Ramos A.(1999).

²⁴ French Davis R. (1999) & Teubal M. (1990).

tengan mayores posibilidades de desarrollo y mayor impacto en el conjunto de la economía - y desde luego una eficiente implementación de las políticas de apoyo. Aunque siempre hay que tener en consideración que la política industrial es tan sólo un factor más de los que depende el éxito competitivo de una industria. El factor de mayor peso sin duda, es la capacidad de las propias empresas para aprovechar las ventajas comparativas y los beneficios derivados de la política industrial para lograr adecuados niveles de rentabilidad y aumentar y mantener su competitividad a largo plazo²⁵.

Sin duda una de las prioridades nacionales debe de ser la identificación de los sectores estratégicos de la economía, es decir aquellos que pueden ser los impulsores de la industrialización para la exportación, la sustitución competitiva de importaciones y además tener una fuerte capacidad de arrastre interno de la economía. Además para poder alcanzar los niveles de crecimiento es necesario tener un compromiso firme por parte de todos los actores institucionales, lo que permitirá la coordinación necesaria para promover en el largo plazo el desarrollo y consolidación de estos sectores estratégicos. Y así convertirlos en ejes del desarrollo industrial nacional. No lograr estos compromisos, más temprano que tarde, comprometerá la capacidad nacional para participar de los beneficios de la globalización.

En México, uno de los sectores industriales que tiene todas estas posibilidades es sin duda el sector de los hidrocarburos. Dentro de este sector, la petroquímica tiene enorme potencial de desarrollo debido a la enorme penetración que tienen los productos petroquímicos en todas las actividades de la sociedad moderna. Una de las hipótesis de este estudio sostiene que la industria petroquímica es una industria estratégica y con el potencial para alcanzar elevados niveles de competitividad y convertirse en un campo de especialización nacional. A continuación se demostrarán estos argumentos.

²⁵ Cabe destacar el hecho de que la política gubernamental no controla la competitividad de las empresas y sectores de la economía, únicamente puede influenciar en ella, por lo que es necesaria una serie de transformaciones microeconómicas principalmente en las áreas de organización y gestión empresarial, incorporación de nuevas tecnologías, sistemas de información, etc. para que la nación pueda recuperar la competitividad con respecto a los países de su entorno.

1.4 La industria petroquímica como opción de especialización estratégica en México.

La permanencia y el éxito en los mercados regional y mundial son más factibles si se sabe escoger un blanco apropiado y realista hacia el cual apuntar el esfuerzo realizado por las empresas. En realidad, mientras más expuesta se encuentra una economía a la competencia, más necesita concentrarse en el aprovechamiento y fortalecimiento de sus ventajas competitivas específicas. Concentrar esfuerzos en una industria o segmento de mercado fomenta la acumulación de experiencia y conocimiento en un área específica en términos de productos o procesos, además que facilita la innovación.

La concentración estratégica en escalas regional o nacional favorece a todas las empresas participantes. Cada empresa, al especializarse en un terreno específico, dentro de un área de consenso estratégico, está conciente que el apoyo técnico, de insumos y servicios con calidad es perdurable y creciente. Más aún, la capacidad de atraer inversión extranjera o de formar alianzas globalizadas puede depender de si se ha logrado una acumulación de conocimiento y experiencia en un área específica y de si hay capacidad para seguir aumentándola²⁶.

En muchas regiones y países la búsqueda de las áreas más adecuadas para la especialización estratégica revela que la dotación de recursos naturales puede ser un punto de partida muy eficaz para la construcción de ventajas competitivas dinámicas²⁷. Los recursos naturales por ellos mismos no aseguran el desarrollo pero si ofrecen una importante ventaja comparativa que los países deben de aprovechar. Los países que tienen una importante dotación de recursos naturales y que han alcanzado en la actualidad un alto grado de desarrollo, son aquellos que han sido capaces de transitar exitosamente de obtener rentas basadas en sus recursos naturales a rentas basadas en la alta productividad de las actividades de transformación de dichos recursos²⁸. Es

²⁶ Porter Michael (1990).

²⁷ Pérez Carlota (1996).

²⁸ Hay una extensa literatura que trata la relación entre la dotación de recursos naturales y el desarrollo, entre las que destacan: Roemer, M. (1979), Lewis, S. (1989), Londero, E. y Teitel (1996), Baldwin, R.E. (1963).

decir, un tipo de desarrollo que no sólo está basado en la extracción de los recursos naturales sino en el uso de esos recursos y las actividades que se desarrollan alrededor de estos para crear complejos industriales o cluster competitivos, en continuo crecimiento y que sean un motor del crecimiento de la economía en su conjunto²⁹.

México es una nación rica en recursos naturales y por tanto gran parte de nuestro futuro desarrollo dependerá de nuestra capacidad para procesar industrialmente estos recursos, desarrollar las habilidades tecnológicas y capacidades industriales necesarias para proveer los suministros y equipos necesarios su procesamiento. En este sentido, en México debido a las ventajas comparativas en disponibilidad de hidrocarburos, se ha desarrollado un complejo industrial petroquímico que ha sido importante en la industrialización y desarrollo del país. Ahora bien, ciertamente México es un país con una buena dotación de recursos naturales, entre ellos considerables reservas de hidrocarburos³⁰, por lo que hace sentido que un área de especialización del país sea una actividad de transformación de los hidrocarburos, como la petroquímica. Pero también es necesario demostrar que la industria petroquímica en México puede ser una parte importante dentro de la estrategia de desarrollo y crecimiento de la nación. Para ello es necesario comprobar que la industria petroquímica tiene potencial exportador y de sustitución competitiva de importaciones, además de la capacidad para fortalecer la estructura industrial nacional a través de la formación de conglomerados industriales competitivos que puedan convertirse en un motor de la economía.

1.4.1 Sustitución competitiva de importaciones y Potencialidad exportadora.

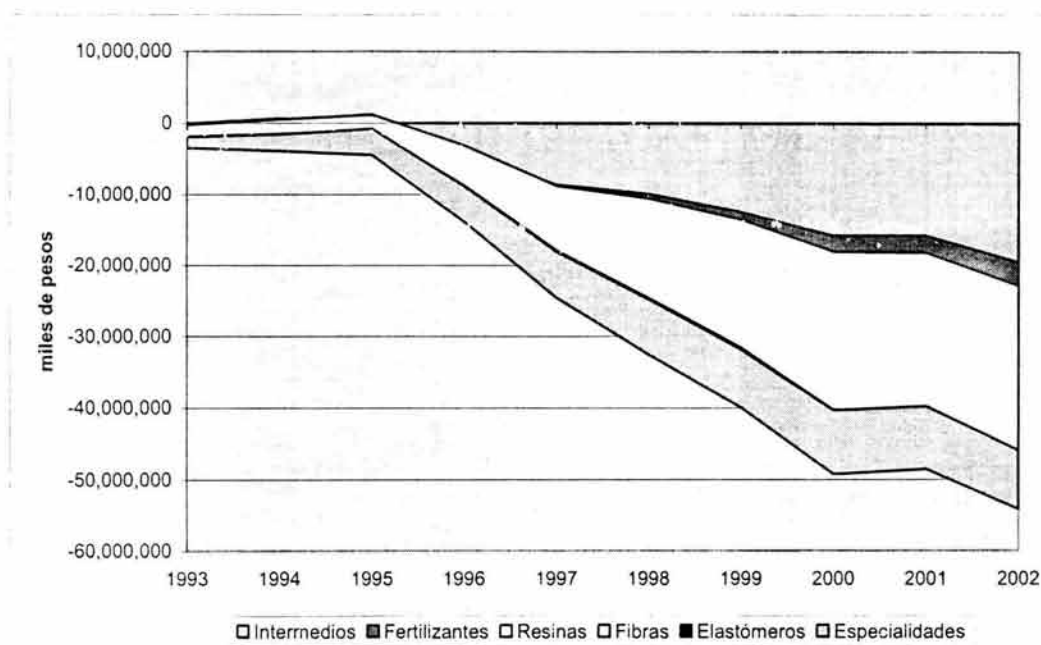
A pesar de que desde su nacimiento la búsqueda de autosuficiencia en productos petroquímicos e incluso la generación de excedentes para la

²⁹ Ver Ramos Joseph (1998).

³⁰ Aunque al hablar de petróleo necesariamente estamos hablando de un recurso escaso y no renovable, en el caso de México considero apropiado hablar de abundantes reservas de hidrocarburos ya que en términos relativos a nivel mundial México ocupa el treceavo lugar en reservas probadas de petróleo crudo y el vigésimo noveno lugar en reservas probadas de gas natural. Fuente: Anuario Estadístico de PEMEX 2003.

exportación eran objetivos importantes de la industria petroquímica³¹, desde hace más de una década México es un importador neto de productos petroquímicos³². El déficit en la balanza comercial petroquímica, en términos de valor, se ha multiplicado por más de diez veces en los últimos diez años, hasta alcanzar un valor en el año 2002 de poco más de 54,000 millones de pesos (ver gráfica 1). Es decir, el cuarenta por ciento del valor de los ingresos por exportación de crudo en el último mismo año.

Gráfica 1
Balanza Comercial de la Industria Petroquímica en México.



Fuente: Elaboración propia con datos del Anuario estadístico Petroquímica, Secretaría de Energía, varios años.

Del total del déficit de la balanza comercial el 86% corresponde a productos intermedios y resinas sintéticas que se producen en México y además el 40% de ellos son producidos exclusivamente por PEMEX Petroquímica como el etileno, propileno, BTX (benceno, tolueno, xileno) que como se puede apreciar en la figura 1 son los insumos básicos para prácticamente el total de los sucesivos procesos de producción de petroquímicos.

³¹ García Paez Benjamin (1989).

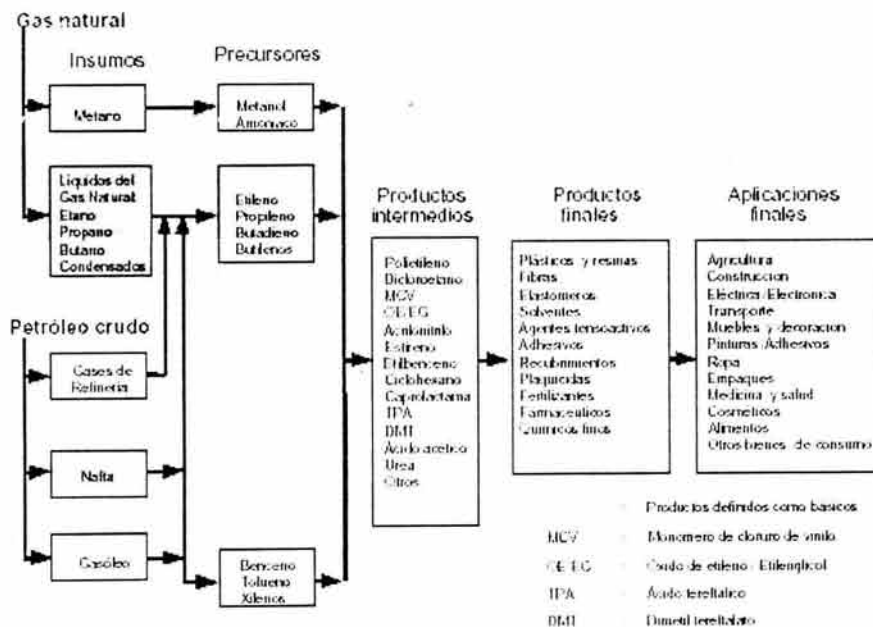
³² En el capítulo siguiente se presenta un análisis detallado de las causas del deterioro constante de la balanza petroquímica.

Estos productos ya se producen o se han producido en México, son productos maduros cuya tecnología de producción es accesible y cuya estrategia de comercialización depende de los costos de los insumos por lo que la disponibilidad de reservas representa una ventaja de facto muy importante. El control de PEMEX Petroquímica sobre la producción de los petroquímicos básicos y gran parte de los intermedios, se traduce en que la reactivación de esta industria esta ligada a la decisión de esta empresa pública a destinar recursos para ampliar la capacidad de producción de dichos productos.

Figura 1

Cadena productiva de la industria petroquímica.

Insumos Petroquímicos, Intermedios y de Consumo Final



Fuente: Secretaría de Energía, 2003.

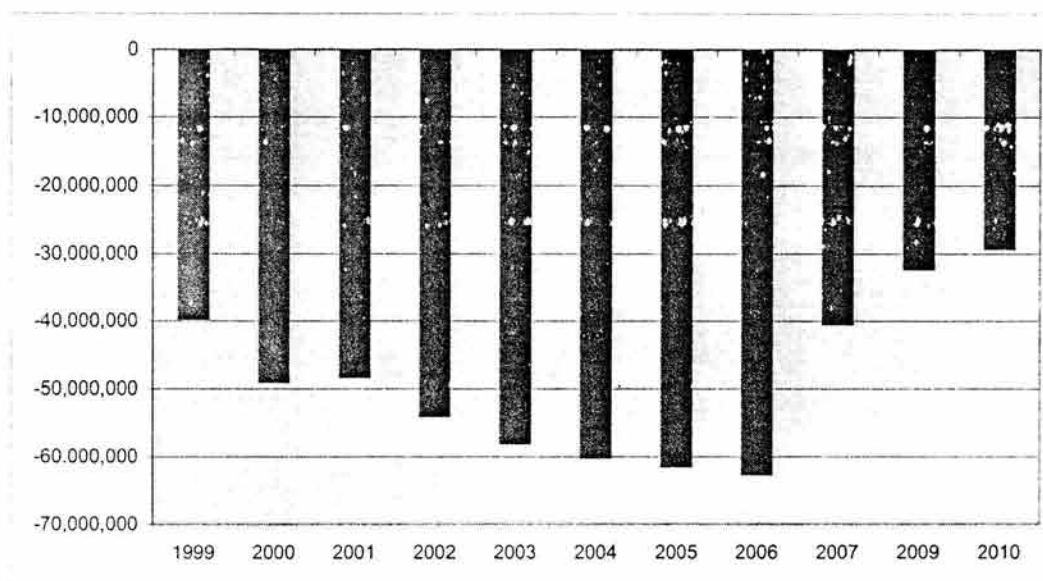
De tomarse esa decisión, en aproximadamente cuatro años que es el tiempo que tarda la construcción y arranque de este tipo de plantas, se empezaría a revertir el déficit de la balanza comercial petroquímica³³. La gráfica 2 muestra una proyección de la manera en que se puede ir revertiendo la tendencia

³³ En ese sentido es la intención de la actual administración de PEMEX de llevar a cabo el proyecto Fénix que involucra la participación de la iniciativa privada y una fuerte inversión para construir dos complejos petroquímicos para producir etileno y aromáticos (BTX).

negativa de la balanza comercial conforme vayan entrando en operación nuevas plantas.

De esta manera no sólo el déficit tendería a desaparecer sino que además se tendría capacidad de generar excedentes para exportación en algunos productos donde la producción nacional tuviera ventajas competitivas³⁴. En otras palabras, la industria petroquímica tiene la capacidad de sustituir competitivamente importaciones y de generar excedentes para exportación.

Gráfica 2
Proyección de la balanza petroquímica.



Fuente: Elaboración propia con datos del Anuario estadístico Petroquímica, Secretaría de Energía, varios años.

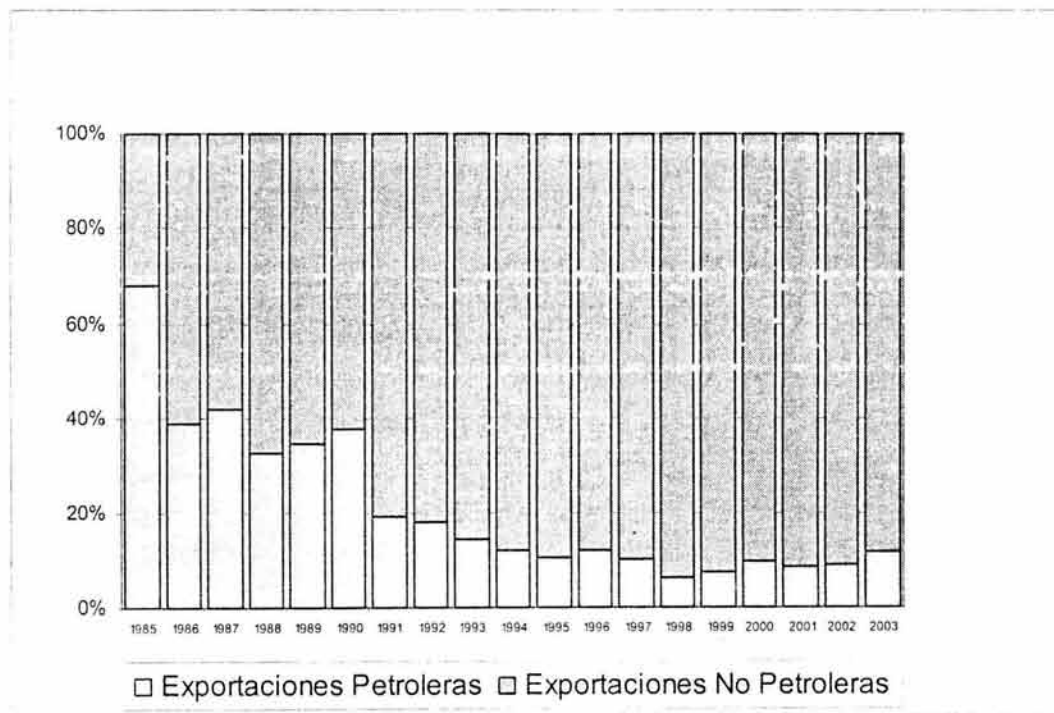
1.4.2 Fortalecimiento de la estructura industrial.

Desde que se reanudaron las ventas de petróleo crudo al exterior a finales de 1974, el petróleo se convirtió en el principal producto de exportación de México y por lo tanto la principal fuente generadora de divisas. Y aunque la diversificación e incremento de las exportaciones mexicanas de los últimos años ha logrado disminuir la participación del petróleo en las exportaciones

³⁴ Adelantando algunas conclusiones de este trabajo, la cadena de productos derivada del etileno, fibras químicas y algunas resinas sintéticas, es la que resulta ser la más competitiva y la que puede generar excedentes para la exportación.

totales nacionales, desde un máximo del 72% del total a principios de la década de los ochenta hasta alrededor del 10% del total en los últimos años, el petróleo continúa ocupando un importante lugar como producto de exportación (Ver gráfica 3).

Gráfica 3
Exportaciones petroleras y no petroleras.



Fuente: Elaboración propia con datos del Banco de información económica INEGI.

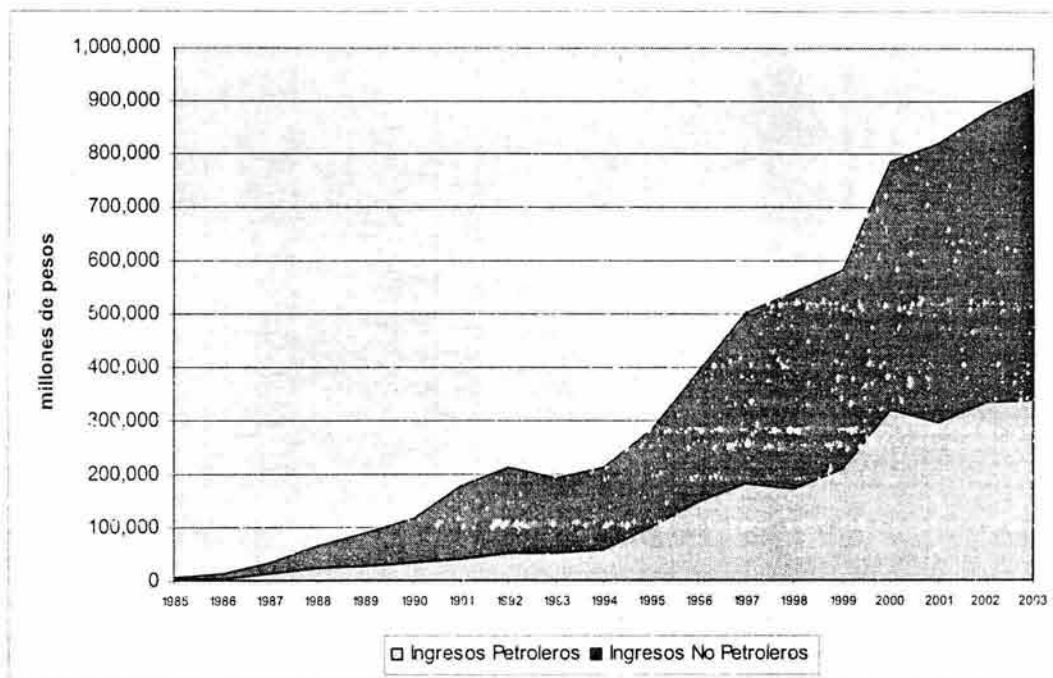
Si bien ha disminuido la participación del petróleo en las exportaciones totales, es en las finanzas públicas donde su participación es determinante ante la incapacidad de la hacienda pública de diversificar su fuente de ingresos en las últimas dos décadas³⁵. Los ingresos petroleros representan a la hacienda pública la tercera parte de su ingreso total (ver gráfica 4). Sin embargo, es posible todavía obtener un mayor beneficio del petróleo si en lugar de sólo extraerlo y comercializarlo como materia prima, se transforma en productos

³⁵ Esta dependencia de las finanzas públicas del petróleo sin duda ha afectado el desarrollo de la industria, ya que pone un límite a la empresa pública para disponer de sus ingresos para financiar su crecimiento, este punto se abordará más profundamente en el siguiente capítulo.

petroquímicos y se utiliza para fabricar una amplia gama de productos de mayor valor agregado.

Gráfica 4

El petróleo en los ingresos del Gobierno, millones de pesos.



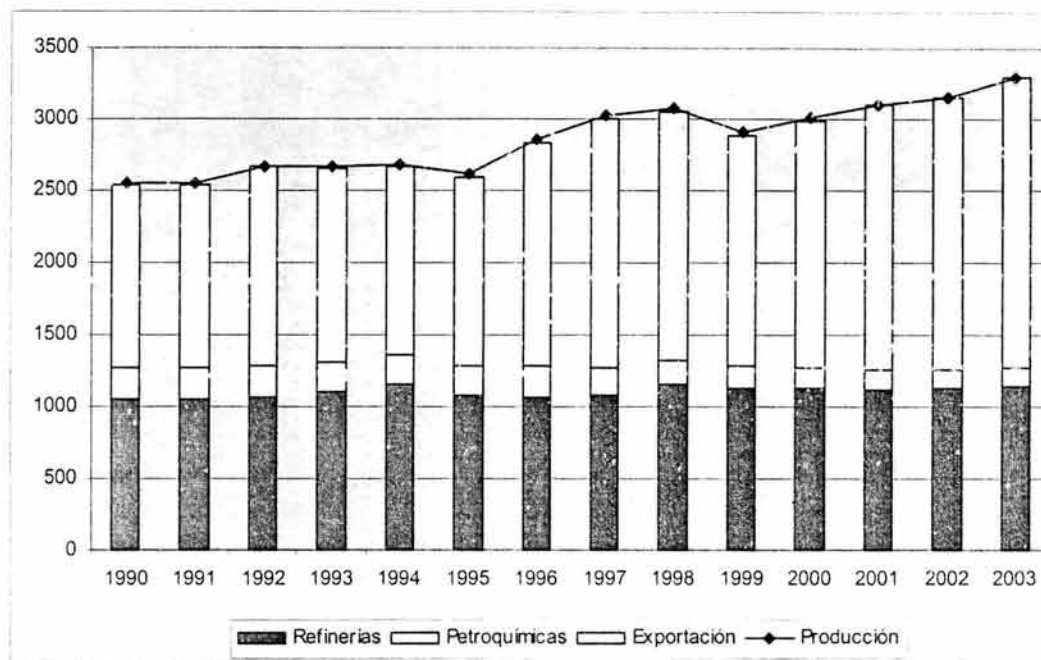
Fuente: Elaboración propia con datos del Anuario estadístico de PEMEX varios años.

La industria petroquímica transforma el petróleo y gas natural a través de procesos y reacciones químicas en varios miles de productos químicos intermedios, los cuales como se ha visto en el cuadro se convierten posteriormente en productos de consumo final. Es importante mencionar que el valor agregado en cada etapa de este proceso hasta el producto final multiplica varias veces el valor de las materias primas utilizadas (petróleo y gas natural).

Para dar una idea del potencial de ingresos que se está desperdiciando al no procesar el petróleo, se puede considerar lo siguiente: aunque el precio del barril de petróleo tiene fluctuaciones con el tiempo tanto al alza como a la baja, se puede suponer adecuadamente para este ejemplo un precio de 20 dólares por barril – el precio promedio de la mezcla mexicana de exportación durante el año 2002 fue de 21.58 dólares por barril –, por lo que la extracción y comercialización de este barril genera un ingreso de 20 dólares. En cambio

convertido en productos petroquímicos el mismo barril podría incrementar hasta 50 veces su valor, y crear empleos en todas las etapas de transformación industrial, distribución y comercialización³⁶. Por tanto, el potencial de ingresos adicionales es sencillamente muy grande.

Gráfica 5
Destino de la producción de crudo en México.



Fuente: Elaboración propia con datos del anuario estadístico de PEMEX.

No obstante en México la mayor parte de la producción se destina a la exportación de crudo. En los últimos diez años tan sólo alrededor del 0.7% de la producción de crudo se destinó para su procesamiento en la industria petroquímica y un porcentaje mayor – 39%- es utilizado por el sistema de refinación nacional para la producción de gasolinas y otros combustibles (ver gráfica 5). Esta visión ha limitado el potencial de participación de los recursos de hidrocarburos en la economía nacional ya que sólo se han aprovechado como generadores de divisas y no en profundizar la industrialización nacional.

³⁶ Decelis Contreras Rañani (1996), Manzo y López José Luis (1996) & Heaton (1996).

Capítulo 2

La evolución de la Industria Petroquímica en México.

El desarrollo de la industria petroquímica (IPQ) en México se da en el contexto de la estrategia de desarrollo basada en la sustitución de importaciones. Por este motivo es un caso útil para representar los aciertos y las fallas de esa estrategia. Sin duda las fallas son muchas pero también hay un gran mérito: la construcción de una capacidad instalada que ha sobrevivido a condiciones sumamente adversas y que representa un nada despreciable punto de partida para revitalizar el desarrollo de esta industria.

El estado mexicano contribuyó de manera decisiva en el desarrollo de la IPQ en el marco de la política de sustitución de importaciones. La promoción del sector favoreció la expansión de la petroquímica pública, el crecimiento de las inversiones privadas y la formación de capital humano con capacidad para administrar, adaptar tecnologías extranjeras y operar eficientemente las plantas locales.

A partir de la crisis de 1982 se produce un cambio de rumbo en la trayectoria que había seguido el desarrollo de la IPQ. En esta nueva etapa, el Estado busca a través de la desregulación de la actividad industrial petroquímica ceder a la iniciativa privada el papel protagónico del desarrollo de la industria.

Sin embargo los resultados recientes muestran que la desregulación y la mayor apertura no han desencadenado incrementos en la capacidad instalada, en una mayor integración vertical de la industria o estimulado los procesos de innovación tecnológica, sino que la industria ha mantenido una estrategia empresarial defensiva racionalizando la inversión en capacidad productiva y tecnología no rutinaria.

Estas reacciones empresariales también son el resultado de la incertidumbre provocada por la falta de una definición clara del rumbo de las reformas en el sector y del ritmo futuro de crecimiento de la economía. En este sentido, mantener esta tendencia comprometerá en el futuro la posibilidad de que las empresas del sector puedan seguir funcionando. En este capítulo se presentará la gestión de la IPQ en México y un análisis de su funcionamiento sin perder de vista las interrelaciones entre los niveles macroeconómicos, microeconómicos y sectoriales que se establecieron en el desarrollo particular de la IPQ en México. Tratando de mostrar cuáles fueron los factores que permitieron el desarrollo y buen funcionamiento de la IPQ en el marco de la estrategia de desarrollo vigente en esa época, sustitución de importaciones, y los factores que condujeron a la progresiva inadaptación de la industria a las nuevas tendencias nacionales e internacionales en los años ochenta. Este análisis hará evidente la necesidad de una renovada política hacia la industria, con nuevas reglas que permitan reformas y reestructuraciones que faciliten la reactivación de la industria.

2.1 El inicio de la industria petroquímica en México: La ley petroquímica de 1958.

Desde fines de los años cincuenta la importancia asignada a la industria petrolera, nacionalizada en 1938, no radicó únicamente en el abastecimiento de energéticos al mercado interno, sino también en el suministro de insumos petroquímicos. El proceso de industrialización en México, en particular en la fase de sustitución de importaciones, requería de un amplio apoyo a ciertos sectores industriales básicos como la industria petroquímica. La necesidad de desarrollo de ésta industria y el interés de empresas privadas transnacionales y nacionales de participar en la industria petroquímica, inició el debate respecto a la medida en que la petroquímica se iba a incluir dentro de las actividades de Petróleos Mexicanos o se iba a dejar en manos de la iniciativa privada nacional o extranjera. Por este motivo, en 1958 se revisa la Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en el ramo del petróleo, con el objetivo principal de definir el

alcance de la participación de PEMEX en la industria petroquímica. La nueva ley especificaba que la conversión de hidrocarburos en derivados intermedios o semielaborados constituiría una actividad integrante de la industria nacionalizada, mientras que la transformación de los productos semielaborados en manufacturas finales podrían intervenir indistintamente y de forma no exclusiva, tanto el Estado a través de PEMEX o sus empresas subsidiarias y la iniciativa privada con o sin participación estatal, pero con la obligación de constituirse con una mayoría de capital mexicano (60%)³⁷. En este sentido, a partir de 1958 se extendió el dominio y control estatal sobre los recursos petroleros hasta el área de la petroquímica, con lo que Petróleos Mexicanos (PEMEX) se convirtió en una de las empresas petroleras de mayor integración en el mundo, además se construye el marco institucional y legal que determina el desarrollo muy particular de la estructura de la industria petroquímica en México, dividida en industria petroquímica básica e industria petroquímica secundaria.

La revisión a la Ley Reglamentaria de 1958 otorgaba a PEMEX un papel central para el desarrollo de la industria petroquímica, exigiendo a esta empresa a hacerse cargo de importantes inversiones en infraestructura productiva para garantizar el abasto suficiente y oportuno de los productos petroquímicos a las ramas industriales.

El desarrollo de la IPQ fue una de las grandes prioridades de PEMEX durante el sexenio 1958-1964, por lo que se inició un importante programa de expansión, que incluía la construcción de 28 plantas, lo que fue considerado en su momento el proyecto industrial de mayor alcance en el país³⁸.

Al finalizar el sexenio 1958-1964, el establecimiento de IPQ en México ya era una realidad. PEMEX Petroquímica en 1964 ya operaba diez plantas petroquímicas con una capacidad total de 396 mil toneladas y ofrecía insumos

³⁷ Ver: "Diario Oficial", México, 27 de Noviembre de 1958.

³⁸ Un programa de petroquímica básica y fertilizantes en dos etapas: la primera con una inversión de 450 millones y la segunda con una de 1000 millones. Se proponía la construcción de 28 plantas en un plazo no mayor de cinco años. PEMEX, "Informe del director general de Petróleos Mexicanos", México, PEMEX, 18 de Marzo de 1959.

petroquímicos que eran importantes para la industria de los fertilizantes, fibras y resinas sintéticas, plásticos, plastificantes y detergentes.

Es importante mencionar que si bien los logros alcanzados en la producción de petroquímicos básicos eran considerables, pocos esfuerzos se habían dedicado a la investigación y desarrollo tecnológico. El desarrollo de tecnologías propias era prácticamente inexistente y para la elaboración de todos los productos se requerían licencias de patentes detentadas por empresas transnacionales. Por este motivo y dada la importancia otorgada a la IPQ se crea en 1965 el Instituto Mexicano del Petróleo (IMP) cuyas funciones eran el desarrollo de tecnologías propias, la ingeniería de productos y el apoyo a los usuarios de tecnología para la industria petrolera y petroquímica³⁹.

La industria petroquímica secundaria, estimulada por la expansión del sector primario y la política de bajos precios internos para los productos petroquímicos básicos, experimentó un rápido desarrollo. De hecho, la industria petroquímica básica iba rezagada con respecto al crecimiento de la secundaria, esta última en algunas áreas necesitaba abastecerse del exterior ante la falta de disponibilidad de insumos petroquímicos nacionales⁴⁰.

Así durante el sexenio de 1964-1970 la política petroquímica estuvo orientada hacia el logro de la sustitución de importaciones mediante el aprovechamiento de los hidrocarburos como materia prima en un número significativo de actividades económicas⁴¹. No obstante la importancia de estos objetivos, el desarrollo de la IPQ básica estuvo condicionado por la difícil situación financiera de PEMEX⁴². A pesar de estas dificultades durante ese decenio la producción bruta creció a una tasa media anual de 42% y la producción

³⁹ Reconociendo que la dependencia de tecnología extranjera pondría un límite al desarrollo y rentabilidad de la industria petrolera.

⁴⁰ En 1965 el director de PEMEX Jesús Reyes Heróles declaró: "hasta el momento la industria petroquímica básica marcha a la zaga de la derivada.... Es necesario aumentar producciones para satisfacer las demandas existentes, hay industrias que hasta el momento se abastecen del exterior". PEMEX. "Informe del Director General de Petróleos Mexicanos", México, 18 de Marzo de 1965.

⁴¹ En el mismo informe del 18 de marzo de 1965 el director general de PEMEX declaraba: "Debe ser nuestra preocupación tanto obtener más barriles, como mayor valor por barril. Para ello es aconsejable el desenvolvimiento de la petroquímica...".

⁴² El congelamiento de los precios internos de los productos petroquímicos básicos a partir de 1958 restringió de manera progresiva la capacidad de autofinanciamiento de la empresa.

ascendió a 1.9 millones de toneladas. De esta manera la participación de las importaciones de productos petroquímicos básicos se redujo de 63% en 1960 a 16% en 1970, lográndose un importante avance en el programa de sustitución de importaciones de los productos de mayor consumo nacional. En el mismo período el crecimiento medio del sector secundario fue de 17%, que aunque no alcanzó la tasa de crecimiento del sector primario (42%), si fue muy superior al resto de la industria nacional en su conjunto (8.8%)⁴³.

Al iniciarse el decenio de los setenta, el marco legal dentro del cual se desarrollaba la industria petroquímica seguía determinado por la ley petrolera de 1958, que divide a la IPQ en básica y secundaria. Para lograr una mayor coordinación entre estos dos segmentos de la industria crea en ese año una comisión petroquímica, que era un órgano técnico consultivo y de investigación, cuyas principales funciones eran determinar que productos petroquímicos se encontraban dentro del control estatal y el otorgamiento de permisos de inversión a los particulares interesados en elaborar productos secundarios.

A pesar del considerable proceso de sustitución de importaciones, en 1970 el país era autosuficiente en sólo ocho productos, y de los 24 importados, nueve aún no se producían en el país. Esta insuficiencia no sólo se explicaba por la falta de recursos por parte de PEMEX para expandir la capacidad productiva al ritmo de la demanda, sino también existían otros problemas provocados por retrasos en la ingeniería, errores en los cálculos de insumos y retrasos en el abastecimiento interno y externo de equipos. Además, otra función de la comisión petroquímica era la elaboración periódica de programas que pudieran normar el desarrollo de ramas petroquímicas, función que no llegó a cumplirse. Lo que trajo como consecuencia problemas de coordinación entre la empresa estatal y la iniciativa privada. En algunos casos PEMEX Petroquímica tuvo capacidad ociosa debido a la cancelación de proyectos del sector privado, y en otros casos se presentó la situación inversa, al no poder PEMEX satisfacer los requerimientos de insumos por parte del sector privado⁴⁴. Además debido a la reciente creación del IMP, esta institución aún no tenía un impacto sobre la

⁴³ Meyer Lorenzo & Morales Isidro (1990).

⁴⁴ Tamayo (1982).

industria petroquímica y debido a la brecha existente entre la disponibilidad de tecnología interna y los requerimientos tecnológicos de los complejos procesos petroquímicos, se recurrió a la importación de la mayor parte de la tecnología. Este hecho limitaba la operación y desarrollo de la industria ya que la adquisición de tecnología incluía restricciones a la exportación, abastecimiento de ciertos materiales de procedencia específica, y en algunas ocasiones el hecho de adaptar la tecnología a los requerimientos de producción nacionales implicaba un largo proceso.

2.2 La consolidación de la industria petroquímica 1970-1982.

Durante todo el período de 1970 a 1982 el objetivo fundamental de la IPQ básica fue alcanzar la autosuficiencia nacional en la mayoría de los productos petroquímicos requeridos por la petroquímica secundaria y otros sectores productivos.

En este período se pueden distinguir dos fases en el desarrollo de la IPQ básica, la primera que va de 1970 a 1976, donde la capacidad productiva se amplió de manera moderada debido principalmente a las restricciones financieras, y la segunda fase de 1977 a 1982, donde la capacidad instalada se triplicó debido a programas de inversión de mayor envergadura soportados por la mayor disponibilidad de recursos económicos por parte de PEMEX provenientes de importantes descubrimientos de reservas y precios más altos del crudo de exportación.

2.2.1 El período 1970-1976.

Una de las primeras medidas con respecto a la IPQ en este período fue la promulgación en 1970 del nuevo Reglamento de la Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en el ramo del petróleo, en materia petroquímica, el cual buscaba definir con precisión el campo de acción en que participa de manera exclusiva el estado, la parte en que puede participar la iniciativa privada, la mayor simplicidad en el procedimiento para otorgar permisos de

producción de petroquímicos secundarios y además daba vida jurídica a la comisión petroquímica. Este cambio tuvo los siguientes impactos:

a) La clasificación de los productos petroquímicos básicos y secundarios resulta difícil en un área donde el desarrollo tecnológico es muy dinámico. En algunos casos la realidad no correspondía a ley y no era posible aprovechar mejores procesos tecnológicos donde se obtuvieran varios productos, sino que había que utilizar tecnologías obsoletas y menos eficientes en costo para producir productos por separado⁴⁵.

b) La creación de la comisión petroquímica era de gran importancia dada la estrecha relación que debía haber entre las IPQ básica y secundaria. Se realizaron algunos programas de mediano plazo para definir los lineamientos globales de la industria que involucraban a todas las entidades estatales y privadas involucradas: Secretaría de Programación y Presupuesto, PEMEX, FERTIMEX y La Asociación Nacional de la Industria Química⁴⁶.

c) Por el énfasis que se tenía en la sustitución de importaciones al momento de modificar la ley, esta no consideró aspectos relativos a la competitividad (políticas de precios, procesos, tecnología, investigación, nuevos productos, etc.) a pesar de su importancia para el desarrollo posterior de la industria.

En este período la economía mexicana se encontraba en un estado de deterioro económico y social que se reflejaba en la pérdida de dinamismo de la actividad productiva, la profundización de la dependencia con el exterior, la tendencia al desequilibrio externo y el deterioro de la tasa de inversión privada y las finanzas públicas. En este contexto poco favorable PEMEX encontraba crecientes limitaciones para abastecer la demanda del sector petroquímico secundario.

⁴⁵ Pérezgasca Tovar F. (1979).

⁴⁶ Para completar el marco institucional en el que se desarrolló la industria petroquímica en estos años es necesario mencionar a la Asociación Nacional de la Industria Química (ANIQ), principal asociación de la iniciativa privada en este campo. La ANIQ ha sido un eslabón político clave entre el gobierno y la iniciativa privada. Todas las reivindicaciones de la industria petroquímica secundaria se han centralizado en este organismo y de ahí se han transmitido a las entidades estatales involucradas.

No es sino hasta finales de 1974 cuando con el impulso de mayores ingresos provenientes de los altos precios de exportación del crudo, que PEMEX y la ANIQ se comprometen a realizar inversiones de 30000 millones de pesos, de los cuales 6000 serían invertidos por PEMEX en un lapso de de dos años y el resto por la petroquímica secundaria en un período de cinco años. La idea era realizar proyectos petroquímicos de gran escala, a un nivel comparable a los complejos petroquímicos más grandes del mundo⁴⁷. De esta manera al finalizar el período considerado, la IPQ había adquirido un carácter estratégico no sólo por su papel en el proceso de industrialización del país, a partir de la sustitución de importaciones, sino también por las expectativas de exportación.

2.2.2 Período 1976-1982.

Durante este período la industria petroquímica se mantuvo como uno de los sectores prioritarios. La administración del Lic. José López Portillo la incluyó entre los nueve sectores industriales con mayor prioridad en la asignación de recursos. Se consideraba que la actividad industrial petroquímica reunía todas las características planteadas en la política industrial vigente: "un mejor aprovechamiento de los hidrocarburos, la localización regional de la industria, el uso intensivo de la infraestructura existente y el estímulo a la utilización de experiencias e iniciativas de técnicos y empresarios nacionales"⁴⁸.

No obstante de la existencia de instituciones para la coordinación de la petroquímica básica y secundaria, el programa sexenal de petroquímica fue diseñado exclusivamente por PEMEX y su principal objetivo era establecer una industria petroquímica básica de clase mundial, con base a la abundante disponibilidad de insumos y recursos financieros provenientes de las exportaciones de petróleo⁴⁹.

⁴⁷ De acuerdo con esta estrategia se planeo la construcción del complejo petroquímico La Cangrejera en Veracruz, con un costo presupuestado de 7800 millones, el más grande en su tipo en América Latina y uno de los más grandes del mundo.

⁴⁸ De Oteyza José Andrés (1977).

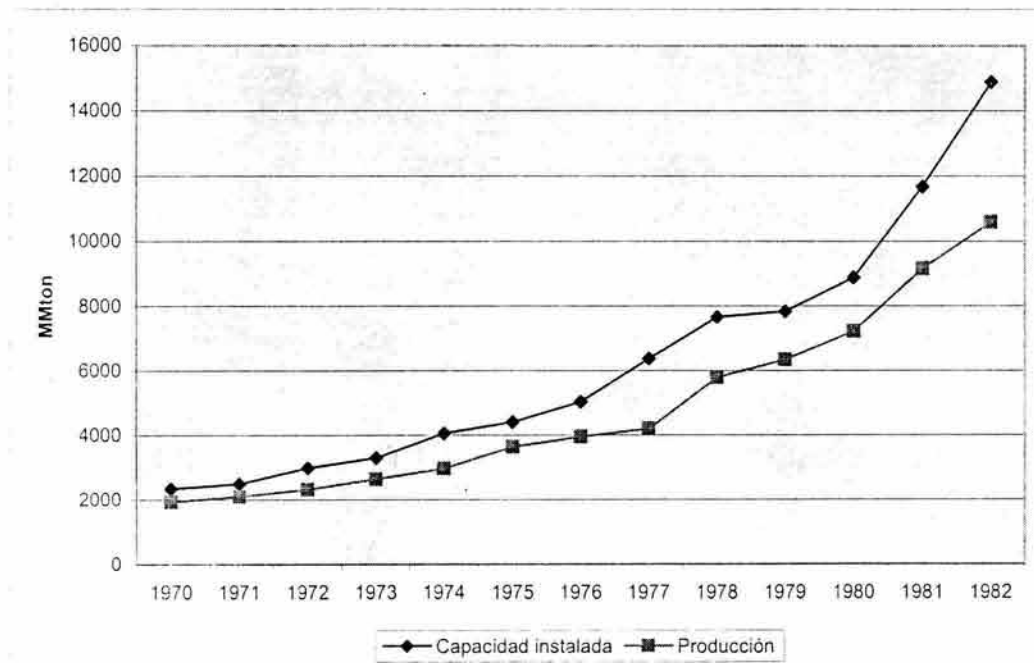
⁴⁹ Ibid (1977).

El Plan Nacional de Desarrollo Industrial (PNDI) 1979-1982 reiteró la importancia de la IPQ dentro de la economía nacional, al asignarle prioridad por ser una rama de alta productividad nacional. El PNDI asignó un papel protagónico a la inversión pública, PEMEX participaría con un 40% de la inversión presupuestada del total de las empresas estatales. El plan también incluía diferentes medidas de fomento a la inversión privada: crédito fiscal sobre nuevas inversiones y sobre la generación de empleo, así como descuentos de 30% en el costo de la energía y petroquímicos⁵⁰.

Aunque los resultados alcanzados en 1982 en el área de petroquímica son muy superiores a los de 1976, no se logró ninguna de las metas establecidas. La capacidad total de producción alcanzó la cifra de 20 mton al año (cuatro veces más que en 1976) repartida en 124 plantas (ver gráfica 6).

Gráfica 6

Capacidad instalada y producción petroquímicos básicos 1970-1982.



Fuente: Elaboración propia en base a PEMEX Memoria de Labores 1970-1983.

⁵⁰ Para recibir el beneficio del subsidio en los insumos las empresas tenían que comprometerse a exportar el 25% de la producción sin descuidar el Mercado interno. Además para las empresas exportadoras había exenciones fiscales hasta de 100% en la importación de material y equipo. Secretaría de Patrimonio y Fomento Industrial (1979).

Sin embargo, en 1982 la IPQ básica aún dependía de las importaciones para más de veinte productos, lo que representaba el 13.5% del total del consumo nacional. Las exportaciones se concentraban en tan sólo dos productos, en lugar de los 21 previstos (ver tabla 1). Se postergaba una vez más, el logro de los dos objetivos principales en materia de petroquímica: autosuficiencia en la producción y diversificación de las exportaciones. Las causas de estos resultados se pueden explicar por una parte a las deficiencias imputables a PEMEX y la falta de coordinación entre la IPQ básica y secundaria, pero además por otra parte hay que considerar el contexto macroeconómico de este período. Las crisis económicas de 1976 y de 1981-1982 restringieron fuertemente los recursos financieros disponibles. Además desde fines de 1976 a 1982, se fue ampliando la brecha entre los precios domésticos e internacionales de productos petroquímicos, como consecuencia del aumento de los precios internacionales y de las sucesivas devaluaciones del peso mexicano a partir de 1976, lo que repercutía directamente en los ingresos de PEMEX.

Tabla 1
Logros del PNDI de 1976-1982.

	Situación 1976	Meta 1977-1982	Resultado 1982
Inversión (millones de pesos)		53000	83605
Participación en inversión total de PEMEX		15	15.6
Capacidad de producción (MMton/año)	5	19	14.9
Plantas en operación	54	124	92
Producción (MMton/año)	3.9	17.4	10.6
Utilización de la capacidad de producción	83.5	92	72.8
Número de productos	35	44	40
Coefficiente de integración	86.2	95	86.5
Importaciones de PEMEX (millones de pesos)	1659	121	18557
Exportaciones (millones de pesos)	9	13689	6501
Número de productos exportados	2	21	2

Fuente: Elaboración propia en base a memoria de Labores de PEMEX, 1977-1983.

Existían razones de peso para mantener la política de precios bajos para los petroquímicos básicos, ya que esta política estaba dirigida a contribuir al logro de ciertos objetivos de política económica global. En primer lugar, el Estado consideraba estratégica la industria petroquímica para la industrialización del país y pretendía estimular la capitalización del sector petroquímico secundario por medio de precios bajos para sus insumos. Así, a través de costos de producción reducidos, este sector intentaba incrementar sus recursos financieros para la reinversión, acelerando el proceso de industrialización. De hecho, de 1970 a 1980, el ritmo de crecimiento de casi todas las ramas de la industria petroquímica secundaria fue superior al del sector industrial en su conjunto. Mientras que la tasa media de crecimiento para el sector industrial fue de 7.4%, la producción petroquímica intermedia creció a un ritmo anual de 21.5%, la de resinas sintéticas 17.5%, la de fibras químicas 13% y la de elastómeros 7.7%⁵¹.

Es en este período de 1976-1982, cuando empieza a manifestarse por parte de las grandes empresas químicas transnacionales una corriente a favor de una modificación a la ley petroquímica, con el objetivo de que el capital privado nacional y extranjero pudiera participar en toda la cadena petroquímica. Con el argumento de que una asociación con el capital privado era necesaria debido a los altos requerimientos de inversión y la necesidad de contar con canales de distribución internacionales para desarrollar el mercado de exportación. No obstante, el gobierno nunca puso a discusión el dominio estatal sobre la petroquímica básica y mantuvo su posición de considerarla como "el último eslabón de la nacionalización del petróleo"⁵².

2.2.3 La situación de la petroquímica en 1982.

El año de 1982 fue significativo para la IPQ, tanto por los logros alcanzados como por la aparición de los primeros indicios del agotamiento de la estrategia adoptada para el desarrollo del área de petroquímica. En este año empiezan a manifestarse fuertemente los efectos de la contracción de la economía

⁵¹ Secretaría de Programación y presupuesto (1981).

⁵² Snoeck M. (1986).

mexicana, que junto con las condiciones prevalecientes en el mercado internacional del petróleo, desencadenaron una profunda crisis cuyos efectos aún se sienten en la economía nacional al día de hoy.

Estos efectos también empezaron a manifestarse en la IPQ. La industria petroquímica secundaria se encontraba al final de un ciclo de expansión, que había iniciado en 1980, durante el cual se alcanzaron niveles de inversión en capacidad de producción sin precedente dentro del sector. Las grandes empresas terminaron importantes complejos y plantas petroquímicas como: el complejo de Celanese cerca de La Cangrejera, las unidades de PVC de CYDSA en Altamira, las de Primex en Tampico y una planta de polibutadieno de DESC en Altamira⁵³.

Estas nuevas instalaciones pusieron nuevamente de manifiesto el principal cuello de botella que enfrentaba la IPQ secundaria: el insuficiente abasto por parte de PEMEX Petroquímica de insumos básicos (ver gráfica 7). Aunque de manera oficial el programa petroquímico de mediano plazo se mantenía en la línea expansionista, y PEMEX aseguraba que los proyectos en desarrollo permitirían triplicar la producción de petroquímicos básicos en 1988, la crisis económica y financiera que atravesaba el país ponía en tela de juicio dicha expansión de la IPQ básica⁵⁴. De hecho las dificultades financieras en 1982 obligaron a concentrar los recursos en las obras con un grado avanzado de construcción y detener otros proyectos considerados no prioritarios, con lo que el objetivo largamente buscado de la autosuficiencia en materia petroquímica se había cancelado. La IPQ secundaria manifestaba que el total de la industria atravesaba por la crisis más grave de su historia, más allá de los retrasos en los proyectos de PEMEX y los problemas financieros, la industria enfrentaba una gran crisis tecnológica y organizacional que se manifestaba en: la obsolescencia

⁵³ Soder S. (1983).

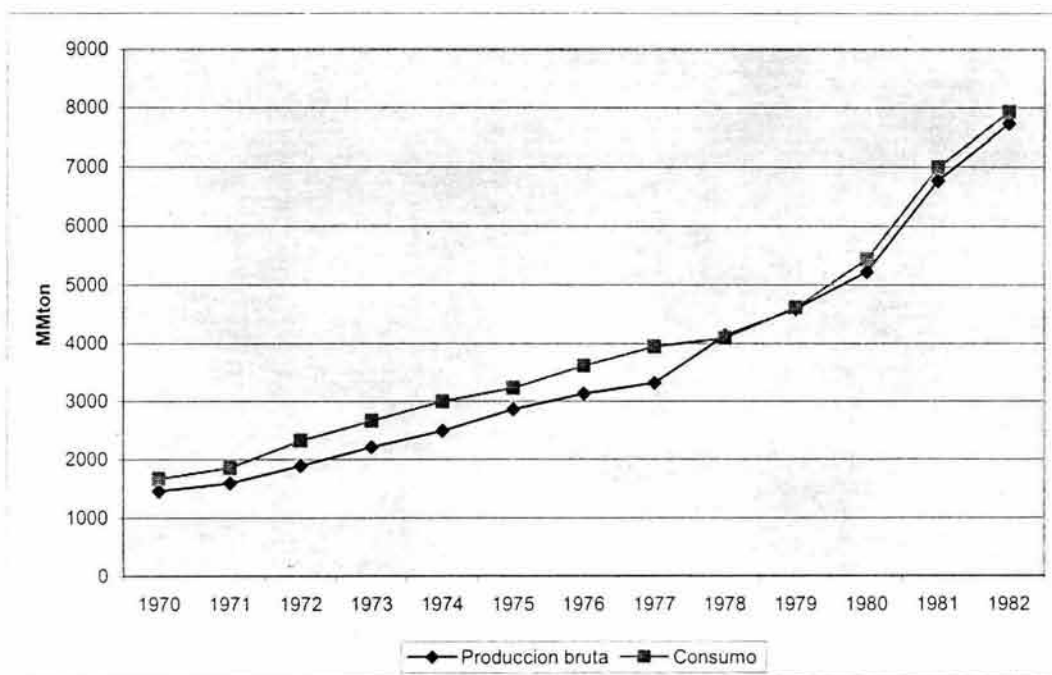
⁵⁴ Los principales complejos que se construirían incluían: Morelos (14 plantas), Laguna del Ostión (24 plantas) y Altamira (cuatro plantas).
Expansión (1983).

tecnológica, bajos niveles de aprovechamiento de la producción, elevados precios de venta y balanza comercial deficitaria⁵⁵.

En efecto, no obstante el dinamismo reciente de la IPQ, esta industria estaba poco integrada, en comparación con la tendencia observada a nivel mundial, y en varios casos producía con tecnologías obsoletas. Se estima que en 1982, la IPQ secundaria operaba sólo con 60-67% de su capacidad debido según sea el caso a fallas de diseño de las plantas, limitado tamaño del mercado interno y falta de competitividad de los productos en el mercado mundial o insuficiencia de insumos (petroquímicos básicos). Hasta cierto punto este era el resultado de la política industrial aplicada durante varias décadas y que había llevado a establecer industrias sobreprotegidas y orientadas al mercado doméstico⁵⁶.

Gráfica 7

Producción y consumo aparente productos petroquímicos básicos 1970-1982.



Fuente: Elaboración propia en base a PEMEX Memoria de Labores 1970-1983.

⁵⁵ ANIQ (1983).

⁵⁶ Villagómez Praulic (1982).

2.3 El cambio institucional en la política petroquímica: La modificación a la ley petroquímica de 1958.

Con objeto de superar la crisis económica de 1982 se empieza a gestar un cambio en la estrategia de desarrollo donde se privilegia la apertura comercial, la desregulación y la disminución de la participación directa del estado en la economía⁵⁷, cambios que impactan de manera significativa la política estatal hacia la industria petroquímica.

El fin del auge petrolero impide que muchos de los objetivos en materia de desarrollo de la industria petroquímica se cumplan. A partir de 1983 y hasta fines de 1989 se da un pronunciado desfase entre petroquímica básica y petroquímica secundaria provocado por la conclusión de muchos proyectos de petroquímica secundaria⁵⁸ mientras que las inversiones en materia de petroquímica básica se habían quedado truncadas. En el año de 1985 se abasteció el 84% de la demanda de petroquímicos básicos y el 94% de secundarios, el resto hubo que cubrirse con importaciones⁵⁹.

A partir de 1983 las restricciones financieras de PEMEX vuelven insostenible la política de importaciones de petroquímicos básicos por parte de PEMEX Petroquímica para reventa en el mercado doméstico a precios subsidiados, que se llevaba a cabo con el fin de favorecer a la industrialización del país a través de IPQ en el marco de la estrategia de desarrollo basada en la sustitución de importaciones⁶⁰.

En consecuencia el gobierno toma las siguientes medidas: reduce la lista de los productos básicos de producción exclusiva de Petróleos Mexicanos, libera a ésta empresa de la responsabilidad de ser el importador intermediario de productos

⁵⁷ Ver Aspe Pedro (1993) y Lustig Nora (1992).

⁵⁸ Clavijo Fernando, Máttar Jorge (1994).

⁵⁹ Unger Kart (1994).

⁶⁰ En este esquema el estado a través de PEMEX apoyaba a la industria química, de petroquímica secundaria y de productos de consumo final absorbiendo hasta el 40% del costo de las importaciones ya que las revendía en el mercado interno a precios subsidiados. Ver Gutiérrez (1991).

básicos e intermedios a precios subsidiados y ajusta el precio doméstico de los productos petroquímicos para acercarlos a los precios internacionales⁶¹.

Tabla 2

Cambios a la Ley Reglamentaria del petróleo, en materia petroquímica.

Hasta Octubre de 1966		En 1986	En 1989	En 1992
Ácido acrílico	dicloruro de propileno	Acetaldehído	Amoniaco	Etano
Ácido acético	Dodecibenceno	Acetonitrilo	Benceno	Propano
Ácido cianhídrico	Estireno	Acilonitrilo	Butadieno	Eutano
Ácido clorhídrico	Etano	Alfaolefinas	Dodecibenceno	Pentanos
Ácido muriático	Eter-metilterbutílico	Amoniaco	Etano	Heptano
2-Etilhexanol	Etilbenceno	Benceno	Etileno	Hexano
Acetaldehído	Etilenclorhidrina	Butadieno	Heptano	m.p. para N.H.
Acetato de vinilo	Etileno	Ciclohexano	Hexano	Naftas
Acetileno	Heptano	Cloruro de vinilo	m.p. para N.H.	Metano
Acetonitrilo	Hexano	Cumeno	Metanol	
Acroleína	Isopropanol	Dicloroetano	n-parafinas	
Alcohol alílico	Ixopreno	dodecibenceno	Ortoxilenos	
Alcohol laurílico	m.p. para N.H.	Estireno	Paraxileno	
Alcoholes nro	Metanol	Etano	Pentanos	
Alfaolefinas	mezcla de xilenos	Eter metiliterbutílico	Propileno	
Alicos 5, 8 y 9	n-Butanol	Etilbenceno	éter metiliterbutílico	
Alquilaro pesado	n-Parafinas	Etileno	t. de propileno	
Amoniaco	Naitaleno	Heptano	Tolueno	
Anhídrido acético	Noveno	Hexano	Xilenos	
Anhídrido carbónico	Olefinas internas	Isopropanol		
Aromina 100	Ortoxileno	m.p. para N.H.		
Aromina 150	Óxido de etileno	Metanol		
Aromaticos pesados	Óxido de propileno	n-parafinas		
Azufre	Paraxileno	Olefinas internas		
Benceno	percloroetileno	Ortoxileno		
Butadieno	Polibutenos	Óxido de etileno		
Butiraldehído	Polietileno AD	Paraxileno		
Ciclohexano	Polietileno BD	Pentanos		
Cloroformo	Polipropileno	Polietileno AD		
Cloropreno	Propilclorhidrina	Polietileno BD		
Cloruro de alio	Propileno	Propileno		
Cloruro de etilo	Sulfato de amonio	T. de propileno		
Cloruro de metileno	Tetracloroetano	Tolueno		
Cloruro de metilo	Tetracloruro de c.	Xilenos		
Cloruro de vinilo	T. de propileno			
Cumeno	Tolueno			
Desemulsificantes	Tricloroetano			
Desparafinantes	Tricloroetileno			
Dibromuro de etileno	Vinil tolueno			
Dicloroetano	Xilenos			

81 Productos

34 Productos

19 Productos

8 Productos

(*) En 1996 se vuelve a modificar la Ley petroquímica y se confirma la exclusividad de PEMEX sobre los mismos ocho petroquímicos básicos.

Fuente: Manzo Yépez (1996).

De esta manera en un período de tiempo relativamente corto se reducen de un total de 81 productos petroquímicos básicos a un total de 8. El 13 de Octubre de 1986 la SEMIP⁶² reclasifica 36 productos básicos a secundarios,

⁶¹ Instituto Mexicano de Estrategias (1989).

⁶² Secretaría de Energía, Minas e Industria Paraestatal, ocupaba las funciones de lo que ahora es la Secretaría de Energía.

posteriormente el 14 de Agosto de 1989 reclasifica otros 14 y hace lo mismo con otros 11 en 1992⁶³. Así la lista de productos reservados para la producción estatal pasó de 81 productos a 8 productos en un lapso de 6 años⁶⁴ (tabla 2). Desde luego con esto no se resuelve el problema del déficit de la balanza petroquímica, sino que simplemente ahora es la iniciativa privada directamente quién se hace cargo de las importaciones.

2.4 La evolución de la industria petroquímica en el marco de las reformas de mercado: La política rentista.

En la década de los noventa se inicia una nueva etapa en el desarrollo de la IPQ en México, en un contexto macroeconómico que tiene un impacto directo sobre la evolución del sector: apertura comercial (profundizada con la puesta en marcha del TLCAN⁶⁵), mayor desregulación de la economía, eliminación de políticas industriales hacia el sector y mayor participación de la iniciativa privada en la economía. Paralelamente a esta reestructuración de la economía la política petrolera se transformo en base a los siguientes criterios:

1. Reservar a la participación directa del Estado en las actividades de Exploración y Producción (E&P) de hidrocarburos, con el objetivo de conservar una parte importante de la renta petrolera ligada a las exportaciones de petróleo. Esta consideración es la que hace que PEMEX otorgue un papel prioritario a las actividades de E&P ya que son consideradas las que tienen mayor dimensión y rentabilidad.

2. Abrir a la competencia de manera progresiva las demás fases de la industria petrolera.

Es decir, el Estado opta por seguir una política rentista con respecto a la industria petrolera, lejos empiezan a quedar los objetivos de autosuficiencia en

⁶³ En este mismo año La Ley Orgánica de Petróleos Mexicanos y organismos subsidiarios se establece que PEMEX sea dividido en unidades de negocio: PEMEX E&P, PEMEX Refinación, PEMEX Gas y Petroquímica Básica y PEMEX Petroquímica.

⁶⁴ Al respecto existen numerosos trabajos, destacan: Unger (1994), Manzo Yépez (1996), Angelés Comejo (1996), Ortiz Muñoz Gilberto (1996), Instituto Mexicano de Estrategias (1989).

⁶⁵ Tratado de Libre comercio de América del Norte.

el aprovisionamiento de energéticos y promoción del desarrollo industrial. La opción de política rentista es formulada de la siguiente manera: PEMEX debe guardar la exclusividad de las actividades de E&P de hidrocarburos porque es fuente de renta y porque los riesgos son menores y deshacerse progresivamente de las actividades propiamente industriales cuyo desarrollo exige comportamientos ligados a la búsqueda de rentabilidad.

Dentro de la IPQ este cambio en la política petrolera induce a una mayor desregulación de la industria para permitir que la iniciativa privada ocupe el lugar de actor dominante en la industria. Aún si PEMEX mantiene derechos exclusivos en la producción de petroquímicos básicos, el número de estos productos ha disminuido considerablemente.

2.4.1 El cambio al marco institucional: Ley reglamentaria del petróleo, en materia petroquímica de Noviembre de 1996.

En Octubre de 1996 el gobierno federal a través de la Secretaría de Energía anunció la "Nueva Estrategia para la Industria Petroquímica"⁶⁶ con la que se pretendía impulsar la modernización y expansión de la capacidad productiva de la industria a través de la participación armónica de la inversión pública y privada, nacional o extranjera. Esta estrategia consistía de tres etapas, la primera consistió en la formulación, aprobación por el H. Congreso de la Unión y la posterior publicación de las reformas a la Ley Reglamentaria del artículo 27 Constitucional en el ramo del petróleo, en materia de petroquímica (13 de Noviembre de 1996). Esta modificación a la ley eliminó el permiso petroquímico y definió los productos básicos cuya elaboración, transporte, almacenamiento, distribución y ventas de primera mano corresponde a la nación a través de PEMEX. Estos productos son: etano, propano, butanos, pentanos, hexanos, heptanos, materia prima para negro de humo y metano (cuando provenga de hidrocarburos de hidrógeno obtenidos de yacimientos ubicados en territorio nacional). Como resultado de estas acciones, los particulares, nacionales y

⁶⁶Secretaría de Energía (1997).

extranjeros, pueden invertir hasta 100% en nuevas empresas de petroquímica no básica.

La segunda etapa se refiere a la constitución de las empresas filiales a partir de las plantas petroquímicas incorporadas a PEMEX-Petroquímica. Este proceso inició el 8 de Noviembre de 1996 cuando el Consejo de Administración de PEMEX-Petroquímica autorizó a este organismo subsidiario a formar empresas filiales como unidades de negocios de participación estatal mayoritaria, de tal manera que tuvieran una integración operativa que resultara atractiva para la inversión del capital privado.

La tercera etapa consistía en colocar entre particulares hasta 49% del capital social de las empresas filiales formadas. Actualmente PEMEX Petroquímica como organismo subsidiario de Petróleos Mexicanos se encuentra integrada por las empresas filiales: Petroquímica Cangrejera, Petroquímica Morelos, Petroquímica Cosoleacaque, Petroquímica Pajaritos, Petroquímica Escolín, Petroquímica Tula y Petroquímica Camargo, la terminal de almacenamiento San Fernando (dependiente de Petroquímica Cosoleacaque), el complejo petroquímico Independencia y la unidad petroquímica Reynosa (estos últimos dependientes del corporativo PEMEX Petroquímica).

Esta última etapa no era otra cosa que la desincorporación de PEMEX Petroquímica la parte que a través de las modificaciones a la Ley petroquímica, se convirtió en petroquímica no básica. Esta llamada nueva estrategia no resulto ser atractiva para los inversionistas privados. Esto quedo demostrado a la hora de poner en marcha la tercera etapa en Septiembre de 1998, cuando se inició el proceso para desincorporación de Petroquímica Morelos S.A. de C.V.

En un principio dos empresas nacionales, IDESA y ALPEK, tuvieron interés en participar, cumplieron con los requisitos señalados en las bases del concurso y obtuvieron su registro en Noviembre de 1998. No obstante el 25 de Enero de 1999 una de ellas informó que no logró llegar a un arreglo con sus posibles socios estratégicos para reunir el requisito de capital social con base en el acuerdo de participación accionario. Adicionalmente el día de la presentación y

apertura de ofertas económicas, la otra empresa interesada manifestó su decisión de no presentar oferta económica, indicando que era necesario asegurar una participación activa del accionista del 49% y garantizar que el carácter de entidad paraestatal de Petroquímica Morelos no afectara de manera negativa la posibilidad de convertirla en una empresa de clase mundial. En virtud de lo anterior, la Secretaría de Energía declaró desierta la licitación. Basándose en esta experiencia la Secretaría de Energía y Petróleos Mexicanos se encuentran trabajando en la formulación de un plan estratégico de mediano plazo brinde alternativas más atractivas a los inversionistas privados para la capitalización de la industria petroquímica no básica⁶⁷, y hasta la fecha sin mucho éxito.

El objetivo principal de esta modificación a Ley reglamentaria del petróleo, en materia petroquímica, es que la iniciativa privada ocupe el papel que ocupaba el Estado a través de PEMEX en los setentas y ochentas, ser el motor del desarrollo de la IPQ. Sin duda, se trata de una situación nueva en la que el Estado pierde el control directo de un sector estratégico, por sus encadenamientos con varias ramas del aparato productivo, sin que esquemas nuevos de política industrial hayan sido claramente definidos.

Los resultados de esta reforma parecen indicar que esta no es suficiente para convertirse en un factor que resulte en un nuevo dinamismo dentro de la IPQ. A continuación se examinarán las tendencias de las principales variables de la industria petroquímica mexicana en la última década. El objetivo es analizar el desempeño general de la industria, tanto del sector público como del sector privado.

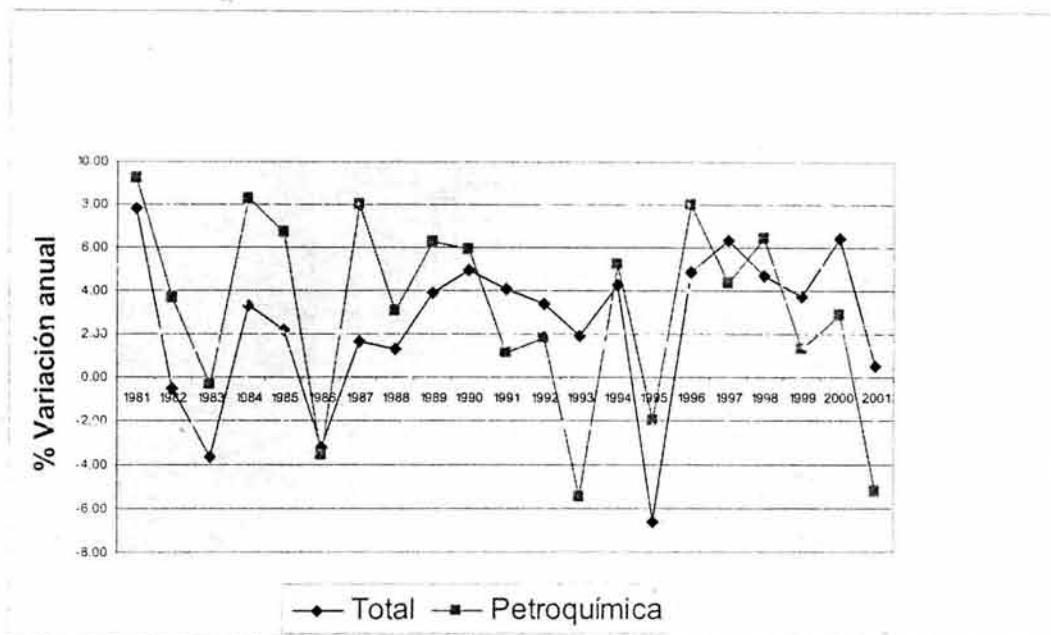
2.5 Efectos de la reclasificación de 1996.

No obstante que desde los setentas y ochentas la Industria PQ mantiene un gran dinamismo creciendo a tasas por encima del PIB. Durante el período de las

⁶⁷ Petróleos Mexicanos (2000).

grandes reformas económicas a principios de los noventa la IPQ pierde dinamismo y comienza a crecer a tasas menores al PIB (ver gráfica 8).

Gráfica 8
PIB total vs. PIB petroquímica.



Fuente: Elaboración propia en base al Banco de datos INEGI y La industria química en México, varios años, INEGI.

El mayor dinamismo durante el periodo de 1980-1990 es el resultado de la consolidación en esa década de los más importantes proyectos de inversión dentro de la industria petroquímica pública y privada. A partir de entonces tanto la IPQ pública como privada no han cristalizado proyectos importantes de expansión.

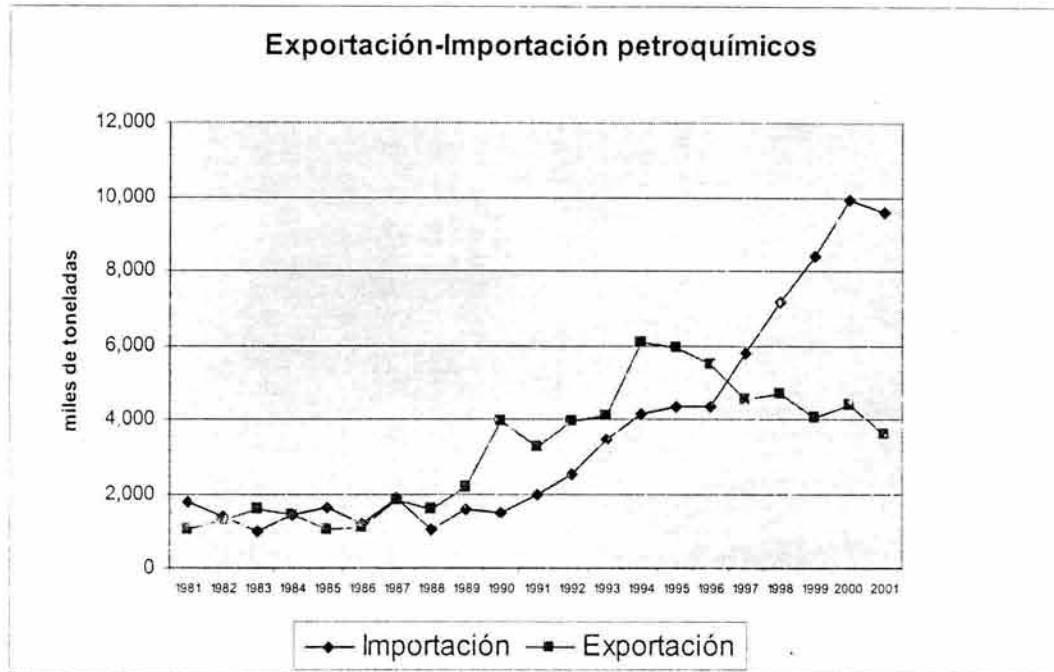
2.5.1 La Balanza Comercial.

El impacto de las reformas en el desempeño de la balanza comercial de la industria petroquímica ha sido heterogéneo. En un primer momento, cuando se empieza a dar la apertura comercial a fines de los ochenta como resultado de la entrada de México al GATT, en combinación con un mercado interno que aún se

mantenía deprimido, las exportaciones de productos petroquímicos entre 1986 y 1993 crecen a una tasa de 16.7%⁶⁸.

Gráfica 9

Evolución del comercio exterior de productos petroquímicos.



Fuente: Elaboración propia en base a datos de La industria química en México, INEGI, 1990-2003.

Pero en un segundo momento, la reactivación económica durante los años noventa y el consecuente aumento de la demanda doméstica, en un contexto de una economía más abierta y capacidad de producción limitada, esta mayor demanda ha sido cubierta con importaciones. A partir de 1996 las exportaciones se estancan mientras que las importaciones crecen a un ritmo de 13% anual (ver gráfica 9).

El deterioro de la balanza comercial empieza a darse de manera pronunciada en el año de 1996, tanto en términos de volumen como de valor. Para el año de 2002 la industria petroquímica presenta un déficit de aproximadamente 7.5 millones de toneladas en términos de volumen y 5440 millones de dólares en términos de valor.

⁶⁸ López F. Andrés (1995).

Tabla 3
Balanza comercial petroquímica por ramas 1993-2002.

Balanza comercial por ramas 1993-1996

Miles de toneladas		Miles de pesos	
Intermedios	3,484,300	Intermedios	-3,152,879
Fertilizantes nitrogenados	991,674	Fertilizantes nitrogenados	1,513,469
Resinas sintéticas	-1,649,899	Resinas sintéticas	-18,296,095
Fibras químicas	668,276	Fibras químicas	7,007,560
Elastómeros y negro de humo	35,956	Elastómeros y negro de humo	-154,313
Especialidades	-2,437,700	Especialidades	-12,650,255

Balanza comercial por ramas 1997-2002

Miles de toneladas		Miles de pesos	
Intermedios	-11,984,842	Intermedios	-82,038,043
Fertilizantes nitrogenados	-7,868,813	Fertilizantes nitrogenados	-9,980,167
Resinas sintéticas	-8,794,327	Resinas sintéticas	-113,914,887
Fibras químicas	578,061	Fibras químicas	5,665,031
Elastómeros y negro de humo	220,540	Elastómeros y negro de humo	-238,485
Especialidades	-3,358,226	Especialidades	-48,316,866

Fuente: Elaboración propia con datos del anuario Petroquímica, Secretaría de energía, varios años.

Desglosando la industria petroquímica por ramas de actividad⁶⁹ y en dos períodos, uno hasta 1996 cuando empieza a decaer el ritmo de actividad de la industria petroquímica y el otro después de 1996. Es posible observar como en el primer período (1993-1996) sólo dos de las seis ramas presentan un saldo negativo en términos de volumen: resinas sintéticas y especialidades, mientras que en términos de valor únicamente dos ramas presentan un saldo positivo: fertilizantes nitrogenados y elastómeros y negro de humo. Para el segundo período de observación (1997-2002) únicamente dos ramas presentan un saldo positivo en términos de volumen: fibras químicas, elastómeros y negro de humo, mientras que en términos de valor solamente la rama de fibras químicas mantiene un saldo positivo (ver tabla 3). Las ramas restantes presentaron un déficit importante destacando: resinas sintéticas, productos intermedios y especialidades. Estas cifras demuestran como a partir 1996 se deteriora la capacidad de la industria petroquímica de satisfacer la demanda doméstica y de manera creciente se recurre a las importaciones para cubrir las necesidades de consumo.

2.5.2 Indicadores operativos: Capacidad instalada y Producción.

Para un análisis más detallado de estos indicadores operativos considero conveniente dividir este período en dos partes. La primera de 1980-1996 y la segunda de 1996-2001. La selección de estos períodos no es arbitraria sino obedece al hecho que entre estos dos intervalos de tiempo los indicadores operativos presentan notables cambios.

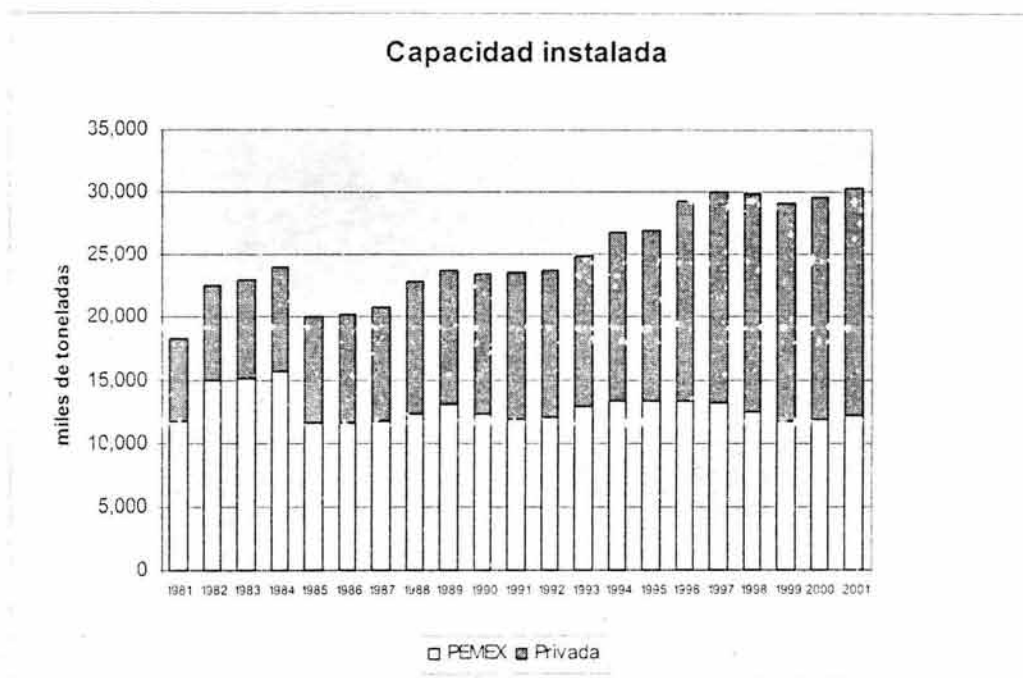
Durante el primer período la capacidad instalada de la industria creció a un ritmo de 4% anual y la producción a 5.2% para satisfacer una demanda que crecía a tasas de 4.1% anuales. En este período el sector privado mantiene un gran dinamismo, sus niveles de capacidad instalada y producción crecieron a un ritmo poco mayor del 9% anual mientras que el sector paraestatal creció a

⁶⁹ La industria petroquímica en México se encuentra dividida en seis ramas de actividad: intermedios, fertilizantes nitrogenados, resinas sintéticas, fibras químicas, elastómeros y negro de humo y Especialidades (que se encuentra dividida en 13 subramas). Es posible agregar una rama adicional que es la referida a la producción de productos petroquímicos básicos que se encuentra monopolizada por el estado a través de PEMEX.

tasas más moderadas de 0.9% y 3% anual respectivamente. Como se puede ver en la gráfica 10 el incremento en la producción y la capacidad instalada durante este período estuvo cercana al crecimiento de la demanda doméstica de productos petroquímicos.

Gráfica 10

Industria Petroquímica Capacidad Instalada



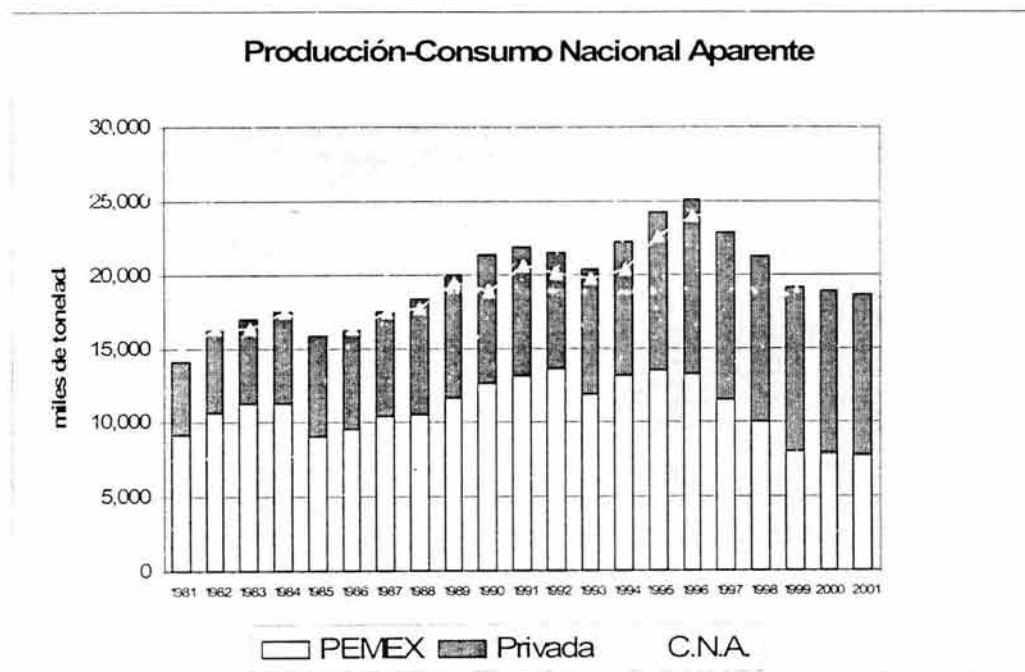
Fuente: Elaboración propia en base a La industria química en México, varios años, INEGI.

Durante este primer período la aportación de PEMEX continúa siendo determinante, al inicio de la década de los ochenta PEMEX Petroquímica aportaba el 63.7% de la capacidad instalada y el 64.7% de la producción total de la industria petroquímica. La menor inversión por parte de PEMEX durante la década de los ochenta junto a un mayor dinamismo de inversiones por parte de la iniciativa privada empiezan a revertir esta tendencia, para 1996 PEMEX ya había reducido su participación a 45.3% y 52.8% de la capacidad instalada y producción total de la industria petroquímica respectivamente.

La incapacidad de PEMEX de satisfacer la demanda de productos petroquímicos básicos y el crecimiento de la demanda interna provocada por la

activación económica, provocan que a partir de 1996 se de un fuerte incremento en las importaciones, impactando de manera negativa las cuentas nacionales externas (ver gráfica 11). Es a partir de 1996 que la IPQ empieza a resentir el efecto de un incremento prácticamente nulo de la capacidad instalada en la última década de PEMEX Petroquímica.

Gráfica 11
Industria petroquímica Consumo Nacional Aparente.



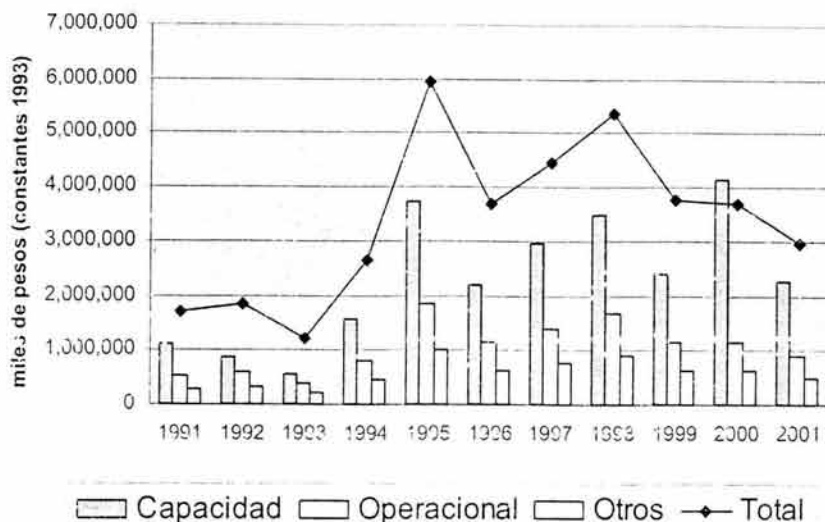
Fuente: Elaboración propia en base a La industria química en México, varios años, INEGI.

2.5.3 Inversión.

Durante los últimos diez años (1991-2001) la inversión total en la industria petroquímica se ha distribuido en promedio de la siguiente forma: ampliación de la capacidad instalada y nuevos proyectos 52%, proyectos operacionales (seguridad, ahorro de energía, protección ecológica, reposición de equipo) 31% y otras inversiones 17% (Ver gráfica 12).

Gráfica 12

Inversión Total Industria Petroquímica

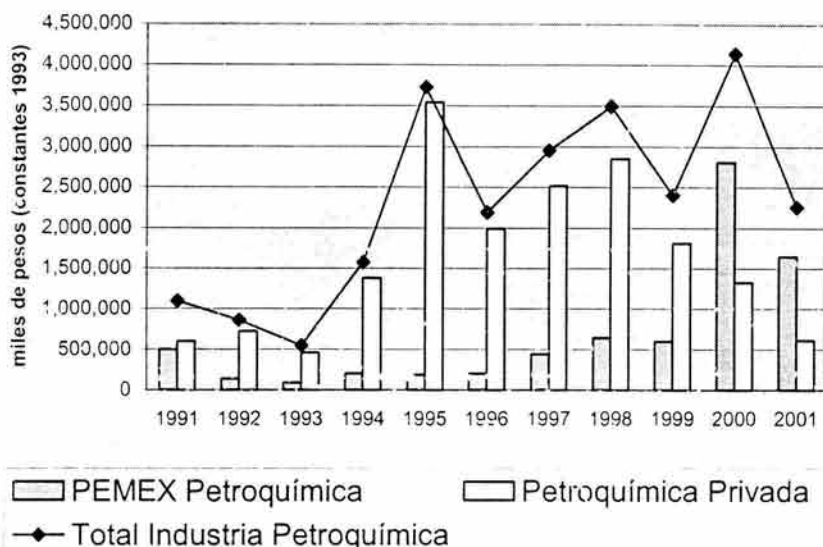


Fuente: PEMEX Memoria de labores y Petroquímica anuario estadístico 1994-2003, Secretaría de energía.

El monto promedio anual destinado a la inversión fue del orden de los 3,380 millones de pesos, sin embargo el monto destinado al incremento de capacidad de producción no ha sido suficiente para cubrir la creciente demanda de productos petroquímicos. Durante esta última década la participación de la iniciativa privada ha sido la más importante al participar con un 79% de la inversión total. Del total de la inversión privada, el 61% se canalizó a nuevas plantas y ampliación de la capacidad instalada y el resto a reposición de equipo, proyectos ecológicos y otros. Mientras que el monto de la inversión pública se distribuyó de la siguiente manera: 88% a mantenimiento, reposición de equipo, infraestructura física y comunicaciones, seguridad, cumplimiento de las normas ambientales y mejora de procesos, y sólo un 12% a ampliación de la capacidad instalada y nuevas plantas, incluso hubo años en los que la inversión devengada fue prácticamente nula como en 1993 (Ver gráfica 13).

Gráfica 13

Inversión en Capacidad Instalada Industria Petroquímica.



Fuente: PEMEX Memoria de labores y Petroquímica anuario estadístico 1994-2003. Secretaría de energía.

En la última década, los únicos proyectos relativos a la capacidad productiva en que se involucró PEMEX Petroquímica fueron los siguientes: planta de propileno en Morelos (1991-1995), ampliación de la planta de derivados clorados en Pajaritos, Veracruz (1997-1999), rehabilitación de la planta de amoníaco (IV, V, VI y VII) Cosoleacaque, Veracruz (1997-1999) y la ampliación de la planta de óxido de etileno de 28,000 t/a a 50,000 t/a (iniciado 1998).

A partir del año 2000, PEMEX ha destinado mayores montos de inversión para incrementar su capacidad instalada. Para 2003 PEMEX Petroquímica terminará y pondrá en operación la ampliación de dos plantas de polietileno en los complejos Morelos y La Cangrejera. Con lo que se tiene previsto aumentar en un millón 715 mil toneladas la producción de derivados del metano y en 251 mil toneladas los de etano. De la misma forma, se incrementará la producción de acrilonitrilo y polipropileno, entre otros productos, a fin de alcanzar la meta de 9

millones 663 mil toneladas anuales de petroquímicos. También se terminará la planta de monómero de vinilo en el complejo petroquímico de Pajaritos y continuará con la conversión de polipropileno a polietileno en el complejo Morelos.

En un esfuerzo mucho mayor por reactivar el dinamismo de la industria petroquímica en México, PEMEX ha anunciado el denominado proyecto Fénix, que tiene como objetivo el desarrollo y construcción de dos nuevos complejos petroquímicos en el corredor industrial Morelos-La Cangrejera, con inversiones por 3 mil millones de dólares. Se tiene contemplado la participación de empresas privadas en este proyecto para lo que se presentará un esquema de inversión que resulte atractivo y logre destrabar la falta de inversión en este sector.

Dichos complejos estarán encaminados a fortalecer la producción de etileno y de químicos derivados de las naftas. Se prevé que ambos complejos petroquímicos generen ahorros por concepto de importaciones de hasta 4 mil millones de dólares.

PEMEX busca que este proyecto sea un aliciente para que la iniciativa privada sea un verdadero detonador de la industria petroquímica, la cual estaría enfocada a satisfacer las necesidades del mercado de EU, Canadá y México¹.

De llevarse a cabo este ambicioso proyecto sin duda la industria petroquímica regresará a la senda del crecimiento. Habrá que esperar para ver si el fracaso de esquemas anteriores ha servido de experiencia tanto a PEMEX como a la Secretaría de Energía y en este caso se presente un esquema que resulte atractivo y conveniente tanto para PEMEX como para los inversionistas privados y por fin se puedan canalizar los recursos necesarios para la reactivación y crecimiento de la industria².

¹ PEMEX (2003).

² En Octubre de 1996 el gobierno federal a través de la Secretaría de Energía anunció la Nueva Estrategia para la Industria Petroquímica con la que se pretendía impulsar la modernización y expansión de la capacidad productiva de la industria a través de la participación armónica de la inversión pública y privada, nacional o extranjera. La primera etapa de esta estrategia consistió en la formulación, aprobación por el H.

Los resultados recientes demuestran que la desregulación y la mayor apertura a la competencia en la IPQ no han desencadenado incrementos en la capacidad instalada, en una mayor integración vertical de la industria o estimulado los procesos de innovación tecnológica. Por el contrario, la industria ha mantenido una actitud muy pasiva respecto a la inversión en capacidad productiva e inversión en investigación y desarrollo de nuevos procesos y productos. Lo que en una industria en que la mayor rentabilidad y control de mercado se encuentran muy relacionados a una mayor innovación tecnológica, mantener esta tendencia compromete el mismo futuro de la industria.

Congreso de la Unión y la publicación de las reformas a la Ley Reglamentaria del artículo 27 Constitucional en el ramo del petróleo, en materia de petroquímica (13 de Noviembre de 1996), que eliminó el permiso petroquímico y se definió los productos básicos cuya elaboración, transporte, almacenamiento, distribución y ventas de primera mano corresponde a la nación a través de PEMEX. Como resultado de estas acciones, los particulares, nacionales y extranjeros pueden invertir hasta 100% en nuevas empresas de petroquímica no básica. La segunda etapa se refiere a la constitución de las empresas filiales a partir de las plantas petroquímicas incorporadas a PEMEX-Petroquímica. Estas con una integración operativa que fuera atractiva para la inversión del capital privado a partir de los complejos y plantas petroquímicas existentes. La tercera etapa consiste en colocar entre particulares hasta 49% del capital social de las empresas filiales formadas. Esta nueva estrategia no resultó ser atractiva para los inversionistas privados como quedó demostrado a la hora de poner en marcha la tercera etapa que tuvo que ser cancelada por el desinterés de los inversionistas. Secretaría de Energía (1997).

Capítulo 3

La competitividad de la Industria Petroquímica en México.

El estudio del nivel de competitividad de la industria petroquímica en México es importante ya que cualquier propuesta de política para la reactivación, desarrollo e incremento de la competitividad de este sector debe partir de bases realistas acerca de la posición actual de competitividad de la industria. Desde esta perspectiva, en este capítulo se examinarán el nivel de la competitividad de la industria petroquímica en México en la década de los noventa. Este período se define por la importancia concedida a evaluar las condiciones de competitividad de la industria en el marco de las reformas económicas que se profundizaron al inicio de la década de los noventa y con la puesta en marcha del Tratado de Libre Comercio de América del Norte. Este análisis es crucial para entender los retos de la industria petroquímica y de la política industrial de México hacia este sector en el Siglo XXI.

Es importante destacar que aunque el sector petroquímico ha cobrado un creciente interés para los investigadores y por tanto existen muchas publicaciones al respecto, lo que se busca en este trabajo es proporcionar nuevos discernimientos y elementos para una evaluación de la competitividad de la industria petroquímica. Considerando que la mayoría de los autores sólo analiza ciertos aspectos de la competitividad del sector, especialmente el aspecto comercial (Clavijo & Mattar 1994), o muy superficiales (IMEF 1995) y por parte de los análisis oficiales, incluyendo los más recientes, estos han sido insuficientes y carecen tanto de profundidad como de interés público (SENER 1997 y SENER 2002).

En este capítulo se utilizan las variables macroeconómicas y microeconómicas relevantes para determinar el nivel actual de competitividad del sector y de sus respectivas ramas. Con lo que se busca determinar que ramas son competitivas y su potencial de desarrollo. Así mismo, se comparará la

competitividad de la industria petroquímica en México con la industria petroquímica en Los Estados Unidos a fin de determinar la brecha existente de competitividad con respecto a la que es quizás la industria petroquímica más competitiva del mundo.

Para la medición de la competitividad se van a utilizar dos indicadores que permiten estimar tanto el nivel de competitividad comercial como el nivel de competitividad de desempeño – eficiencia económica – de la industria petroquímica. Es importante medir la competitividad en estas dos dimensiones porque en un contexto global las empresas ubicadas en México sólo podrán ser competitivas, si son capaces de obtener resultados microeconómicos satisfactorios (rentabilidad) así como de competir con éxito en los mercados internacionales⁷².

3.1 El concepto de competitividad.

Aunque el tema de la competitividad ha alcanzado enorme trascendencia en nuestros días, esta cuestión no es nueva, los economistas clásicos ya buscaron responder el porqué determinadas naciones tenían éxito en la competencia internacional. Por ejemplo, Adam Smith llegó a la conclusión de que una nación tiene éxito comercializando los productos en que puede ofrecer el más bajo precio a nivel mundial, creando el concepto de la ventaja absoluta⁷³.

Hoy es ampliamente reconocido que los productos especializados y diferenciados, las economías de escala y la innovación tecnológica son factores determinantes para que determinados sectores industriales en determinados países alcancen el liderazgo en la preferencia de los

⁷² Dentro del contexto de este estudio se va adoptar la definición de competitividad a nivel microeconómico más difundida (US Commission on industrial competitiveness): competitividad es la capacidad de vender un producto o servicio obteniendo una utilidad. Es decir, para que una empresa sea competitiva debe de ser capaz de ofrecer precios más bajos o productos de mejor calidad que sus competidores. Teniendo claro que las condiciones de la economía en su conjunto: estabilidad de precios, niveles de educación, dotación de los factores y políticas públicas son elementos que tienen un impacto significativo en la competitividad de las empresas e industrias dentro de una economía.

⁷³ Smith Adam (1991).

consumidores, determinando de esta manera los flujos comerciales entre naciones. En la actualidad la habilidad para competir en el mercado mundial es una de las mayores preocupaciones de los países y sus empresas. Ambos buscan activamente la manera de alcanzar elevados niveles de competitividad, lo que a veces se ha convertido en una "peligrosa obsesión"⁷⁴.

Dentro de la literatura no existe una definición universal de lo que es competitividad ya que existen muchos debates alrededor de este concepto. Las definiciones que existen dependen del nivel de agregación en que se aplican: macroeconómico (nacional) ó microeconómico (regional, sectorial, empresarial)⁷⁵.

A nivel microeconómico, la mayoría de los autores definen competitividad como la ventaja que poseen empresas o industrias en relación a sus competidores en los mercados domésticos e internacionales⁷⁶. Mientras que a nivel macroeconómico, competitividad se refiere al mejor desempeño de una economía en relación con la de otros países, donde el mejor desempeño puede referirse al crecimiento económico⁷⁷, éxito en las exportaciones⁷⁸ e incremento en el bienestar de la población.

⁷⁴ Krugman Paul (1994).

⁷⁵ Desde luego, existen significantes diferencias entre la competitividad de una empresa y la competitividad de un país. La competencia entre empresas, la cuál es usualmente oligopólica, implica ganadores y perdedores, pero el éxito de un país en el mercado mundial no es necesariamente a expensas de otros países, porqué un nivel elevado de exportaciones puede estar acompañado de un nivel elevado de importaciones.

Ver Krugman Paul (1994).

⁷⁶ La Comisión de competitividad de Los Estados Unidos (U.S. Commission on Industrial Competitiveness) define la competitividad como la habilidad de una empresa para producir bienes y/o servicios que cumplan con los estándares requeridos en los mercados internacionales. Para Porter, competitividad para una industria significa la habilidad para competir en el mercado mundial y la habilidad para hacerlo depende de la productividad con que las empresas que participan en la industria utilicen sus recursos: trabajo y capital. (Porter E. Michael 1990). Para la OCDE, Competitividad es la habilidad de las compañías o industrias para generar, en tanto están o permanezcan expuestas a la competencia internacional, relativamente altos factores de ingreso y niveles de empleo con una base sustentable. (The World Economic Forum (1996).

⁷⁷ The World Economic Forum (Op. cit.).

⁷⁸ Porter E. Michael (Op. Cit.)

Dentro de este estudio se va adoptar la definición de competitividad a nivel microeconómico más difundida⁷⁹: la capacidad de una industria o empresa de vender un producto o servicio obteniendo una utilidad, en tanto permanece expuesta a la competencia internacional.

3.2 Indicadores de competitividad.

En la literatura existen algunos indicadores de competitividad que son susceptibles de ser utilizados en estudios empíricos⁸⁰. Todos estos indicadores parten de la base que el mercado es capaz de determinar la competitividad de las actividades económicas a través de información de flujos comerciales, precios, utilización de los factores de la producción y resultados financieros.

Como este estudio tiene como objeto de estudio la industria petroquímica se seleccionaron dos indicadores que permiten medir la competitividad considerando este nivel de segregación. Uno de los indicadores es el índice de ventaja competitiva revelada – comercial - y el otro es un indicador de eficiencia económica obtenido mediante el uso de un modelo de frontera de producción no-paramétrico (Análisis Global de Datos⁸¹). Una descripción de ambos indicadores se presenta a continuación.

3.2.1 Indicador de competitividad comercial: índice de ventaja competitiva revelada.

Ten Kate⁸² propone un indicador de competitividad comercial basado en un método dado a conocer por Bela Balassa⁸³ y que es aplicable a diversos niveles de agregación (por productos, industrias o países) que se define de la siguiente manera:

⁷⁹ Teniendo claro que las condiciones de la economía en su conjunto; estabilidad de precios, niveles de educación, dotación de los factores y políticas públicas son elementos que tienen un impacto significativo en la competitividad de las empresas e industrias dentro de una economía.

⁸⁰ Balassa B. (1965), Porter M. (1990), Casar (1993), Hernández Laos (2000).

⁸¹ También conocido como DEA por sus siglas en inglés Data Envelopment Analysis.

⁸² Ten Kate Adrian (1996).

⁸³ Bougriné Hassan(2001) & Lauren Keld(1998).

$$\beta_{kn} = \frac{\sum_i (X_i^{kn} \left(\frac{P_i^n}{P_i^k}\right) - M_i^{kn} \left(\frac{P_i^k}{P_i^n}\right))}{\sum_i (X_i^{kn} + M_i^{kn})}$$

- β_{kn} Indicador de competitividad comercial.
- X_i^{kn} Valor de exportaciones del producto (ó sector) "i" provenientes del país "k" enviadas al país "n".
- M_i^{kn} Valor de las importaciones del producto (ó sector) "i" provenientes del país "k" enviadas al país "n".
- P_i^k Precio doméstico del producto "i" en el país "n".
- P_i^n Precio doméstico del producto "i" en el país "n".

El índice puede descomponerse en dos partes, una que cuantifica las diferencias absolutas de precios entre los países "k" y "n" y que conforma lo que Ten Kate denomina como competitividad potencial; y la otra parte que cuantifica las diferencias en el comercio bilateral de los dos países, lo que conforma el indicador de competitividad revelada.

El índice de ventaja competitiva revelada puede utilizarse a diferentes niveles de agregación sectorial y de países. En el caso extremo puede ser utilizado a nivel de producto específico y en comparaciones bilaterales entre dos países. Así mismo puede ser utilizado para grupos de productos o a nivel industrias o a nivel de sector económico de actividad, a través de la ponderación de los respectivos productos, de acuerdo a su importancia relativa en los flujos totales de comercio.

En el caso de que no se dispone de información sobre las diferencias absolutas (bilaterales o multilaterales) de precios entre países, el índice de ventaja

competitiva revelada tiene que suponer que tales diferencias son nulas con lo cuál el cálculo del indicador se reduce de la siguiente manera⁸⁴:

$$\beta_{kn} = \frac{\sum_i (X_i^{kn} - M_i^{kn})}{\sum_i (X_i^{kn} + M_i^{kn})}$$

En este caso el indicador se convierte en sólo una medida de la competitividad revelada. Pudiendo tener un valor entre (+1,-1). Los valores positivos del índice de competitividad revelada indican que el país "k" tiene una posición favorable (competitiva) en sus transacciones y lo contrario ocurre para valores del índice menores de cero.

3.2.2 Indicador de eficiencia económica (competitividad de desempeño).

El término eficiencia económica se utiliza para describir la eficiencia en un sentido que incluye tanto a la eficiencia técnica como a la eficiencia en la asignación de recursos por parte de una empresa. Una empresa es considerada técnicamente eficiente si es capaz de obtener un nivel máximo de producto dado un conjunto de insumos o bien si es capaz de utilizar un conjunto mínimo de insumos para producir un mismo nivel de producto. Una empresa es considerada eficiente en la asignación de recursos, si esta emplea los factores de producción de tal manera que no sea posible obtener mejores resultados haciendo una sustitución de cualquiera de los insumos (donde la tasa marginal de sustitución entre cualquiera de dos insumos es igual a la razón correspondiente de los precios de los insumos).

En la literatura existen dos enfoques para medir la eficiencia económica de las industrias: métodos paramétricos y no-paramétricos. Ambos enfoques parten de distintas consideraciones acerca de la distribución probabilística de las estimaciones de eficiencia económica y de los errores de estimación. Y ambas buscan estimar la frontera de costo (utilidad) completamente eficiente de una

⁸⁴ Hernández Laos (2000).

empresa, mediante una muestra de empresas dentro de una industria. Una empresa localizada en la frontera eficiente se considera la más eficiente (competitiva) y medición de la eficiencia económica se determina en relación a la distancia relativa a la frontera eficiente⁸⁵.

Los métodos paramétricos requieren una forma funcional particular para ser especificada como la frontera de costo (utilidad) eficiente. Estos enfoques sufren de errores de especificación potenciales porque la forma funcional especificada de la frontera de costo (utilidad) es sólo una aproximación de la verdadera pero desconocida función⁸⁶. En tal sentido los métodos no-paramétricos tienen una importante ventaja ya que proponen la utilización de una diversidad de índices que relacionan los insumos con los productos o resultados del proceso productivo en un período determinado.

Dentro de estos métodos el Análisis Global de Datos (AGD) es una técnica de optimización basada en la programación lineal que permite la generalización de la medida de eficiencia económica de un sistema de insumo y producto únicos, a un sistema de múltiples insumos y productos mediante una medida de eficiencia relativa que se obtiene como el cociente de un producto y un insumo virtual únicos. De esta manera el AGD se ha convertido en una nueva e importante herramienta para la medición de la eficiencia económica⁸⁷.

Este método fue desarrollado por Charnes, Cooper and Rhodes⁸⁸ a finales de los años setenta y fue mejorado por Banker, Charnes y Cooper⁸⁹ en 1984 para incluir la posibilidad de rendimientos variables a escala. Debido a sus autores los modelos básicos del AGD se conocen como CCR ó BCC.

Desde 1978 se han publicado gran cantidad de artículos y libros relativos al AGD y se utilizado este método para evaluar y comparar la eficiencia de unidades educativas, del sistema financiero, la producción agropecuaria,

⁸⁵ Huang Tai-Hsin and Wang Mei-Hui(2002).

⁸⁶ Huang Tai-Hsin and Wang Mei-Hui (Ibid).

⁸⁷ Una descripción y análisis más detallado del Análisis Global de Datos se encuentra en el anexo I al final de este trabajo.

⁸⁸ Charnes A., Cooper W.W. & Rhodes E. (1978).

⁸⁹ Banker, K.D., Charnes, A. and Cooper, W.W. (1984).

transporte, ejército, estudios de mercado e industrias entre muchas otras aplicaciones.

El modelo básico CCR se expresa de la siguiente manera:

$$\text{Max } \theta_0 = \frac{\sum_i \mu \cdot y_i}{\sum_j v \cdot x_j}$$

Sujeto a:

$$\frac{\sum_i \mu \cdot y_i}{\sum_j v \cdot x_j} \leq 1 \text{ para todo DMU } k=1,2,3,\dots,n.$$

$$\mu \geq 0$$

$$v \geq 0$$

Donde:

θ_0 = Medida de eficiencia de la unidad de decisión sujeta a análisis ($0 \leq \theta_0 \leq 1$).

N = Número de unidades de decisión sujetas a análisis.

I = Número de productos.

J = Número de insumos.

Matemáticamente, una unidad de decisión es denominada eficiente si la medida de eficiencia θ que se obtiene con el modelo de análisis global de datos da un valor igual a 1. De lo contrario la unidad se considera ineficiente⁹⁰.

⁹⁰ El AGD no permite obtener errores aleatorios debidos por ejemplo mediciones erradas, clima, huelgas, etc. Lo que implica que cualquier desviación de la frontera eficiente es atribuida a la ineficiencia. (Huang Tai-Hsin and Wang Mei-Hui (Ibid)).

3.3 Resultados: índices de competitividad comercial para la industria petroquímica en México.

En este trabajo de investigación el índice de competitividad comercial es estimado para la industria petroquímica y las seis ramas principales que la componen para el periodo de 1993-2001⁹¹. Siendo este índice un indicador de la competitividad comercial y considerando que la industria petroquímica mantiene un déficit en las transacciones comerciales con el exterior desde mediados de los ochentas, es de esperarse que en valor del índice se encuentre en valores por debajo de cero.

En la tabla 4 se presentan para el periodo 1993-2001 los índices de ventaja competitiva comercial para la industria petroquímica y las seis ramas que la integran.

Los resultados presentados en la tabla permiten concluir lo siguiente:

- a) Un deterioro constante de la competitividad comercial de la IPQ en México.
- b) La rama de intermedios sufre la mayor pérdida de competitividad comercial. Lo que sin duda es determinante en el desempeño de toda la industria, siendo que los petroquímicos intermedios son insumos utilizados en las otras ramas petroquímicas (especialmente fibras químicas y resinas sintéticas).
- c) La rama de fibras químicas es la única que tiene mantiene una posición de relativa competitividad a lo largo del periodo (índice es muy cercano a 1), aunque se deteriora notablemente al final del periodo. El efecto negativo del desempeño de la rama de intermedios sin duda provoca la disminución en el índice de competitividad de la rama de fibras químicas.

⁹¹ No se contó con la información de precios relativos a nivel de todas las ramas y países para poder calcular el componente potencial de la competitividad comercial a nivel de la industria petroquímica y de las ramas que la componen, por lo que el cálculo y análisis se concentra en el componente revelado del índice de ventaja competitiva comercial.

Tabla 4

Evolución del índice de ventaja competitiva comercial 1993-2002.

Industria Petroquímica.

β_{1993}	β_{1994}	B_{1995}	β_{1996}	β_{1997}	B_{1998}	β_{1999}	B_{2000}	β_{2001}	β_{2002}
-0.26	-0.20	-0.10	-0.24	-0.36	-0.41	-0.45	-0.47	-0.48	-0.51

Intermedios.

β_{1993}	β_{1994}	B_{1995}	β_{1996}	β_{1997}	B_{1998}	β_{1999}	B_{2000}	β_{2001}	β_{2002}
-0.1	0.09	0.01	-0.19	-0.38	-0.039	-0.41	-0.41	-0.46	-0.57

Resinas sintéticas.

β_{1993}	β_{1994}	B_{1995}	β_{1996}	β_{1997}	B_{1998}	β_{1999}	B_{2000}	β_{2001}	β_{2002}
-0.58	-0.61	-0.48	-0.53	-0.59	-0.64	-0.68	-0.67	-0.67	-0.68

Fibras químicas.

β_{1993}	β_{1994}	B_{1995}	β_{1996}	β_{1997}	B_{1998}	β_{1999}	B_{2000}	β_{2001}	β_{2002}
0.28	0.42	0.62	0.41	0.31	0.17	0.14	0.02	0.04	0.04

Elastómeros y negro de humo.

β_{1993}	β_{1994}	B_{1995}	β_{1996}	β_{1997}	B_{1998}	β_{1999}	B_{2000}	β_{2001}	β_{2002}
-0.19	-0.15	0.08	-0.05	-0.12	-0.07	-0.13	-0.02	0.09	0.08

Fertilizantes Nitrogenados.

β_{1993}	β_{1994}	B_{1995}	β_{1996}	β_{1997}	B_{1998}	β_{1999}	B_{2000}	β_{2001}	β_{2002}
-0.42	-0.08	0.61	0.23	-0.08	-0.18	-0.30	-0.63	-0.64	-0.92

Especialidades.

β_{1993}	β_{1994}	B_{1995}	β_{1996}	β_{1997}	B_{1998}	β_{1999}	B_{2000}	β_{2001}	β_{2002}
-0.53	-0.52	-0.43	-0.46	-0.47	-0.47	-0.48	-0.51	-0.51	-0.41

Fuente: Cálculos propios.

d) La rama de elastómeros y negro de humo ha visto mejorar su competitividad comercial en los últimos años, pero no por una mejora en la productividad de las plantas o aumento de capacidad instalada, sino por una caída en la demanda interna de los productos de esta rama⁹².

e) Una combinación de factores internos y externos provocan que durante 1994-1995 en las ramas de intermedios, fertilizantes nitrogenados, elastómeros y negro de humo se vea interrumpida la tendencia de deterioro de la competitividad comercial, así como un importante salto (de 0.42 a 0.62) en el índice de ventaja competitiva comercial para el caso de las fibras químicas. Por una parte, la caída de la demanda interna provocada por la crisis de 1994-1995 y por otro la entrada de la industria petroquímica internacional en 1994 en un

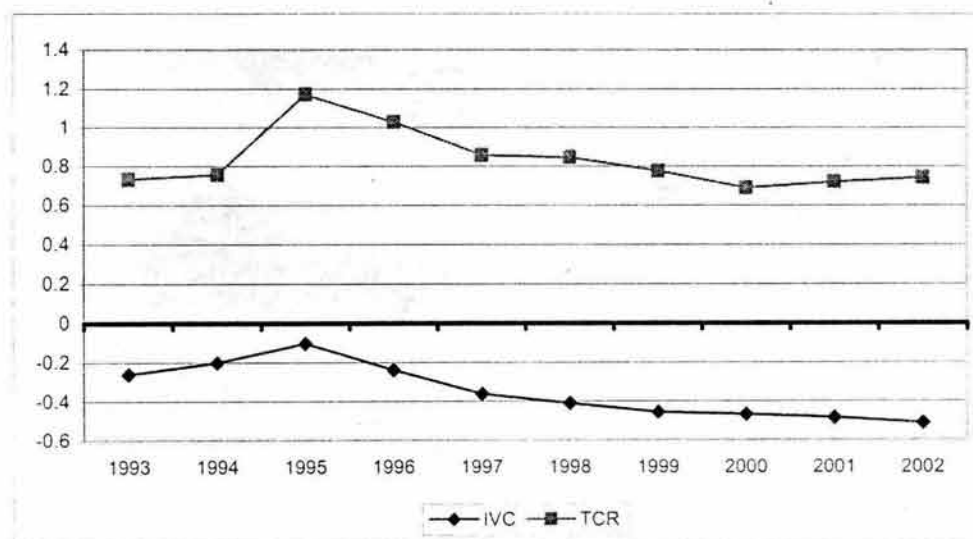
⁹² La industria del calzado es un importante consumidor de los productos de esta rama, pero en estos años su actividad económica se ha visto en problemas por la fuerte competencia desleal que representa la importación de productos ilegales provenientes de China (SENER 2002).

ciclo ascendente que alcanza un máximo histórico en 1995 y que impulsa la demanda externa de productos petroquímicos, lo que junto con la devaluación del peso en 1994 incrementa favorablemente las exportaciones⁹³ y tiene un efecto positivo en el índice de ventaja competitiva comercial de estas ramas.

La devaluación del peso en 1994-1995 provocó que la competitividad comercial de algunas ramas de la industria petroquímica mejorara de manera notable, incluso en el caso de los intermedios llegó a ser positiva. Una vez pasando el efecto de la devaluación y la paulatina sobrevaluación del peso en los años siguientes hace que este resultado se revierta a partir de 1996⁹⁴. Estos movimientos descritos ponen en evidencia la relevancia que tiene el tipo de cambio real en los índices de competitividad comercial de la petroquímica en México a lo largo del período. En la gráfica 14 se puede observar la relación entre el tipo de cambio real y el índice de ventaja competitiva comercial para la IPQ en México en el período descrito.

Gráfica 14

Evolución del índice de ventaja competitiva comercial y tipo de cambio real.



Fuente: Cálculos propios.

⁹³ Petroleum Economist (1996).

⁹⁴ Una alteración en el tipo de cambio rompe el equilibrio en todos los mercados de mercancías, se deben de esperar cambios en la producción doméstica, consumo, importaciones, exportaciones y términos de intercambio. Y como los mercados se ajustan lentamente a un nuevo equilibrio, toma un tiempo antes de que los importadores y exportadores se ajusten a la nueva realidad económica durante una devaluación o una apreciación del tipo de cambio doméstico (Chacholiades M. 1990).

En la gráfica 14 es posible apreciar que el índice de competitividad comercial de la industria petroquímica y el tipo de cambio real tienen un comportamiento bastante uniforme y podría esperarse que presentarían una correlación elevada a lo largo del período de estudio (1993-2002). El análisis de regresión respectivo se muestra a continuación⁹⁵:

Si IVC_t es el índice de ventaja competitiva comercial de la industria petroquímica y TRC , TRC_{t-1} y TRC_{t-2} el tipo de cambio real, tipo de cambio real con un rezago y tipo de cambio real con dos rezagos respectivamente, la recta de regresión lineal múltiple estimada para el período 1993-2002 es la siguiente:

$$IVC_t = -1.332 + 0.486*TRC + 0.268*TRC_{t-1} + 0.437*TRC_{t-2}$$

(-42.6) (17.7) (9.1) (16.1)

$$R^2 = 0.99 \quad \sigma^2 = 0.0005 \quad d.w. = 1.89 \quad F = 374.2$$

Todos los coeficientes son estadísticamente diferentes de cero con un 95% de probabilidad. La ecuación es significativa en términos estadísticos como lo demuestra la prueba de significación global ($F=374.2$) y libre de autocorrelación ($dw=1.89$).

Como puede observarse la correlación entre ambas variables es elevada (el TCR explica más del 95% de la variación en el IVC) y mantienen cierta proporcionalidad a lo largo del período de estudio. En el sentido que un incremento en el tipo de cambio real (depreciación del peso) provoca un aumento en el valor del índice de ventaja competitiva comercial, lo que se traduce en un impacto positivo en la competitividad. Sucede lo contrario en el caso de un decremento en el tipo de cambio real (apreciación del peso).

Hay que considerar que la ventaja competitiva comercial no se encuentra asociada únicamente con el tipo de cambio de real y tipo de cambio real con rezago sino que también responde a otros factores como son la apertura comercial o el nivel de la actividad económica, además se incluyó un

⁹⁵ Ver Anexo 2 para el cálculo completo.

parámetro T que mide el tiempo en años para detectar la tendencia del IVC a lo largo del período⁹⁶. Para corroborar estas hipótesis empíricamente se efectuó la siguiente regresión entre índices de ventaja competitiva comercial revelada de la industria petroquímica, tipo de cambio real y otros indicadores para el período 1993-2002⁹⁷.

$$\text{IVC}_t = -3.531 + 0.026 \cdot \text{PIB}_t + 1.042 \cdot \text{TCR}_t - 0.132 \cdot T$$

(-4.48) (3.88) (5.78) (-5.16)

$$R^2 = 0.980 \quad \sigma^2 = 0.0001 \quad \text{d.w.} = 2.6 \quad F = 101.4$$

Todos los coeficientes son estadísticamente diferentes de cero con más de 95% de probabilidad. La ecuación es significativa en términos estadísticos como lo demuestra la prueba de significación global (F=101.4) y libre de auto correlación (d.w.=2.6).

Los resultados del análisis econométrico permiten sostener lo siguiente en cuanto a la ventaja competitiva revelada de la industria petroquímica (βIPQ) durante el período de estudio:

- a) El índice de ventaja competitiva comercial responde más que proporcionalmente a un movimiento en el tipo de cambio real. Siendo un indicador de competitividad comercial es de esperarse que una apreciación del tipo de cambio real tenga efectos negativos en el intercambio comercial – privilegiando la importación sobre la exportación de productos por el diferencial de precios - y en consecuencia en la competitividad comercial de la industria. Lo contrario tan bien es cierto, provocando un efecto favorable en el intercambio comercial y el índice de ventaja competitiva comercial, los años 1994-1995 son significativos para ejemplificar este comportamiento. El comportamiento del índice de ventaja competitiva comercial, incremento favorable, permite sostener que la competitividad comercial se ve afectada favorablemente por la existencia

⁹⁶ Edwards Sebastian (1998).

⁹⁷ Se incluyó una variable binaria, TLCAN, que mide el efecto de la apertura económica y el Tratado de Libre Comercio, esta no aparece en la ecuación porque el parámetro correspondiente no es estadísticamente significativo. Ver anexo 2 para el cálculo completo.

de excedentes exportables. En ausencia de crecimiento interno, una parte de la producción doméstica se dedica al mercado externo, favoreciendo las exportaciones. De la misma manera, como se verá en punto c un incremento en la actividad económica afecta negativamente la competitividad comercial.

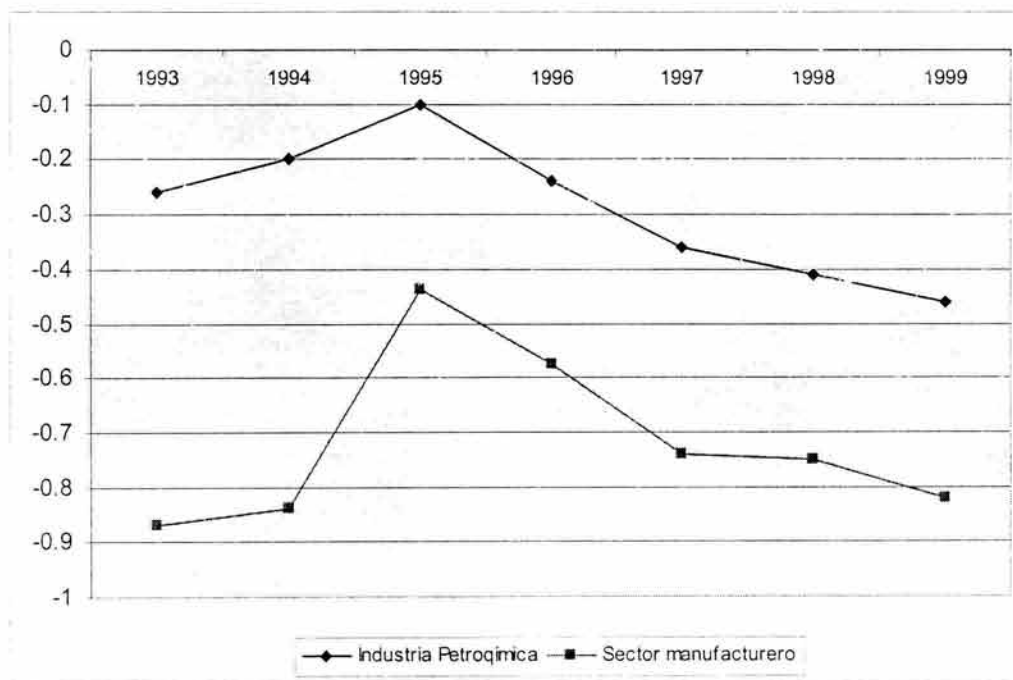
- b) El índice de ventaja competitiva comercial tiene una tendencia a decrecer a largo del período de estudio. El parámetro, T, incluido en la regresión para detectar la tendencia resulta ser estadísticamente significativo y con signo negativo a lo largo del período de estudio. Un resultado esperado considerando el deterioro presentado en el intercambio comercial de la IPQ a lo largo del período de estudio.
- c) El índice de ventaja competitiva comercial se ve afectado de manera positiva durante períodos moderados de crecimiento del PIB. Ya que durante una etapa de crecimiento más pronunciado de la economía donde se presente un aumento considerable de la demanda de productos petroquímicos, es de esperar que tenga un efecto negativo en la competitividad comercial de la industria, ya que no existe la capacidad productiva suficiente para cubrir un incremento sostenido de la demanda y es necesario incrementar las importaciones.
- d) La apertura comercial y el arranque del Tratado de Libre Comercio de América del norte no han tenido un efecto considerable en la evolución del índice de ventaja competitiva revelada de la industria petroquímica, el parámetro binario incluido en la regresión para medir este efecto, TLCAN, resulto no ser estadísticamente significativo. De hecho con la entrada al GATT en la década de los ochenta, la industria petroquímica ya había sido expuesta a la competencia⁹⁸, y el TLCAN no tuvo un mayor impacto en la competitividad comercial. Como se ha explicado previamente, el incremento favorable en el índice que se presenta en 1995 es el resultado de la macro devaluación del tipo de cambio en Diciembre de 1994 y no la entrada en vigor del tratado.

⁹⁸ Weintraub et al. (1991).

Hernández Laos realizó un estudio de la competitividad del sector manufacturero mexicano basándose en el indicador de ventaja competitiva comercial⁹⁹. Este estudio es útil para comparar los resultados obtenidos para la industria petroquímica en este estudio, con los del conjunto de la industria manufacturera¹⁰⁰ (ver gráfica 15).

Gráfica 15

Índice de ventaja competitiva comercial industria petroquímica y sector manufacturero en México, 1993-2000.



Fuente: Cálculos propios y para el sector manufacturero Hernández Laos (2000).

Como se puede ver en la gráfica 15, el comportamiento de ambos sectores industriales presenta bastante correlación y una tendencia decreciente en el largo plazo. Además existe un diferencial a favor de la IPQ en el índice de ventaja competitiva comercial, lo que demuestra que la IPQ tiene una mejor posición competitiva comercial relativa al resto del sector manufacturero.

⁹⁹ Hernández Laos utilizó para su estudio las 49 ramas manufactureras del sistema de cuentas nacionales, sin incluir la industria maquiladora (Hernández Laos 2000).

¹⁰⁰ El estudio de Hernández Laos abarca el periodo de 1990-2000 por lo que la comparación de los resultados obtenidos en este estudio se hace hasta el año 2000.

Reflexiones finales.

Siendo el índice de ventaja competitiva un indicador de competitividad comercial, éste se ve fuertemente afectado por los movimientos en el índice de cambio real, como se demuestra en los modelos previamente desarrollados. Como consecuencia, en el corto plazo la competitividad comercial de una economía esta ligada al tipo de cambio de real y por tanto es posible una mejora en este indicador mediante una depreciación del tipo de cambio real. Para los gobiernos siempre resulta una tentación utilizar una depreciación del tipo de cambio para incrementar el empleo de la economía (especialmente si los niveles de deuda pública inhiben la utilización de una política fiscal expansiva) o para restaurar el equilibrio externo. Sin embargo, como algunos estudios han demostrado ¹⁰¹, la utilización de la depreciación como un instrumento para incrementar la competitividad, en más de las veces lleva a resultados sub-óptimos y no puede utilizarse repetidas veces porque las depreciaciones causan incertidumbre y no es fácil asegurar que los niveles de precios alcanzarán niveles moderados en tales circunstancias.

En el largo plazo la competitividad tiene mucho más que ver con el crecimiento de la productividad. En una economía abierta y pequeña (como la mexicana) es necesario implementar políticas que busquen incrementar la productividad de los agentes económicos, lo que sin duda tendrá el efecto en el largo plazo de mejorar los niveles de bienestar de la nación.

3.4 Resultados: Índices de eficiencia económica de la industria petroquímica en México (competitividad de desempeño).

En el presente estudio se aplicó el método del análisis global de datos para determinar los índices de eficiencia económica (competitividad de desempeño) de la industria petroquímica en México para el período 1990-2000. En este

¹⁰¹ La efectividad de la depreciación del tipo de cambio en el incremento de la competitividad se ve afectada por factores tales como: baja elasticidad de precios en el comercio internacional, incapacidad para afectar el tipo de cambio real y sobre todo lo impredecible de los efectos de la depreciación cambiaria (inflación, fugas de capital, etc).

Ver Boltho Andrea (1996) & Dornbusch Rudi (1996).

apartado se presentan las variables empleadas para la medición de la eficiencia económica de la industria petroquímica, el modelo de AGD empleado así como los resultados obtenidos con su aplicación.

3.4.1 Variables utilizadas para representar insumos y productos¹⁰².

Las cifras e indicadores operativos y financieros de la industria petroquímica se obtuvieron de diversas publicaciones, bancos de datos y estados financieros relativos a cada empresa cuando fue necesario. Se utilizaron tres variables para denotar los insumos y cuatro variables para los denominar los resultados. Si la libre competencia en el mercado provoca que las empresas busquen un aumento en la eficiencia corporativa para mantener la rentabilidad, entonces las empresas que obtengan mejores resultados (operativos y financieros) deben de ser las más eficientes. Con base a este criterio, se seleccionaron indicadores que permiten interrelacionar las finanzas y la contabilidad con la competitividad y eficiencia corporativa¹⁰³. Además es necesario que la información correspondiente a dichos indicadores se pueda encontrar en la literatura y bases de datos existentes de la forma más completa posible. Una de las ventajas más importantes del AGD es que permite la utilización de este tipo de indicadores para denominar las variables correspondientes a insumos y productos dentro del modelo para el cálculo de la eficiencia económica (EE).

De esta manera se seleccionaron las siguientes variables para denominar a los insumos:

1. Activo. Es el conjunto de los bienes y derechos que constituyen una empresa.
2. Capital. Representa la inversión de los propietarios y consiste generalmente en sus aportaciones.

¹⁰² Se utilizaron las variables que de acuerdo a la literatura son más significativas para denominar de manera cuantitativa los insumos y productos que utiliza una industria/empresa para llevar a cabo sus operaciones.

Ver Schmalensee R. & Willig R (1989), Walsh Cirian (1994), Pineda Macías (1988) & Hernández Robles Felipe (1992).

¹⁰³ Richards A. (1999).

3. Costos y Gastos de Operación. Constituyen el valor de las erogaciones y gastos que se generan para poder llevar a cabo la operación de la empresa y poder obtener los ingresos.

Y las variables utilizadas para denominar a los productos:

1. Ventas. Son el valor recibido por las transacciones que se efectúan en una empresa.
2. Utilidades antes de impuestos. Esta variable se obtiene directamente del estado de resultados y representa los recursos que se generan por la operación de la empresa. Esta variable muestra el desempeño de la empresa en términos de ventas, costos de producción, utilización de tecnología y organización.
3. Rendimiento sobre activos (ROA). Este es uno de los indicadores más importantes para una empresa o industria ya que reflejan la eficiencia operativa en su totalidad. El ROA que es el impulsor más importante de la rentabilidad de los recursos propios y por lo tanto el determinante más importante del valor de la empresa o industria.
4. Rendimiento sobre capital (ROE). Este indicador es indiscutiblemente el más importante para las finanzas empresariales. Mide los rendimientos absolutos entregados a los accionistas en relación a su inversión absoluta. Un buen nivel de ROE significa un elevado valor de las acciones de la empresa, facilita la captación de nuevos fondos y un continuo crecimiento dadas las condiciones de mercado adecuadas.

Considerando que en México la industria petroquímica se encuentra dividida en pública y privada. Se abordará el análisis de los valores obtenidos de los índices de competitividad en cada uno de los siguientes casos:

1. Los índices de EE para la industria petroquímica en México.
2. Los índices de EE para la industria petroquímica pública: PEMEX Petroquímica.
3. Los índices de EE para la industria petroquímica privada.

4. Considerando que la industria petroquímica estadounidense es una de las más competitivas del mundo, se hace un análisis de los índices de EE de la industria petroquímica estadounidense con la industria petroquímica mexicana.

3.4.2 Obtención de los índices de eficiencia económica para la industria petroquímica en México.

De los resultados obtenidos de los índices de EE es importante mencionar lo siguiente:

- El análisis global de datos proporciona únicamente eficiencias relativas a los datos considerados. Este método no proporciona y no puede proporcionar eficiencias absolutas.
- La declaración que la industria en un período determinado tiene una eficiencia del 100%, es una declaración fuerte en el sentido de que en ese período con los mismos recursos utilizados no se puede decir que se podían haber obtenido mejores resultados.
- No se ha hecho uso de información nueva respecto a la industria petroquímica en México (ó EUA) sino únicamente utilizado la información disponible en los medios impresos y electrónicos. Esta información ha sido organizada en forma de insumos y productos para poder utilizar el análisis global de datos.
- Este estudio es de naturaleza exploratoria dada la ausencia de trabajo empírico similar para el caso de México, aunque se ha utilizado en otros países para medir la eficiencia económica de industrias tanto públicas como privadas¹⁰⁴.
- Para el cálculo del modelo de AGD se utilizó el programa EMS versión 1.3.0 desarrollado por H. Scheel en la Universidad de Dortmund, Alemania (disponible en <http://www.wiso.uni-dortmund.de/lsfg/or/scheel/ems>).

¹⁰⁴ Entre los principales trabajos publicados se encuentran: Sangho Kim, Gwangho Han. (2001), Gautam A., Sumit. K.M. (1998), Sharma K.R., Pingsun L., Zaleski. Z. (1997), Hensher D., Daniels R., Demellow I. (1995).

A continuación se presenta un análisis y conclusiones que se desprenden de los resultados obtenidos. Como la metodología es la misma para los cinco casos se abundará en el análisis de la interpretación de los índices de EE para el primer caso, los índices de la industria petroquímica en México 1990-2000, y que en esencia es aplicable para los demás casos. Posteriormente se comentarán y presentarán conclusiones en base a las circunstancias particulares de cada uno de los casos.

Tabla 5
Índices de EE Industria Petroquímica 1990-2000.

Año	Índice de EE
1990	0.91
1991	1.00
1992	1.00
1993	0.80
1994	0.88
1995	1.00
1996	1.00
1997	0.97
1998	0.87
1999	0.84
2000	1.00

Fuente: Cálculos propios.

En el tabla 5 se presentan los índices de eficiencia económica que se obtienen con el AGD para la industria petroquímica en México para el período de 1990-2000.

De los resultados presentados se desprenden las siguientes conclusiones:

a) Se puede observar de estos resultados que no existe una diferencia considerable de eficiencias. En un extremo se tiene para el año de 1993 un índice de competitividad de 0.80, de manera general este resultado se debe interpretar de la siguiente manera, en el año de 1993 la industria petroquímica

debe haber sido capaz de obtener los mismos resultados utilizando únicamente el 80% de los insumos que se utilizó ese año.

Adicionalmente un índice de competitividad de 0.80 no significa que en ese período la industria fue tan sólo el 80% de eficiente que durante por ejemplo el año 1995 o 1996 en los que se obtuvo un resultado de 1.0 sino que se debe de tomar como indicativo que en esos años la industria adoptó mejores prácticas y procedimientos, o sus resultados se vieron favorecidos por variables externas como una mayor demanda que le permitieron hacer un uso más eficiente de los insumos.

b) Al observar el comportamiento de los índices de EE durante el período de 1990-2000 es posible verificar que tiene un comportamiento cíclico muy propio de la industria petroquímica¹⁰⁵. Es importante mencionar que al utilizar indicadores de desempeño financiero y operativo para medir el índice de competitividad de la industria petroquímica es de esperarse que la evolución del índice de competitividad tenga una buena correlación con el ciclo económico de la industria, además en este punto es donde este indicador se relaciona con variables exógenas a la propia operación industrial: nivel de actividad económica, tipo de cambio, demanda interna y externa, estacionalidad, etc. Esto a su vez nos permite explicar porque en todos los casos estudiados, los años 1995 y 1996 presentan los más altos valores del índice de eficiencia económica, estos años coinciden con la parte alta de un ciclo de crecimiento histórico dentro de la petroquímica mundial¹⁰⁶. Esto se corroborará cuando se comparen los índices de eficiencia económica con el indicador tradicional de desempeño de la industria, la tasa interna de retorno¹⁰⁷. Ejercicio que se efectuará en el siguiente apartado de este capítulo.

¹⁰⁵ A pesar del hecho de que los productos petroquímicos son parte medular de la vida moderna, o quizás por este hecho, la industria petroquímica se encuentra particularmente ligada al ciclo económico. Ciclo que se repite una y otra vez convirtiendo a la petroquímica en un negocio de amor-odio. Ya sea en el ciclo a la alza (alta rentabilidad y ganancias) ó a la baja (baja rentabilidad y pérdidas). Ver Romanow-Garcia, Stephany (2000).

¹⁰⁶ The Economist (1996).

¹⁰⁷ El desempeño de una empresa no es propiamente medido por su nivel de ventas o el valor de sus acciones sino por medio de la tasa interna de retorno. Una empresa con un excelente desempeño va a obtener retornos sobre la inversión superiores a lo que se encuentra disponible en los mercados de capital tradicionales al mismo nivel de riesgo. Ver Brealey y Myer (1995).

c) Finalmente como se explica en el anexo 1 al final de este trabajo. El AGD genera un hiperplano envolvente sobre los datos analizados que equivale a una frontera eficiente (unidad de referencia o combinación convexa de unidades de referencia), no teórica sino construida con datos reales de las empresas del sector. El AGD a través de la programación lineal permite ir comparando individualmente cada período respecto al comportamiento más eficiente de la industria y ubicando a los mejores períodos con un valor de 1 (debido a la restricción establecida en el AGD para la estandarización de los valores).

Entonces para la industria petroquímica en México, durante los períodos de 1991-1992, 1995-1996 y 2000, se pueden considerar como los mejores de esta industria en la última década, en base a la eficiencia en la utilización de sus recursos y el logro de resultados.

Si observamos la evolución de los índices de EE a lo largo del período de análisis, es posible notar que no existe una gran brecha entre los niveles de eficiencia de la industria (promedio = 0.93), por lo que se puede decir que las capacidades productivas, organizacionales y tecnológicas desarrolladas por la IPQ y creadas al amparo de la estrategia de sustitución de importaciones, no son tan ineficientes como se ha supuesto. Los resultados presentados por algoritmo también indican que se puede mejorar el desempeño, pero sin duda el estado actual de la industria representa un buen punto de partida para poder reactivar el desarrollo y elevar la competitividad de la industria en el mediano y largo plazo.

Para un mejor análisis de la industria se volvió a utilizar el AGD, primero individualmente para la industria petroquímica pública (PEMEX Petroquímica) y segundo para la industria petroquímica privada. Como el marco institucional que existe en México divide a la industria petroquímica en básica (exclusiva del Estado) y secundaria (privada¹⁰⁸) considero que es importante este análisis para ver el desempeño de cada una de estas ramas y como impacta en el desempeño de la industria en su conjunto. Es importante mencionar, que

¹⁰⁸ Aunque PEMEX Petroquímica participa en la producción de algunos productos petroquímicos considerados como secundarios, la iniciativa privada concentra casi la totalidad de la producción y su participación es determinante en el desempeño de la petroquímica secundaria.

aunque PEMEX Petroquímica a partir de 1992 opera como una unidad de negocios independiente y es administrada con criterios de eficiencia macroeconómica, el régimen fiscal aplicado a PEMEX y el mecanismo de precios de transferencia Inter-organismos que favorece a la unidad de negocio de Exploración y Producción sobre las unidades de negocio encargadas de la transformación industrial (Refinación y Petroquímica) de los hidrocarburos, indican que se debe esperar un mejor resultado de los índices de EE por parte de la iniciativa privada que no tiene estas restricciones.

En la tabla 6 se presentan los resultados de los índices de EE para PEMEX Petroquímica (petroquímica pública).

Tabla 6

Índices de EE de PEMEX Petroquímica 1990-2000.

Año	Índice de EE
1990	0.74
1991	0.79
1992	0.91
1993	0.69
1994	0.83
1995	1.00
1996	1.00
1997	0.95
1998	0.76
1999	0.69
2000	0.84

Fuente: Cálculos propios.

Para el caso de PEMEX Petroquímica únicamente se puede considerar eficiente el período 1995-1996, que como se ha mencionado es explicable por las condiciones internas de la economía y el favorable ciclo de la industria a nivel mundial. Si se observa la evolución de los índices de EE a lo largo del período, se puede apreciar una brecha mucho más amplia entre los períodos

de mayor eficiencia y los de menor eficiencia (promedio = 0.84). Estos índices se ven afectados de manera más pronunciada durante los ciclos de la industria petroquímica¹⁰⁹.

En base a los resultados previamente presentados para el conjunto de la petroquímica en México y los resultados obtenidos por la petroquímica pública, resulta evidente que esta última no tiene un impacto favorable en la competitividad de la industria.

En la industria petroquímica privada, el comportamiento de los índices de EE a lo largo del período de estudio es muy similar al del comportamiento de la industria petroquímica en su conjunto (ver tabla 7). Como se puede apreciar la industria privada es considerada eficiente en los mismos períodos 1991-1992, 1994-1995 y 2000.

Tabla 7

Índices de EE de la industria petroquímica privada 1990-2000.

Año	Índice de EE
1990	0.97
1991	1.00
1992	1.00
1993	0.89
1994	0.88
1995	1.00
1996	1.00
1997	0.98
1998	0.90
1999	0.94
2000	1.00

Fuente: Cálculos propios.

¹⁰⁹ Debido seguramente ha que de la producción de PEMEX Petroquímica esta muy orientada a los derivados del metano, etano y aromáticos (88% del total), ya que estos productos básicos se ven más afectados por los ciclos recesivos de la industria petroquímica mundial.

Además al observar la evolución de estos índices se aprecia una brecha mucho más cerrada entre los períodos de mayor y de menor eficiencia (promedio=0.96). Incluso una brecha menor que la industria petroquímica en su conjunto, de lo que se puede concluir que la industria privada de manera individual utiliza más eficientemente los recursos y por tanto obtiene mejores resultados. Además se puede decir que la participación de la iniciativa privada tiene un impacto positivo en el desempeño y competitividad de la industria en su conjunto. En una industria caracterizada por fuerte integración vertical y economías de escala, y donde los insumos son los hidrocarburos transformados en el eslabón anterior, el desempeño de cada uno de los eslabones es determinante para el desempeño del total. Por lo que es evidente la necesidad por parte del Estado de elaborar políticas que permitan canalizar los recursos necesarios, públicos o privados, que permitan por una parte profundizar la integración de la industria, y por otra, una mayor eficiencia operativa y financiera que permitiera a PEMEX Petroquímica tener mejores resultados, enfrentar sus requerimientos de expansión e impactar favorablemente en el desempeño y competitividad de la industria en su conjunto.

Hay que cuestionar la hipótesis, aceptada con frecuencia, que la reestructuración patrimonial es la condición suficiente y necesaria para lograr la competitividad en la industria petroquímica. En México, en el centro de la industria petroquímica se encuentra una empresa pública, PEMEX Petroquímica, que tiene un impacto determinante en el desempeño de la industria en su conjunto. Esta última, sostengo puede seguir siendo viable en las condiciones actuales de mayor competencia internacional, pero como se verá en el próximo capítulo necesita tomar en cuenta las innovaciones organizacionales y tecnológicas que imperan en la industria petroquímica internacional. Este proceso supone un compromiso decisivo y prioritario por parte del Estado para poder lograr un total aprovechamiento de las capacidades disponibles, la inversión en nuevas tecnologías, la inversión en investigación y desarrollo, y además la formación de alianzas con los sectores privado nacional y extranjero

para concebir una forma de desarrollo sustentable para la industria petroquímica en México, en el marco de mayor competencia internacional. De cualquier forma, la reestructuración patrimonial de la industria, no garantiza que la industria pueda enfrentar estos retos por si misma y de manera inmediata.

Por último, para poder tener una referencia de la competitividad de la industria petroquímica en México frente a sus competidores internacionales, se volvió a utilizar el AGD para comparar los índices de competitividad de la industria petroquímica en México con los de la industria petroquímica en Estados Unidos, por su importancia de ésta última en términos de producción y consumo. Los resultados de los índices de EE de la industria petroquímica en México y Estados Unidos se presentan en la tabla 8.

Tabla 8

Comparación de los índices de EE petroquímica EUA y México.

Año	EE de México	EE de EUA
1990	0.87	0.96
1991	0.91	0.97
1992	0.94	0.99
1993	0.80	0.97
1994	0.88	0.99
1995	1.00	1.00
1996	0.99	1.00
1997	0.95	1.00
1998	0.87	0.99
1999	0.84	1.00
2000	0.83	0.99

Fuente: Cálculos propios.

Antes de proceder al análisis de los resultados obtenidos, conviene mencionar que otra ventaja del AGD al permitir el análisis de unidades de decisión de múltiples variables, aún estando expresadas en diferentes unidades de medida,

nos permite comparar dos industrias que son de dimensiones muy diferentes en cuanto a su tamaño (capacidad productiva) y resultados (nivel de ventas y rentabilidad) basándose exclusivamente en la eficiencia con la que se utilizan los recursos (eficiencia). Lo que resulta ser muy útil para comparar dos industrias que tienen un nivel de desarrollo desigual como es la industria petroquímica mexicana y la industria petroquímica de Los Estados Unidos de América.

Durante el período de estudio la industria petroquímica en Estados Unidos alcanza el nivel de eficiencia durante los períodos 1995-1997 y 1999, y esta muy cerca de conseguirlo en 1992, 1994, 1998 y 2000. Mientras que para el caso de la industria en México únicamente lo logra en 1995 y esta a punto de hacerlo en 1996, que como se ha visto son años que las condiciones especiales internas y externas favorecen los resultados y no esfuerzos endógenos por aumentar la productividad. Es decir, a lo largo de todo el período la industria en Los Estados Unidos tiene un muy eficiente desempeño en la utilización de sus recursos que se ve reflejado una mayor competitividad. Los índices de competitividad de la industria petroquímica en Estados Unidos se encuentran por encima de los índices de esta industria en México, con un promedio a lo largo del período de 0.99 y 0.90 respectivamente.

Sin embargo, la brecha existente entre los índices de competitividad – menos de un punto en promedio – no es determinante para concluir que la industria petroquímica en México no es competitiva frente a la de Los Estados Unidos, por el contrario se puede decir que la industria petroquímica en México tiene un gran potencial para convertirse en una industria eficiente y competitiva a nivel mundial, pero como se ha mencionado y se como se presentará en el siguiente capítulo requiere de revitalizar su desarrollo a través de políticas hacia el sector que canalicen los esfuerzos del sector público y privado a lograr una mejor coordinación, profundizar la integración vertical, adaptar nuevas tecnologías y concebir formas de organización e innovación tecnológica que permitan a la industria cerrar la brecha existente con las industrias más competitivas del mundo.

3.4.3 Consistencia de las medidas de eficiencia económica obtenidas por métodos de frontera eficiente (AGD).

Algunas medidas de eficiencia económica utilizadas en la industria, se pueden utilizar para comparar los resultados obtenidos por el método de frontera eficiente. Estos indicadores son razones contables que no sólo son medidas de desempeño sino que además incluyen los efectos de variaciones en los precios y otras variables exógenas. Dentro de estos indicadores, la medida de desempeño más utilizada es la tasa interna de retorno (TIR). Por lo que se ha seleccionado a este indicador para comparar índices de EE, obtenidos con el método de frontera eficiente.

Lo que se busca comprobar si existe una correlación positiva entre la TIR para la industria petroquímica y los índices de EE, siendo ambos indicadores de desempeño es de esperarse que dicha correlación exista y que sea altamente positiva. Primeramente se hará un análisis de la TIR para la industria petroquímica en México y posteriormente se analizará la consistencia de los indicadores de EE con el indicador convencional de desempeño (TIR).

Tasa interna de retorno de la Industria Petroquímica en México.

Una de las características de la industria petroquímica mundial es la alternancia de períodos al alza y a la baja de sus niveles de actividad y rentabilidad, es decir su carácter cíclico. Este ciclo de la industria petroquímica tiene su origen en la escala cada vez mayor de las plantas petroquímicas, los largos períodos de recuperación de las inversiones inherentes y los excedentes de producción.

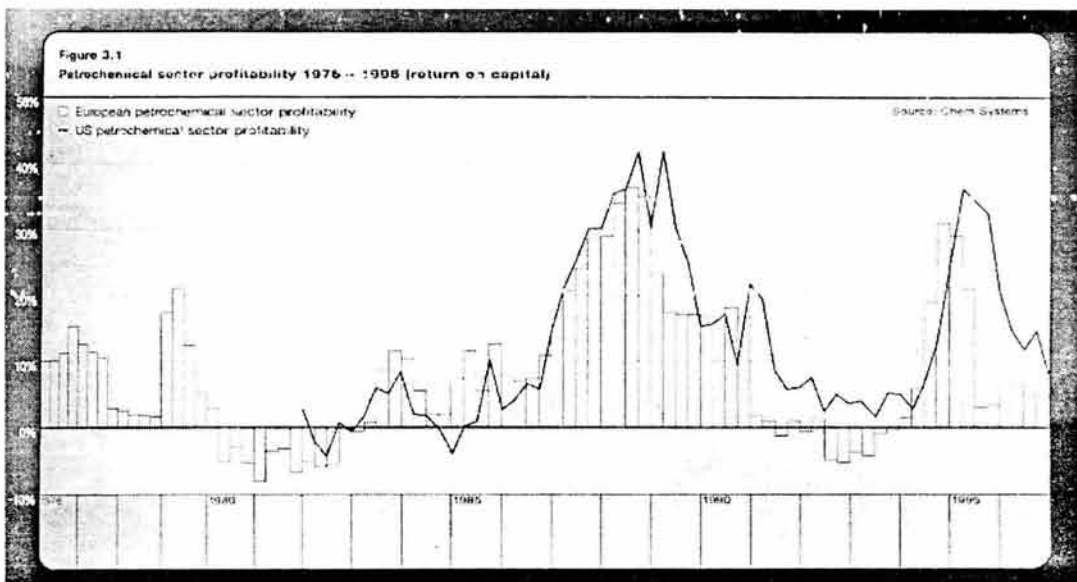
En la gráfica 16 se pueden apreciar las altas y las bajas en los niveles de rentabilidad de la industria petroquímica en Los Estados Unidos y Europa durante los últimos veinte años¹¹⁰. Como se puede ver el comportamiento de la

¹¹⁰ El dato de la rentabilidad de la industria petroquímica en Estados Unidos y Europa es bastante representativo del comportamiento de la industria petroquímica mundial ya que estas regiones se concentran el 67% y 63% de la producción y consumo mundial de productos petroquímicos respectivamente.

rentabilidad es bastante cíclico, la rentabilidad presenta una leve recuperación al principio de la década de los noventa y una caída para el periodo 1993-1994, con una recuperación para el año de 1995-1996, para volver a presentar una leve caída para 1997, manteniendo así un ciclo de pico a pico de alrededor de 7 años.

Gráfica 16

Rentabilidad de la Industria petroquímica en EUA y Europa 1976-1996.



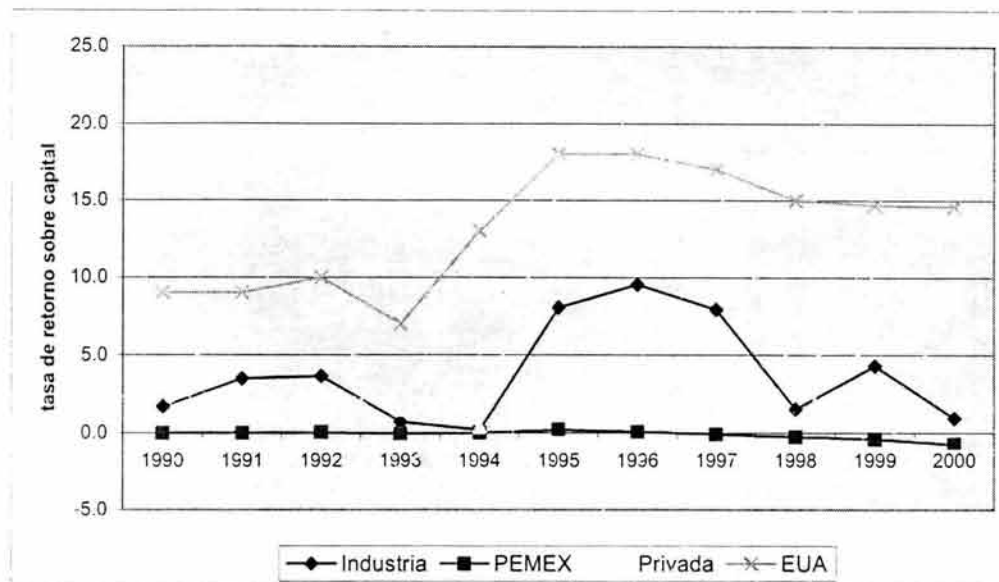
Fuente: Tomado de "A world of Chemicals". Shell Chemicals LTD, London, 1999.

En el caso de la industria petroquímica en México, esta en la última década tiene un comportamiento bastante similar al de la industria petroquímica mundial y especialmente similar a la petroquímica en Los Estados Unidos como se puede apreciar en la gráfica 17.

De esta gráfica se pueden desprender las siguientes conclusiones que nos ayudan a corroborar las conclusiones desprendidas del análisis de los índices de EE obtenidos con el análisis global de datos:

Gráfica 17

Rentabilidad de la industria petroquímica en México y EUA, 1990-2000.



Fuente: Elaboración propia con datos del anuario de la industria química en México (INEGI), revista expansion, Fortune International, Chemical & Engineering (financial report).

- a) Es claro que en los últimos diez años, la industria petroquímica en México ha sido más cíclica que la de Los Estados Unidos, con la caída de 1993-1994 y el pico de 1996 bastante bien definidos¹¹¹.
- b) La rentabilidad de la industria petroquímica en Los Estados Unidos ha sido superior a la de México a la largo del período. Además la industria petroquímica pública (PEMEX Petroquímica) es claramente el sector con el más pobre rendimiento, lo que ha afectado negativamente el desempeño de la industria en su conjunto. Lo que es preocupante en la tendencia negativa a la rentabilidad en el sector público, aunque estos resultados financieros son explicables en gran parte, como se ha mencionado en anteriormente al actual sistema impositivo y precios de transferencia Inter-organismos de PEMEX.
- c) Durante los últimos diez años se ha presentado un aumento en el ciclo de la industria petroquímica en México, ya que el período de pico a pico se encuentra más definido en un rango de cuatro años. Además, la tasa de

¹¹¹ En este punto es importante señalar las condiciones extremas de la economía mexicana en ese período de tiempo, ya que se presentó una caída en picada de 7% para el año de 1995 mientras que al año siguiente se presentó una recuperación espectacular logrando un crecimiento del 7%.

rentabilidad se encuentra bastante cercana al costo de capital¹¹² – incluso por debajo – ambas características hacen evidente que la industria esta pasando de un período de crecimiento a uno de madurez.

Consistencia entre el método de frontera eficiente y el indicador de desempeño convencional (TIR).

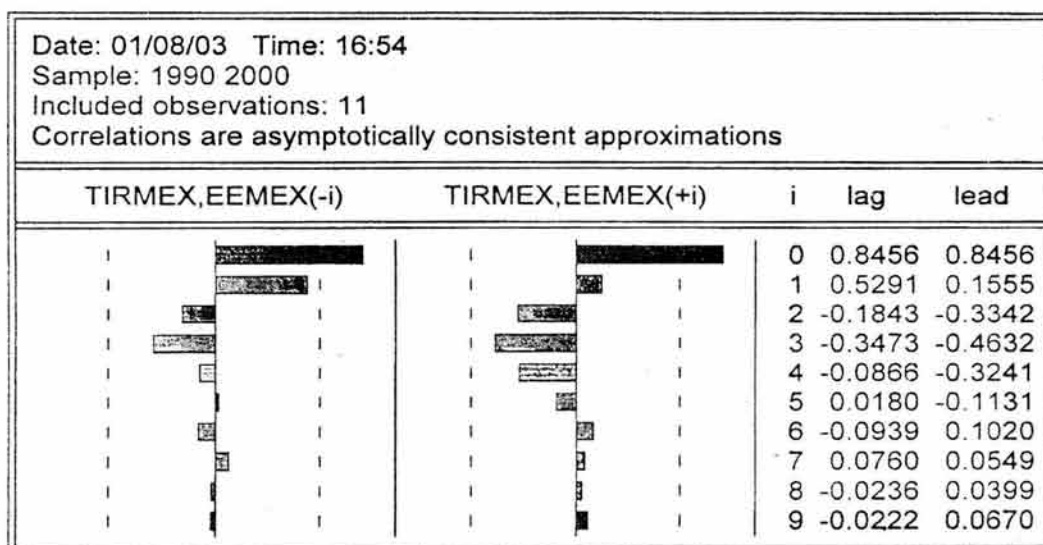
Como podría esperarse, siendo ambos dos indicadores de desempeño económico, los resultados obtenidos con el método de frontera eficiente (AGD) y el indicador de desempeño comúnmente utilizado (TIR) presentan una correlación significativamente positiva. Estos resultados se muestran en la tabla número 9.

Tabla 9

Coefficientes de correlación entre el indicador de EE y la TIR.

	TIR IPQ	EE IPQ
TIR IPQ	1	0.8456
EE IPQ	0.8456	1

Cross Correlogram of TIRMEX and EEMEX



¹¹² En la industria petroquímica el costo de capital es de alrededor del 7-10%.

Huang y Wang (2002) y Bauer (1998) obtuvieron conclusiones similares en las mediciones de eficiencia económica de la industria bancaria, aunque en su caso los indicadores de desempeño convencionales y los obtenidos por el enfoque del AGD se encuentran débilmente relacionados y existe la correlación pero en una magnitud pequeña¹¹³. No así en este caso de la industria petroquímica, donde se presenta una correlación de casi 85%.

En suma, los indicadores no-paramétricos de EE obtenidos son consistentes con los indicadores convencionales de desempeño ya que presentan una fuerte correlación positiva.

¹¹³ Huang Tai-Hsin and Wang Mei-Hui (2002) & Bauer, P.W. (1998).

Capítulo 4

Estrategias para la competitividad de la Industria Petroquímica en México.

Si bien la capacidad productiva de la industria petroquímica se desarrolló casi en su totalidad durante un período caracterizado por una fuerte protección y asistencia estatal¹¹⁴ y los objetivos que la orientaron fueron mucho más allá de la eficiencia económica. La comparación entre los índices de competitividad de la petroquímica en México y los correspondientes a la petroquímica en Los Estados Unidos que se realizó en el capítulo previo, demuestra que si bien existe una brecha favorable a esta última, la divergencia existente no es tan amplia, por lo que se puede decir que la capacidad productiva de la industria petroquímica en México alcanzó un nivel de competitividad aceptable, y que además ha logrado mantenerse y sobrevivir a un largo período de pocas o nulas transferencias y de una mayor exposición a la competencia internacional.

De hecho la industria petroquímica ha logrado mantener niveles aceptables de competitividad en un contexto sumamente adverso. Por una parte ha sobrevivido a un largo proceso de ajuste y transición, de un régimen comercial proteccionista y de sustitución de importaciones y con una activa participación del Estado en la economía, a un período caracterizado por la apertura comercial, la desregulación y la menor participación del Estado en la actividad económica. Aun más, el período de transición aún continúa y no se ha podido obtener un consenso entre todos los actores políticos y sociales respecto a como continuar con el desarrollo de la industria petroquímica (y en general del sector energético), lo que tiene como resultado el estancamiento de la industria y el deterioro de su competitividad.

¹¹⁴ El gran impulso inicial de la industria petroquímica en México fue dado por el Estado a través de PEMEX al establecer la petroquímica básica que sería la plataforma de lanzamiento de la petroquímica privada. En consecuencia el proceso de desarrollo de la industria petroquímica fue impulsado desde el estado a través de la protección al mercado interno y del estímulo a la inversión mediante mecanismos de promoción fiscal y financiera. (D. Chudnovsky y A. López (1995)).

Por otra parte, la industria petroquímica mundial atraviesa por un ciclo recesivo provocado por el estancamiento de economía mundial. La capacidad productiva ociosa y la severa competencia vía precios en el mercado mundial ha reducido la tasa de y causado una importante reestructuración de esta industria¹¹⁵. La industria petroquímica en México también ha sido afectada por este ciclo recesivo, lo que se reflejó en los resultados tanto de los grupos privados como de PEMEX Petroquímica.

Lo que hay que reconocer es que la competitividad alcanzada por la industria petroquímica en México y su capacidad para mantenerla, demuestran que las ventajas comparativas de insumos junto con las capacidades empresariales y tecnológicas acumuladas, han sido mucho más significativas que lo que supone la literatura ortodoxa¹¹⁶. Sin embargo, no puede dejar de reconocerse la existencia de una divergencia entre los niveles de competitividad de la industria petroquímica en México y los obtenidos por los mejores competidores mundiales. En este sentido, la medición de los niveles de competitividad realizada en el capítulo anterior, tiene una gran pertinencia y contribuye, dejando atrás las barreras ideológicas, a hacer un análisis realista de la situación actual de la industria y explorar alternativas para poder aprovechar las fortalezas comparativas de la industria petroquímica en México.

¹¹⁵ Desde mediados de la década de los ochenta en la industria petroquímica mundial ha predominado un intenso proceso de competencia por los mercados mundiales. La naturaleza no diferenciada de los productos y la estructura oligopolica característica de la industria contribuyen a que sólo las empresas más eficientes puedan sobrevivir. Debido a la madurez que han alcanzado muchos productos petroquímicos desde la década de los ochenta ha sido común suponer que la ventaja competitiva terminaría siendo de un reducido número de productores bien integrados a los recursos primarios. De esta manera las empresas petroleras han incursionado en la petroquímica para capturar el mayor valor agregado posible del que puede disfrutar un productor de petroquímicos a bajo costo en una industria integrada. Una de las características de las empresas petroquímicas mundiales más competitivas es la integración vertical a lo largo de la cadena productiva. Como firme ejemplo de esta tendencia la fusión en 1998 de British Petroleum (BP) y Amoco, en 1999 Totalfina y Elf-Aquitaine, en el 2000 Chevron y Texaco y Exxon y Mobil, fusiones valoradas en más de 200,000 millones de dólares. Esta tendencia de la industria promueve alianzas estratégicas que garanticen una mejor posición de costos entre las empresas meramente petroquímicas y las petroleras, ya que para fortuna de las primeras su contribución de tecnología avanzada, canales de comercialización y posicionamiento en mercados han evitado que se conviertan en meros espectadores dentro del destino de esta industria. Ver Enciclopedia Hispánica Suplemento Especial 2001. "El año de las grandes fusiones".

¹¹⁶ Oman, C. P. y Wignaraja, G. (1991).

Con este fin, este capítulo tiene como propósito en una primera parte plantear algunas hipótesis explicativas de los factores determinantes del actual nivel de competitividad de la industria petroquímica en México, y en la segunda parte presentar las hipótesis explicativas de la brecha existente entre la competitividad de la industria petroquímica en México y la industria más competitiva del mundo. En otras palabras cuales son las condiciones necesarias para cerrar la brecha de competitividad ("catching-up") existente, en este sentido se identifican dos factores que son determinantes de la competitividad en la industria petroquímica: la integración vertical y los esfuerzos de creación de capacidades tecnológicas¹¹⁷.

4.1 Determinantes de la competitividad de la industria petroquímica en México.

No obstante que el punto de partida para explicar la competitividad de la industria petroquímica en México es la considerable ventaja que representan la disponibilidad de reservas de hidrocarburos y el desarrollo actual de capacidad de producción de crudo y gas natural, como se explicará en los párrafos siguientes, es necesario precisar respecto al nivel actual de las reservas nacionales de hidrocarburos.

A pesar de la idea muy difundida de que México es un país con abundantes reservas de hidrocarburos. Desde 1983, todos los informes oficiales de reservas petroleras muestran una baja constante, ya que la producción ha sido muy superior a la incorporación de reservas. En los sexenios de De la Madrid, Salinas y Zedillo, se desatendieron las actividades de exploración casi en su totalidad y durante ese período sólo se incorporaron nuevas reservas equivalentes a 24% del petróleo extraído en esos tres sexenios.

¹¹⁷ Estudios previos relacionados con las condiciones necesarias para lograr el "catching-up" en industrias de países en desarrollo son concluyentes respecto al destacado papel de la estructura competitiva y el desarrollo e innovación tecnológica. Ver Lee & Lim (2000), Mahmood A. et al (2003), Melicianni V. (2002), Timmer M.P. (2003), Nelson R. et al (1999), Aoki M. (2000), Wade (1999).

En Diciembre de 2002, Oil & Gas Journal reportó 12,622 millones de barriles como la cifra oficial de las reservas probadas de petróleo crudo de México. En Marzo de 2003 Petróleos Mexicanos, declaró que sumando petróleo y gas, las reservas probadas totales de hidrocarburos se ubicaron en 20,077 millones de barriles en esa fecha.

La caída de reservas complica el panorama de una industria en la que normalmente se requieren de 6 a 10 años para explorar, descubrir y desarrollar nuevos campos. Por eso es peligrosa la caída de la relación reservas producción, que se reconoce por parte de Petróleos Mexicanos es de 13 años (cabe mencionar que aumenta a 33 años si se incluyen reservas probables y posibles). Una base insuficiente de reservas en un país tan productor y que depende tanto de los ingresos de divisas por la exportación de petróleo.

Para seguir siendo viable, la industria petrolera mexicana requerirá tener acceso a nuevas reservas con costos de explotación relativamente bajos, lo cual sólo será factible mediante un agresivo esfuerzo de exploración en el largo plazo. En la actual administración se ha reconocido esto y durante los primeros tres años el presupuesto total para exploración y producción se ha duplicado ubicándose en 9000 millones de dólares. Pese a estos avances, existe un problema de agotamiento de reservas que pone en riesgo el nivel de producción, además con la orientación actual de la política energética que privilegia el uso de gas natural, es necesario invertir además de la exploración de petróleo en gas natural. Petróleos Mexicanos contempla mantener los niveles de inversión entre 2001 y 2005 en un promedio de 8,000 millones de dólares por año en las actividades de exploración y producción de hidrocarburos. Para el año 2010 Petróleos Mexicanos podrá alcanzar una producción de 5.5 millones de barriles diarios y de 9000 millones de pies cúbicos de gas por día, así como incorporar reservas totales por 15,000 millones de barriles de petróleo crudo equivalente¹¹⁸.

¹¹⁸ Shields David (2003).

Respecto al gas natural que es un insumo muy importante de la industria petroquímica es el gas natural, la demanda de este insumo se ha elevado drásticamente por la creciente demanda de los nuevos proyectos industriales y eléctricos, mientras que la producción nacional se ha vuelto insuficiente. Por lo que México depende ya de las importaciones de gas natural, cuya cotización es muy volátil y afecta la competitividad de la industria nacional. Al menos en el corto plazo, hasta 2010 si todos los proyectos en materia de gas se concretan¹¹⁹, el precio del gas natural seguirá ligado al de Estados Unidos. Sin embargo, desde el año 2000 el gobierno a través de Petróleos Mexicanos otorga un subsidio de facto que protege a los industriales contra la volatilidad manteniendo un precio fijo de cuatro dólares por millón de BTUs, lo que normalmente es un precio más favorable que el que rige en Estados Unidos.

Además, no obstante que la industria petroquímica se caracteriza por una elevada relación capital-trabajo, en esta industria por su alto grado de complejidad técnica involucrada, los recursos humanos juegan un papel importante dentro de las ventajas competitivas. En este sentido México ha logrado acumular experiencia y capacidades organizativas, operativas y de administración a la altura de los mejores del mundo, y al mismo tiempo, con la ventaja que aunque los salarios de esta industria se encuentran dentro de los más altos del país, estos se encuentran a niveles muy por debajo de los principales competidores internacionales¹²⁰. Otro punto favorable, es la magnitud y crecimiento estable tanto en volumen como en grado de sofisticación del mercado doméstico, lo que no sólo apoya la rentabilidad de la industria, sino que además la hace altamente atractiva y con enorme potencial de desarrollo. A continuación se abordará de manera más amplia como cada uno de los factores mencionados, tienen un impacto positivo en la competitividad de la industria petroquímica.

¹¹⁹ SENER (2000).

¹²⁰ IMEF – NAFIN (1995).

4.1.1 Disponibilidad de materia prima.

La ventaja comparativa que representa una considerable dotación de recursos de hidrocarburos se convierte en una contundente ventaja competitiva para la industria petroquímica¹²¹. Por la enorme importancia que representa la disponibilidad de insumos a bajo costo en la estructura y desempeño de la industria, como se presenta a continuación.

a) Estructura de costos de la industria petroquímica. Tanto el petróleo crudo como el gas natural son las materias primas para la elaboración de las olefinas y los aromáticos, que son los insumos básicos de la industria petroquímica. Si se considera que el costo de la materia prima representa alrededor del 40-60% del costo total de producción de los productos petroquímicos, en especial de los productos básicos e intermedios¹²², porcentaje puede aumentar en un escenario de incremento de precios del petróleo. El escenario de precios elevados de hidrocarburos no es lejano a la realidad, ya que desde la década de los setentas el precio del petróleo y gas se han incrementado. Además siendo estos recursos escasos y no renovables, es de esperarse que esta tendencia se mantenga en el

¹²¹ En reservas probadas PEMEX ocupa el séptimo lugar a nivel mundial entre las empresas petroleras con 43,214 millones de barriles después de Saudi ARAMCO, Iraq National Oil Corporation, Kuwait National Oil Company, National Iran Oil Company, Petróleos de Venezuela y Abu Dhabi National Oil Company ("Petroleum Intelligence Weekly", December 23, 2002). No obstante que el nivel de reservas ha venido disminuyendo en los últimos años si consideramos el ritmo de producción actual - tres millones cien mil barriles diarios de petróleo crudo - la relación reserva producción es de 24 años para la reserva probada, 32 años para la agregación de la reserva probada y probable y 41 años para la reserva total. Cabe recordar que estos indicadores de reserva/producción suponen un nivel de producción, costos de operación y precios de hidrocarburos constantes a la fecha de evaluación de las reservas y que no existen nuevos descubrimientos que se agregan a las reservas. Un escenario más que conservador de la vida de las reservas de hidrocarburos. En 1998 por parte de Petróleos Mexicanos se concluyó la revisión de las reservas de hidrocarburos del país aplicando definiciones, métodos y procedimientos aceptados por la Sociedad de Ingenieros Petroleros (SPE) y los Congresos Mundiales de Petróleo (WPC).

Bajo estos criterios las reservas de petróleo son las cantidades de petróleo que se anticipa serán recuperadas comercialmente de reservorios conocidos hasta una fecha dada. Para los efectos de definición "petróleo" incluye los líquidos y gases producidos (**Petróleos Mexicanos 2000**).

¹²² También denominados "commodities". Estos dominan la producción de la industria química mundial. Representan el 80-85% del número de productos y dos terceras partes del valor de la producción global.

Secretaría de Energía (2002).

futuro¹²³. La disponibilidad de materia prima abundante es siempre un factor determinante de la competitividad de las inversiones en petroquímica en los países que son importantes productores y exportadores de hidrocarburos como México¹²⁴.

En México además de la disponibilidad de la materia prima, se tiene como resultado de la fertilidad natural de los pozos un costo de producción relativo más bajo. Por ejemplo en Los Estados Unidos se explotan casi 540,000 pozos que apenas dan en promedio 11 barriles al día, o en Rusia que es un importante productor mundial de petróleo crudo (7 millones de barriles diarios, nivel sólo superado por Arabia Saudita) que logra su producción explotando 40,000 pozos con una producción promedio de 170 barriles por día por pozo. Mientras que en México (octavo productor a nivel mundial con 3 millones de barriles diarios) la fertilidad de los pozos alcanza 1,036 barriles diarios por pozo en promedio. Lo que es una muestra de la fortaleza petrolera de México y fuente de competitividad para la industria petroquímica¹²⁵.

En la figura 2 se puede apreciar el impacto que tiene un incremento en el precio petróleo en el costo de producción los principales productos petroquímicos. Como se puede ver en la figura, en un escenario de incremento del precio del petróleo de 100% se tiene un impacto de 67% en el precio del etileno y 60% del precio del propileno que son los dos eslabones principales de la industria petroquímica. También se observa que el impacto es menor en los productos finales (especialidades) ya que los precios de estos productos se encuentran más determinados por su contenido tecnológico e innovación.

¹²³ Para un análisis más detallado de los factores que mantienen elevado el precio de los hidrocarburos ver: Campbell C. & Laherrère J. (1998).

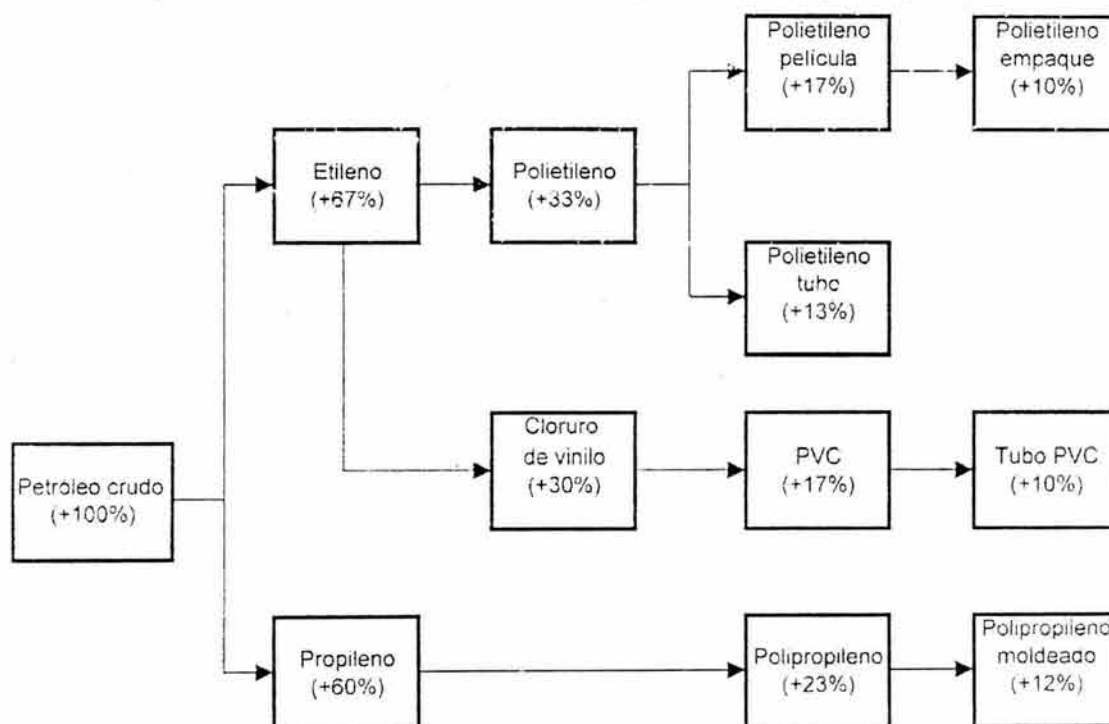
¹²⁴ M. Kadhim (1981).

¹²⁵ Lajous Adrián (1995).

Si además del costo de la materia prima también se considera el requerimiento de energía¹²⁶ y el costo del transporte que tienen que absorber la industria petroquímica en lugares como Europa o Japón para llevar la materia prima a sus instalaciones industriales, se hace aún más evidente la ventaja competitiva que tiene la industria petroquímica en los países productores de hidrocarburos.

Figura 2

Impacto del incremento del precio del petróleo en la petroquímica.



Fuente: The economics of the petrochemical industry¹²⁷.

b) Calidad de los insumos disponibles para la industria petroquímica. Los productos petroquímicos denominados olefinas se refieren a los compuestos etileno, butileno y propileno y los denominados aromáticos son el benceno, tolueno y xileno. Estos productos petroquímicos básicos, olefinas y aromáticos, constituyen el 85% de los productos de la industria petroquímica. Entre estos el

¹²⁶ Los productos petroquímicos principales PE, PP y PVC requieren de 24 a 28 toneladas de petróleo equivalente de energía por tonelada de producción de producto.

¹²⁷ Fayad Marwan (1986).

etileno, también llamado “la columna vertebral de la industria petroquímica”¹²⁸, ha sido el pilar del desarrollo de la industria petroquímica mundial en los últimos 50 años. Debido a que su estructura y propiedades reactivas lo convierten en la principal base para la obtención de los productos petroquímicos más utilizados en la industria.

El costo de las plantas de etileno y los costos de producción varían de acuerdo al insumo elegido, que puede ser etano, naftas o gasóleo. Las plantas basadas en etano requieren una inversión de capital hasta 50% menor que las basadas en naftas o gasóleo porque no se obtienen productos secundarios que requieren de equipo adicional para su recuperación y almacenamiento. Además, estos productos secundarios no tienen una fuerte demanda industrial y es necesario incurrir en costos adicionales de almacenamiento, distribución y venta para su comercialización. Lo que representa una enorme ventaja para las plantas a base de etano.

En México la producción de etileno se basa principalmente en el gas natural. Este último, en México, tiene un elevado contenido de etano que es del orden de 14.5% en volumen. Una proporción considerablemente mayor a la de 7.7% del gas asociado al crudo en yacimientos de la costa norteamericana del Golfo de México. Lo que representa una ventaja competitiva adicional para la cadena de producción del etileno, que como se ha mencionado es la más importante a nivel mundial.

En la tabla 10 se pueden apreciar las proporciones de olefinas y aromáticos que se obtienen mediante el “cracking” (desintegración) de los insumos más utilizados. Como se puede apreciar si el insumo utilizado es el gas – y además contiene una mayor proporción de etano – se tiene un mayor rendimiento en la obtención de

¹²⁸ A principios de este siglo se podía medir el grado de desarrollo de un país por su producción de ácido sulfúrico ya que era el producto químico más utilizado a mediados del siglo el etileno se convirtió en este indicador de nivel de desarrollo. La producción de etileno creció de dos millones de toneladas en 1960 a 80 millones de toneladas a finales de los noventa. (Kniel Ludwig, et al (1980) & Shell Chemicals (1999)).

etileno, de alrededor del 80% de la mezcla de olefinas resultante. En virtud de esta eficiencia de conversión, el etano se convierte en la materia prima idónea para la obtención de etileno a nivel mundial. Como las plantas de etileno en México utilizan un gas de proceso rico en etano, estas deben de tener una ventaja sobre las de otros países como Japón y Europa que utilizan naftas de la refinación del petróleo como insumo.

Tabla 10

Obtención de los insumos básicos de la industria petroquímica.

CARGA	PROCESO	% OLEFINAS (% ETILENO)	% AROMÁTICOS
Líquidos del gas natural Etano Propano Butano	Separación por liquefacción y cracking térmico	90% (80%) 70% (40%) 50% (30%)	0% 5% 10%
Nafta	Cracking térmico obtiene bajo porcentaje de olefinas. Cracking catalítico obtiene principalmente gasolinas de donde se pueden obtener productos aromáticos.	50% (30%)	10%
Gasóleo	Cracking catalítico	40% (33%)	20%
Destilado (flash)	Extracción por vacío del destilado	40% (30%)	30%

Fuente: The economics of the petrochemical industry.

Ahora a pesar de que en México el contenido de etano disponible al gas asociado al crudo es bastante alto y que PEMEX posee una alta capacidad de procesamiento en las plantas criogénicas. En la actualidad se producen unos dos millones de toneladas de etano – aproximadamente el 50% del total – que no pueden transformarse en etileno por falta de infraestructura y que tienen que ser utilizados como combustibles¹²⁹, lo que representa una pérdida para PEMEX y para el desarrollo potencial de la industria petroquímica. Situación inadmisibles y que sin duda ejemplifica el enorme desperdicio que se está haciendo de los

¹²⁹ Tomado de José Villalobos Hiriart, Director del Instituto Mexicano del Petróleo en entrevista con el diario El Universal, 9 de Febrero del 2001.

recursos de hidrocarburos al no tener la capacidad industrial necesaria para procesarlos.

4.1.2 Capital humano.

Otro factor que influye de manera positiva en la competitividad de la industria petroquímica en México son los recursos humanos. La dotación de técnicos, ingenieros y obreros es competitiva internacionalmente y a pesar que los salarios en esta industria se encuentran por encima del promedio nacional, estos son menores que los internacionales (el salario promedio en la petroquímica mexicana es casi el 50% del estadounidense)¹³⁰. La existencia de recursos humanos calificados obedece a que el sistema educativo nacional (universidades e institutos tecnológicos) y algunas empresas, especialmente PEMEX, han impulsado el desarrollo de recursos humanos para este sector, lo cual es un elemento vital para la competitividad en una industria de enorme complejidad técnica¹³¹. PEMEX a través del tiempo ha desarrollado una fuerza laboral bien capacitada y experimentada, con recursos humanos especializados en el diseño, construcción, operación, mantenimiento y administración de la industria petroquímica. Lo que sin duda representa un factor importante para el buen desempeño de la industria petroquímica pública y privada cuando los empleados de PEMEX deciden participar en empresas de la iniciativa privada.

4.1.3 El tamaño y la dinámica del mercado doméstico.

El mercado doméstico es de magnitud importante y en crecimiento, no sólo de tamaño sino de grado de sofisticación. En la actualidad, la demanda nacional para los principales productos petroquímicos es suficientemente amplia para justificar plantas de escala mundial, con economías de escala similares de los grandes competidores internacionales. Adicionalmente en los próximos años se estima un crecimiento en la demanda de resinas sintéticas y fibras químicas del 6.2% y 4.5%

¹³⁰ SENER (1997).

¹³¹ IMEF & NAFIN, (1995).

anual respectivamente. Lo que impulsa al mismo tiempo el crecimiento de la demanda de productos intermedios y básicos cuya demanda en promedio se espera crezca 5% y 3% anualmente durante los próximos cinco años (ver gráfica 18). Esta dinámica de crecimiento de la demanda de productos petroquímicos en México no es muy diferente en el mercado mundial. Ante la expectativa de que Los Estados Unidos retomen la senda del crecimiento y el consecuente impacto favorable que esto representa para la economía mundial.

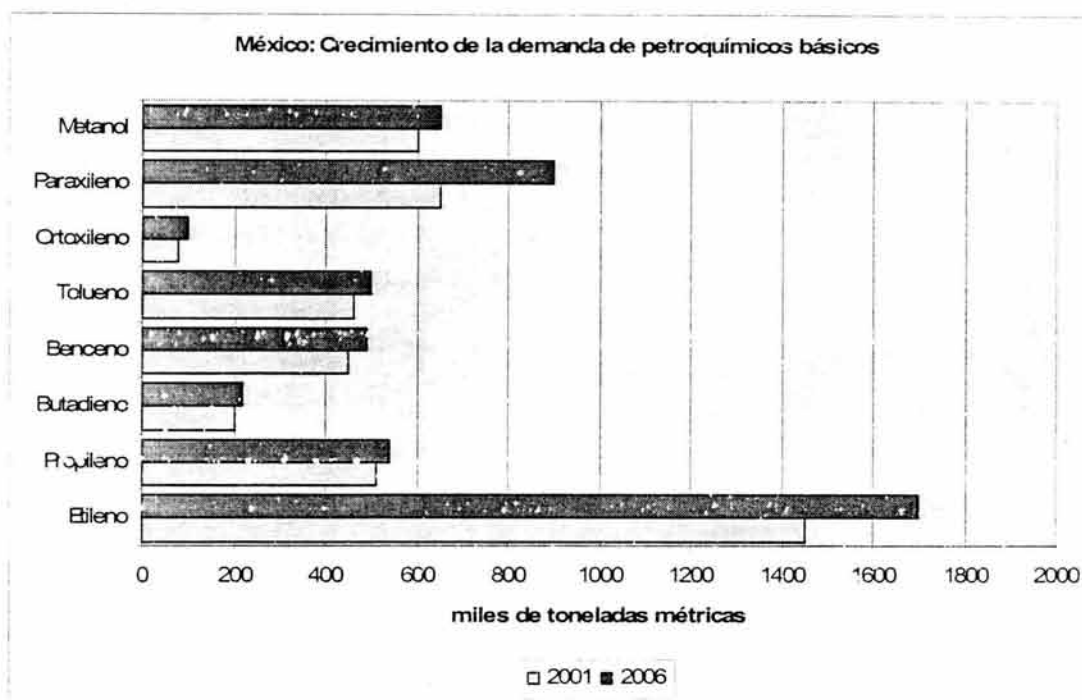
Se anticipa en los próximos años una evolución favorable en la demanda de productos de consumo, lo que impactará favorablemente la demanda de insumos industriales como los productos petroquímicos. Tanto el crecimiento y tamaño del mercado doméstico como la posibilidad de participar de los mercados externos, son factores que favorecen el desarrollo de la industria, pero también de seguir el curso actual de la industria petroquímica, incapacidad para satisfacer el mercado doméstico, estos factores también se pueden convertir en elementos de potencial impacto negativo sobre el desempeño y la competitividad de la industria petroquímica, las industrias relacionadas y la economía en su conjunto. No hay que olvidar que en la actualidad la industria petroquímica ya enfrenta un creciente déficit de productos petroquímicos que ha venido cubriéndose con importaciones, y de mantenerse la tendencia de crecimiento de la demanda, lejos de potenciar el desarrollo de esta industria, se convertirá en un importante elemento de desequilibrio de las cuentas externas nacionales.

Este momento en Asia y Europa existen instalaciones petroquímicas no muy integradas y de tamaño de escala no económica. Por su parte la industria en Los Estados Unidos continúa en un proceso de racionalización provocado por los altos precios de los insumos y la caída en la demanda por la baja en la actividad económica¹³².

¹³² SENER (2002 & 2003).

Gráfica 18

Proyección de la demanda de productos petroquímicos en México.



Fuente: SENER (2003).

En este escenario de la petroquímica mundial y la tendencia a elevados precios de los hidrocarburos, México se puede convertir en un productor muy competitivo de petroquímicos debido principalmente a la disponibilidad de materia prima y sus costos de producción de insumos, pero requiere de una renovada política hacia el sector que permita potenciar estas ventajas y además favorecer la integración vertical y la innovación tecnológica que son elementos característicos de la industria petroquímica a nivel mundial.

Sin duda México se encuentra en un importante momento para reactivar el desarrollo de la petroquímica y convertirla en años venideros en una de las más importantes del mundo. Otros países se encuentran en la misma disyuntiva por lo que retrasar la reactivación de la industria puede significar el desaprovechar

importantes oportunidades de negocios y rentabilidad para los proyectos potenciales en México.

4.1.4 Perspectivas de la industria petroquímica global y su impacto en México.

La industria petroquímica mundial genera alrededor de 1.8 billones de dólares anuales. Los productos base¹³³ representan dos terceras partes del valor generado por la industria. Estos productos son las olefinas (etileno, propileno, butadieno y butilenos), el metanol y los aromáticos (benceno, tolueno y xileno). Todos estos considerados la base (“building block”) de la industria petroquímica ya que son precursores de un sinnúmero de productos. Se estima que la demanda de estos productos seguirá creciendo de entre 4 a 4.5% anual¹³⁴ en los próximos años.

En el año 2000 la producción mundial de productos base fue de alrededor de 311 millones de toneladas métricas, destacando el etileno y propileno por el total de su participación de la producción global con 170 millones de toneladas. México tiene una buena posición para participar exitosamente en este segmento de la industria, ya que el factor determinante de la rentabilidad son los costos y la disponibilidad de los insumos. La tendencia dentro de la industria petroquímica mundial en este segmento es hacia la diversificación regional de la producción. Un ejemplo de esto es la producción global de olefinas, cuya producción fuera de los países desarrollados se va a incrementar de 36% en 1990 a 48% para el año 2005¹³⁵. La misma tendencia hacia una producción regional más diversificada esta ocurriendo para otros productos petroquímicos básicos y derivados¹³⁶. Estas tendencias se han reforzado por los siguientes hechos:

¹³³ También denominados “commodities”.

¹³⁴ Secretaría de Energía (2003).

¹³⁵ SRI Internacional (2002).

¹³⁶ Secretaría de energía (2003).

- ▶ Mercados locales en crecimiento – particularmente Asia y América Latina.

- ▶ Disponibilidad local de insumos.

- ▶ La liberalización del comercio y de las políticas de inversión extranjera en la mayoría de los países en desarrollo.

- ▶ La integración y la globalización de los negocios petroquímicos. Muchos países, especialmente los que cuentan con reservas de hidrocarburos, están buscando activamente nuevas inversiones nacionales y extranjeras en sus industrias petroquímicas.

Los cambios en la industria petroquímica mundial permiten plantear perspectivas favorables para el segmento de productos básicos en los países en vías de desarrollo, especialmente aquellos con reservas de petróleo y/o gas natural. Para México representa una importante oportunidad para la reactivación de la petroquímica, ya que se cuenta con una base productiva importante a partir de la cual se puede seguir creciendo y posicionarse como un potencial proveedor de insumos petroquímicos en relación con otros productores de la región. En la tabla 11 se puede apreciar a los productores de insumos primarios en el mundo. Se puede apreciar como PEMEX es un productor importante de básicos a nivel mundial, pero su tamaño de escala de producción se encuentra muy por debajo de los líderes mundiales. La tendencia mundial en la actualidad en estos productos es a formar grandes empresas productoras con gran tamaño de escala¹³⁷, México si quiere ser competitivo no puede permanecer ajeno a esta tendencia y a través de PEMEX debe de hacer un importante esfuerzo para invertir en capacidad adicional para la producción de básicos. Lo que se ha visto, es una condición para mejorar la posición competitiva de la industria petroquímica en México.

¹³⁷ Tremblay (2000).

Tabla 11
Principales productores de básicos en el mundo, mmt métricas.

Empresas	Metanol	Etileno	Propileno	Butadieno	Benceno	Tolueno	Xileno	Total
Exxon Mobil		7.5	4.7	0.6	3	2	3.7	21.5
Royal Dutch Shell		5.1	4.5	0.7	2.1	0.7	0.8	13.9
Sinopec-China	2.4	2.7	2.8	0.5	1.6	0.8	1.5	12.3
Dow Chemical		6.4	2	0.3	2.2	0.4		11.3
BP Amoco		3.2	2.2	0.3	1.4	1.1	2	10.2
Total Fina Elf		2.4	2.6	0.2	2	0.7	2.3	10.2
Equistar		5.2	2.6	0.6	1	0.2	0.1	9.7
SABIC	3.9	3	0.6	0.1	0.7	0.6	0.4	9.3
Chevron Phillips		3.7	1.6		1.3	0.8	1	8.4
Methanex	6.2							6.2
Reliance		0.8	1		0.4	0.9	2.3	5.4
BASF	0.4	2.2	1.5	0.1	0.5	0.2		4.9
Eni S.P.A.		1.9	1	0.3	0.8	0.4	0.5	4.9
CPC (Taiwán)		1	1.4	0.2	0.6	0.6	0.7	4.5
Huntsman		1.8	1	0.5	0.6	0.4		4.3
Union Carbide		3.1	0.5					3.6
PDVSA	0.7	0.6	0.3		0.7	0.6	0.8	3.7
Mitsubishi Chem.		1.6	0.9		0.6	0.1	0.1	3.3
PEMEX	0.2	1.4	0.5		0.4	0.5	0.3	3.3
Idemitsu		0.8	0.6		0.9	0.1	0.7	3.1
Copene		1.2	0.6	0.2	0.5	0.3	0.3	3.1
Total	14.1	59.5	34.3	5	22	11.6	17.8	161.0
%total mundial	38%	60%	34%	47%	52%	50%	52%	53%
Total mundial	37.5	100	63.9	9.8	42.4	23.2	34.2	311

Fuente:Secretaría de Energía (2003).

La petroquímica se mantiene como un negocio dinámico y en constante mejora de sus procesos de negocios. La mayor parte de las empresas para mantener la rentabilidad en un escenario de alta competencia, se encuentran reduciendo costos a través de mejoras en la eficiencia operativa, en los procesos de negocios y alcanzado tamaños de escala más óptimos. La petroquímica sobretodo, es un negocio dirigido por los costos, y únicamente aquellos competidores que tienen auténticas ventajas en este rubro pueden continuar dentro de la industria.

He aquí la gran oportunidad para México, sólo si es capaz de traducir las reservas de hidrocarburos en costos bajos de insumos, adaptar y desarrollar innovaciones tecnológicas que permitan menores costos de producción y mejores productos y

una estructura que favorezca la transferencia de costos en todas las etapas de producción, ésta industria podrá desarrollarse y alcanzar niveles mundiales de competitividad.

4.2 Creación de ventajas competitivas: Integración vertical y desarrollo de capacidades tecnológicas.

En las páginas anteriores se han analizado los factores que explican el nivel actual de competitividad de la industria petroquímica en México. A continuación se hará lo correspondiente con los principales factores que de acuerdo a las características de la industria petroquímica mundial explican la brecha de competitividad existente entre la petroquímica en México y la industria petroquímica internacional. Estos factores son necesarios y determinantes para poder aprovechar al máximo las actuales ventajas comparativas y lograr las condiciones para lograr el "catching-up" en términos de capacidades tecnológicas y participación de mercado.

4.2.1 La Integración vertical.

4.2.1.1 La justificación económica de la integración vertical.

La literatura existente relacionada con la integración vertical es muy extensa, sin embargo para el propósito de este capítulo se han revisado aquellos estudios relacionados con el impacto que tiene la estrategia de integración vertical en el desempeño económico de las empresas.

La integración vertical es un tema importante dentro de la teoría económica y muy especialmente de la economía industrial debido a que es una estrategia muy utilizada por muchas empresas e industrias. La teoría ortodoxa basada en el supuesto de competencia perfecta no ha sido muy adecuada para justificar el impacto de la integración vertical en el desempeño de las empresas:

"En un mundo caracterizado por mercados de insumos y productos perfectamente competitivos, la integración vertical no presenta ventajas sostenibles (...) cualquier acción efectuada para obtener rendimientos por encima del nivel normal será prontamente anulada por acciones similares de la competencia.... En esta visión neoclásica del mundo, la integración vertical tiene casi nula relevancia en explicar el desempeño de una empresa o industria¹³⁸".

Sin embargo, en el mundo real los mercados tienen fallas e imperfecciones, y por lo tanto la integración vertical existe, y es la estructura dominante en muchas industrias. Dentro de la industria del petróleo, el análisis de la integración vertical es un tema que siempre ha jugado un papel importante, y es quizás en esta industria donde históricamente el debate entorno al grado deseable de integración vertical ha sido más intenso, como resultado de la enorme importancia que tiene el petróleo en las economías modernas y por los enormes intereses creados alrededor de esta estratégica mercancía¹³⁹.

4.2.1.2 La integración vertical en la industria petroquímica.

La integración vertical es una característica típica de la industria petroquímica y sus determinantes son muchos: fuertes economías de escala y aglomeración, presencia de co-productos en los procesos, altos costos y riesgos de transporte, elevados costos de transacción (dado el carácter altamente específico de los activos), posibilidades de fijar precios de transferencia y distorsiones en los mercados "aguas abajo" ("upstream"). También es importante la integración horizontal, por las economías de alcance en Investigación y desarrollo,

¹³⁸ Chatterjee et al (1992).

¹³⁹ Bindemann Kirsten (1999).

comercialización, administración y financiamiento¹⁴⁰. A continuación se abundará en estos puntos que son determinantes para favorecer la integración vertical en la industria petroquímica, como una estrategia para mantener los niveles de rentabilidad necesarios.

En todos los países productores de petroquímicos, la industria petroquímica tiene un alto grado de concentración debido a las economías de escala requeridas. Las economías de escala se dan tanto a nivel de planta como de la propia firma, por la amortización no sólo de algunos costos fijos (comercial, administrativo, financiero), sino también de los gastos en investigación y desarrollo. Al mismo tiempo, se trata de un sector de capital intensivo, donde los requerimientos de inversión son muy elevados por lo que sólo unos cuantos grupos industriales se encuentran en condiciones de participar.

Una vez concretada una inversión, los elevados costos hundidos ("sunk costs"), las indivisibilidades características de los procesos productivos y la necesidad de operar permanentemente con altos niveles de utilización, hacen rígidas las posibilidades de adaptación de las plantas a las fluctuaciones de la demanda. Esto tiene, entre otras cosas, consecuencias sobre los mecanismos de formación de precios domésticos y de exportación¹⁴¹.

Por este motivo, predominan los contratos de largo plazo y hay gran estabilidad en las relaciones entre productores y consumidores en los mercados nacionales, y entre exportadores e importadores en el comercio internacional. Esto se explica por las ventajas de los contratos de largo plazo por sobre las operaciones "spot".

¹⁴⁰ Para abundar en trabajos empíricos sobre la conveniencia de la integración vertical como estrategia de crecimiento y agregación de valor en la industria petrolera ver: Luciani, G. & Salustri M. (1998), Dixit A. (1983), Frankel P.H. (1953), Bindemann Kirsten (1999), Kadhim M. (1981), Al-Moneef M. (1998).

¹⁴¹ Por su complejidad técnica y de procesos, la capacidad instalada crece o se retrae modularmente. Lo que aunado a la fuerte especificidad de activos característica del sector, se entiende porqué la oferta petroquímica reacciona con retraso a los cambios en el entorno y su marcado carácter cíclico. En caso de un movimiento expansivo, entre la confirmación de la existencia de condiciones favorables a una inversión y su concreción median un conjunto de pasos que insumen un período de tiempo relativamente largo. En el caso contrario, en proceso de retracción, las firmas priorizan el sostenimiento de una alta utilización de la capacidad, y sólo cuando tal situación se prolonga optan por reducir el nivel de oferta o clausurar capacidades instaladas.

También son comunes los proyectos conjuntos de Investigación y desarrollo, el licenciamiento cruzado de tecnologías y los acuerdos de división de mercados.

Este conjunto de características indican que existe una importante cuota de cooperación entre los agentes que participan en la industria petroquímica y una fuerte tendencia a la integración. Obviamente, esto no excluye la competencia exacerbada generalmente en los períodos de depresión de precios.

La mayor integración vertical de las empresas tiene el efecto positivo de reducir los costos de transacción entre las diferentes etapas de producción, teniendo en mente que el insumo de cada parte del proceso son los hidrocarburos parcialmente transformados en la etapa anterior. De esta manera, las políticas de precios de las grandes empresas integradas verticalmente no dependen de la evolución del mercado internacional. Por el contrario, los precios internacionales que fijan estas corporaciones para su producción excedente dependen de la manera como estas empresas manejan su rentabilidad global en beneficio de una mejor posición del conjunto de negocios¹⁴².

En general, el mercado internacional es receptor de la producción residual y por tanto, los mecanismos de formación de precios de los productos comerciados en grandes tonelajes toman como parámetro los costos variables o incluso, en los períodos de depresión, niveles inferiores a aquéllos. La Industria Petroquímica está sujeta a ciclos de precios internacionales determinados por dos elementos: el precio de las materias primas y, el más importante, el balance entre capacidad instalada y demanda (la cual depende del nivel de actividad económica en los países desarrollados). En los períodos de precios bajos -como entre 1990 y 1993-, la necesidad de mantener un nivel alto de utilización de la capacidad lleva a las firmas a practicar una política de exportaciones agresiva.

¹⁴² Mattar J. (1994).

4.2.1.3 La integración vertical de la industria petroquímica en México.

En México en base a criterios económico-estratégicos¹⁴³ con sustento en la ley¹⁴⁴ se divide a la industria petroquímica en dos grandes subdivisiones: industria petroquímica básica y la industria petroquímica secundaria.

De esta manera se reserva a la nación a través de PEMEX y organismos o empresas subsidiarias de dicha institución de manera exclusiva la elaboración y comercialización de los productos petroquímicos básicos. Mientras que en la parte considerada como petroquímica secundaria la participación de la iniciativa privada, nacional y extranjera, no sólo es permitida sino determinante para el desarrollo de esta industria, ya que si bien la iniciativa privada no puede participar en la petroquímica básica, PEMEX no participa más allá de la producción de algunos productos intermedios.

En base al marco legal existente la industria petroquímica en México se ha desarrollado de la siguiente manera: Las empresas PEMEX Refinación y PEMEX Gas y Petroquímica básica producen y suministran a PEMEX Petroquímica de los productos petroquímicos básicos para llevar a cabo su producción. Actualmente PEMEX Petroquímica cuenta con ocho complejos petroquímicos en operaciones donde produce productos petroquímicos secundarios derivados de las siguientes cadenas: derivados del metano, derivados del etano, propileno y derivados, aromáticos y derivados y otros productos.

¹⁴³ El criterio económico-estratégico considerado se refiere a los productos que el estado considere son de interés económico fundamental para el aparato productivo nacional porque son materias primas de uso generalizado en la industria. En este caso el estado decide conservar para sí el control y explotación de estas materias primas a fin de garantizar que su abasto al sector productivo se realice en condiciones adecuadas de suficiencia, oportunidad y precios razonables, buscando así impulsar el desarrollo económico del país. Principio rector consagrado en la constitución: artículos 25, 27 y 28 que se aplica explícitamente a los hidrocarburos: la explotación de las áreas e insumos estratégicos debe estar exclusivamente en manos de la nación. Ver Manzo José Luis. (1996).

¹⁴⁴ Reglamento de la ley reglamentaria del artículo 27 Constitucional en el ramo del petróleo, en materia petroquímica.

Como se puede ver en la figura 3 estos complejos petroquímicos se encuentran ubicados cerca de las fuentes de las materias primas que son las refinerías del país por lo que la mayor producción se encuentra concentrada al sureste del país (91% de la producción total). La industria petroquímica secundaria privada tiene a PEMEX Petroquímica como proveedor y también recurre a las importaciones – ya que existe déficit productivo de algunos productos – para el abastecimiento de materias primas para su producción.

Figura 3

Ubicación de los complejos petroquímicos de PEMEX Petroquímica.



Fuente: SENER 1997.

Por lo mismo la ubicación de las plantas petroquímicas de la iniciativa privada se encuentran en su mayoría a lo largo de la costa del Golfo de México, Tamaulipas y

Veracruz, cerca de los complejos de PEMEX Petroquímica y de los principales puertos marítimos. Las principales empresas petroquímicas del sector privado en su mayor parte son filiales de empresas extranjeras, mientras que el resto pequeñas y medianas son de capital privado nacional¹⁴⁵ (ver tabla 12).

Tabla 12

Las mayores empresas petroquímicas privadas de México.

Empresa	Producto	Filial
Celanese Mexicana	Nylon, Poliéster, fibras, solventes.	Hoechst/Celanese
Cydsa	Fibras acrílicas, PVC, especialidades.	Sin filial extranjera
Dupont, S.A.	Explosivos, pinturas, resinas agroquímicos.	E. DuPont De Nemours
Industrias Resistol	Poliestireno, ABS, Fenol, resinas acrílicas, adhesivos, seladores.	Monsanto
Novum	Farmacéuticos, nucle, carbón activado, ácidos grasos.	Merck Cabot Henkel
Petrocel	DMT, PTA.	Hercolina
Polímeros de México	PVC, Poliestireno.	Rhone Poulenc Hoest
Poliol	Glicoles.	BASF
Temex	TPA.	Amoco
Union Carbide Mexicana	Silicones, agroquímicos, gases inertes.	Union Carbide

Fuente: ANQ (2002)

PEMEX es el más importante proveedor de la industria química y petroquímica nacional, por lo que el desarrollo de la industria petroquímica depende de la capacidad de PEMEX y sus organismos subsidiarios para proveer los insumos básicos necesarios.

¹⁴⁵ En México la industria petroquímica se encuentra constituida por poco más de 350 empresas, de las cuáles diez grupos concentran más del 80% de la producción de productos petroquímicos secundarios y fertilizantes (nueve grupos privados: Celanese, Resistol, Dupont, Cydsa, Petrocel, Fibras Químicas, Novum, TEMEX, PRIMEX- y PEMEX).

Sin embargo desde hace dos décadas PEMEX ha visto disminuida su capacidad para realizar las inversiones necesarias para modernizar las instalaciones actuales e incrementar la capacidad instalada, por lo que no ha podido satisfacer la demanda actual. Ante esta disminución de la inversión en capacidad productiva por parte de PEMEX, la iniciativa privada ha venido incrementando su participación en la capacidad instalada y producción de petroquímicos, de tal manera que en la actualidad participa con 59.8% y 58.3% del total nacional respectivamente.

La ausencia de inversión y la división artificial entre petroquímica básica y no básica que impide la integración de cadenas productivas¹⁴⁶, han tenido efectos negativos en la industria de tal forma que en los últimos años México se ha convertido en un país importador neto de productos petroquímicos. Para el año de 2001 las importaciones superaron los 74,000 millones de pesos de los cuales más de 10,000 millones corresponden a productos que únicamente produce PEMEX Petroquímica.

Como se ha visto en capítulos previos, al ser PEMEX la columna vertebral de la industria petroquímica, la reactivación de la inversión en PEMEX es prácticamente una condición necesaria para reanudar el desarrollo de la industria petroquímica, ya que esta depende de la capacidad de PEMEX y sus organismos subsidiarios de proveer los insumos básicos necesarios.

Por otra parte, la integración vertical de la industria petroquímica requiere de la participación de la iniciativa privada, lo cual no excluye la participación del capital extranjero. Aún en un escenario en que PEMEX pueda disponer de más recursos, estos nunca serán de magnitud suficiente para profundizar su participación en Petroquímica secundaria, por lo que la participación del sector privado es

¹⁴⁶ División artificial porque técnicamente no existe división entre petroquímicos básicos y secundarios. Pero en países como México donde las reservas petroleras y su explotación industrial están en manos de la Nación, existe esta diferencia en base a criterios estratégicos y económicos. Ver. Manzo Yépez (1996).

determinante para el desarrollo y competitividad de la industria en el mediano y largo plazo.

En este sentido, se requiere de una renovada política hacia el sector que favorezca por una parte la mayor disponibilidad de recursos a PEMEX Petroquímica para financiar su expansión y por otra encontrar mecanismos que permitan la mejor coordinación entre el Estado y la iniciativa privada para el futuro desarrollo de la industria. La necesidad de una renovada política para esta industria, se origina en la misma incapacidad de la política actual para reactivar el desarrollo de la petroquímica.

No obstante que la petroquímica secundaria se encuentra abierta a la inversión privada (nacional o extranjera hasta en un 100% cuando se trate de nuevas inversiones), este sector no ha realizado las inversiones necesarias porque aún existen restricciones que impiden la integración de cadenas productivas y que no dan certeza a nuevas inversiones. Los casos del etileno, óxido de etileno, polietileno permiten ilustrar las restricciones más importantes.

A pesar de que la inversión en la producción y comercialización de etileno, óxido de etileno y polietileno se encuentra abierta a la iniciativa privada, PEMEX Petroquímica es el único productor de estos petroquímicos en virtud de las siguientes razones:

- La imposibilidad de integración de las cadenas productivas disminuye la confiabilidad en el abasto de insumos y resulta en un menor valor agregado en la cadena (etano es la materia prima de estos productos y PEMEX lo obtiene a partir del gas de proceso rico en etano proveniente de las refinerías).
- El poder monopólico de PEMEX en la producción, distribución y venta de petroquímicos básicos genera desconfianza en el sector privado respecto a las condiciones de competencia en el sector (precios).

- La volatilidad del precio del gas natural en México y la falta de contratos de suministro de largo plazo.
- El sector privado ha retrasado decisiones de inversión en proyectos privados porque mantiene la expectativa de que eventualmente se privaticen las plantas de PEMEX Petroquímica.
- La producción de estos productos estuvo históricamente reservada al Estado.

La descripción de la estructura de la industria petroquímica en México es ilustrativa del grado de desarticulación de la industria en comparación con la industria petroquímica mundial. De tal manera, que resulta contraria a la tendencia de la industria petroquímica mundial que a través de una profunda reestructuración ha buscado una mayor integración vertical.

El hecho es que en México existen dos petroquímicas y sin importar que tan cerca cooperen entre ellas, estas se encuentran en una posición desventajosa con respecto a sus competidores mundiales que son empresas completamente integradas¹⁴⁷.

Al no tener una integración vertical completa se evita que la industria obtenga los siguientes beneficios:

- Administración de costos de transferencia y sinergia en costos (productor de bajo costo).
- Economía de escala.
- Mayor flexibilidad en la comercialización (precios / costos).
- Mayor protección contra ciclos recesivos (control oferta/demanda).

En todo caso la solución a la problemática actual de la industria petroquímica, indispensable para potenciar la competitividad de la industria, es de carácter

¹⁴⁷ Weintraub S.,Rubio L.,Jones A. (1991).

institucional. Sin una definición clara de cómo y quién se encargará de la reactivación y desarrollo de la industria petroquímica, esta industria no podrá desarrollar y convertir en contundentes ventajas competitivas las ventajas comparativas que tiene en México.

4.2.1.4 El futuro de la integración vertical de PEMEX.

En México en el centro de la industria de los hidrocarburos se encuentra una empresa pública, PEMEX, que es la única que tiene una integración vertical completa desde la extracción hasta la transformación industrial y comercialización de los hidrocarburos. El contexto en que esta empresa fue creada y se desarrolló hasta convertirse en una de las más importantes del mundo ha cambiado drásticamente. A tal grado que hoy existen muchas presiones externas para abrir la empresa a una mayor participación privada, principalmente extranjera ya que es la que esta en condiciones de participar de esta apertura por los requerimientos de capital y tecnología necesarios¹⁴⁸. En este escenario, de crecientes presiones la

¹⁴⁸ La industria petroquímica fue la arena donde se dio la lucha por la privatización de Petróleos Mexicanos en la década de los noventa. En 1992 el Gobierno Federal continuando con su política de privatización, acordó desincorporar 19 de las 61 plantas petroquímicas y en 1995 emitió la convocatoria pública No. PPQ-01 en una licitación pública internacional, con objeto de enajenar cinco plantas de amoniaco, una planta de hidrógeno, una planta de paraxileno y su unidad de isomerización y otros activos relacionados, localizados en el Complejo Petroquímico de Cosoleacaque, Veracruz. Esta privatización enfrentó una fuerte oposición social y sindical que provocó su fracaso.

En 1996 ante el fracaso de la licitación el Gobierno Federal cancela el proceso de licitación pública PPQ-01 y anuncia una nueva estrategia para continuar el proceso de privatización de PEMEX Petroquímica. En 1997 se transforma la estructura de organización de PEMEX Petroquímica y constituye siete empresas filiales. La nueva estrategia consiste en vender parcialmente los complejos petroquímicos, emitiendo dos series de acciones: la serie "A", representando el 51% del capital social que correspondería al Gobierno Federal, y la serie "B" que representa el 49% del capital social, de libre suscripción.

En 1998 el Gobierno emite la convocatoria y bases para la licitación pública No. CPQ-01, para la adquisición de las acciones de la serie "B" representativas del 49% del capital social de libre suscripción.

En 1999 ante el fracaso de esta nueva estrategia ya que los inversionistas concursantes retiraron sus propuestas, por considerar que no existen las condiciones legales y de seguridad para sus inversiones, el Gobierno Federal nuevamente cancela el intento de privatización a través de la licitación CPQ-01.

Ante el fracaso de este esquema, el gobierno no implementó una opción alternativa para la petroquímica y esta se ha quedado estancada, ya que a pesar de que la petroquímica secundaria se encuentra abierta a la inversión privada (nacional o extranjera hasta en un 100% cuando se traten de nuevas inversiones), el sector privado no ha realizado las inversiones necesarias porque considera que aún existen restricciones que impiden la integración de cadenas productivas y que no dan certeza a estas nuevas inversiones. La actual administración de Petróleos Mexicanos busca reactivar la industria a través del denominado Proyecto Fénix que plantea inversiones por 3,000 millones de dólares para la construcción de dos complejos petroquímicos

empresa petrolera pública debe de cambiar para adaptarse a las nuevas condiciones de competencia y estar en condiciones de enfrentar con éxito los retos que las necesidades de desarrollo del país imponen. El simple cambio de la estructura patrimonial de la industria no garantiza un desarrollo de la industria acorde con los requerimientos del desarrollo nacional, ni que los objetivos estratégicos de la industria sean necesariamente los que favorezcan a la nación, en este sentido en México, y en el mundo, hay experiencias que lo demuestran ampliamente.

Sostengo que en México, la industria petrolera pública puede seguir siendo viable y enfrentar la competencia no sólo en petroquímica sino en todas las actividades de refinación, gas natural, comercialización, pero necesita cambiar adoptando comportamientos y estrategias similares a las de las compañías petroleras transnacionales¹⁴⁹.

La búsqueda de una mayor integración vertical y un constante desarrollo e innovación tecnológica son las estrategias dominantes en la industria petrolera mundial. Para que PEMEX pueda seguir siendo viable debe de cambiar para adoptar esas prácticas, lo que obviamente no depende sólo de PEMEX sino de un cambio institucional que permita dichos cambios manteniendo la función estratégica de la industria petrolera en la economía nacional.

A continuación se presenta la tendencia de la industria petroquímica mundial hacia una mayor integración, y como las grandes empresas privadas transnacionales, sobre las grandes empresas nacionales, llevan la delantera en esta tendencia.

de tamaño y clase mundial en Coatzacoalcos y Altamira. Para este proyecto se considera la alianza con la iniciativa privada, quedando Petróleos Mexicanos como propietario de algunas plantas, las de petroquímica básica, y las empresas privadas como propietarias de las otras plantas. En Coatzacoalcos por la disponibilidad de etileno, gasolinas naturales y sus derivados que se producen en el complejo de Pajaritos, se desarrollaría la cadena del etileno, que es la de mayor rentabilidad, mientras que el complejo de Altamira se desarrollaría en base a las naftas como insumo. Ver SENER (1997) y Shields David (2003).

¹⁴⁹ Integración vertical completa que permite una administración y sinergia de costos de transferencia, economías de escala, mayor flexibilidad en la comercialización (control de la oferta de acuerdo a los costos y precios).

La industria petrolera ha cambiado drásticamente en los últimos años. El alza y volatilidad de los precios de los hidrocarburos, la baja en la demanda por la falta de actividad en la economía mundial y el exceso de capacidad ha transformado la industria. Los participantes en la industria han respondido a estos retos a través de grandes fusiones para ser más competitivos y han buscado el camino de la integración¹⁵⁰.

A través de la integración los participantes en la industria han visto mejorar sus posiciones en la clasificación ("ranking") de la industria petrolera mundial en los últimos años. En la publicación de "Petroleum Intelligence Weekly" correspondiente al año de 2003, por primera vez desde su primera publicación, entre las diez primeras empresas del mundo la mayoría son del sector privado. Este segmento siempre había sido dominado por las grandes empresas petroleras nacionales.

Tabla 13

Petroleum Intelligence Weekly, 10 primeros lugares.

Posición	Compañía	Propiedad
1	Saudi ARAMCO	Estatal
2	Exxon Mobil	Privado
3	PDVSA	Estatal
4	NIOC	Estatal
5	RD/Shell	Privado
6	BP	Privado
7	PEMEX	Estatal
8	Chevron Texaco	Privado
9	Total Fina Elf	Privado
10	Petrochina	90% Estatal

Fuente: Elaboración propia con datos PIW 2003.

¹⁵⁰ Desde el punto de vista de la industria, la integración vertical busca disminuir el riesgo y capturar el mayor potencial de ganancias en cada etapa de la cadena desde la extracción de petróleo hasta la comercialización de productos elaborados. Las ganancias a lo largo de las diferentes etapas de la cadena de la industria tienen fluctuaciones asimétricas. La integración ayuda a balancear las operaciones y protegerse de la inestabilidad del mercado. Cuando los precios del petróleo son altos se tienen altos ingresos en la extracción mientras que los productos procesados tienen a disminuir su rentabilidad, lo contrario ocurre en escenarios de precios de crudo bajos. Ver Al-Moneef (1998) & Bindemann K. (1999).

Las grandes fusiones que han realizado las empresas privadas trasnacionales, les han permitido lograr escalas comparables a las empresas nacionales en todos los segmentos de la industria (ver tabla 13). Usualmente las empresas privadas dominaban el segmento "aguas arriba" (downstream) mientras que las nacionales dominaban el segmento "aguas abajo" (upstream). Ahora la situación se ha nivelado y el reto para las grandes empresas nacionales es buscar una mayor integración vertical que les permita maximizar sus ventajas comparativas en costos de producción y mayor disponibilidad de reservas.

Las empresas petroleras nacionales continúan controlando la producción y la producción de hidrocarburos (upstream) pero no han podido cerrar la brecha en el segmento "aguas abajo" (downstream) de la industria. Como se puede ver en la tabla 14, nueve empresas estatales se encuentran entre los diez primeros lugares aguas abajo de la clasificación mientras que sólo tres se encuentran entre los diez mejores aguas arriba. PEMEX se encuentra en la novena posición en aguas abajo y en la treceava posición aguas arriba por lo que no aparece en esa columna.

Tabla 14

Petroleum Intelligence Weekly, Upstream & Downstream.

Posición	Upstream	Downstream
1	Saudi ARAMCO	Exxon Mobil
2	Gazprom	BP
3	NIOC	RD/Shell
4	INOC	PDVSA
5	KPC	Sinopec
6	PDVSA	Conoco Phillips
7	Qatar Petroleum	Total Fina Elf
8	Adnoc	Chevron Texaco
9	PEMEX	Saudi ARAMCO
10	Libia NOC	Petrobras

Fuente: Elaboración propia en base a PIW 2003.

Si tomamos los índices de integración¹⁵¹ para los primeros clasificados podemos encontrar que aún existe una brecha muy importante entre la integración de las

¹⁵¹ Indicador que relaciona la capacidad de producción con la capacidad de procesamiento industrial de los hidrocarburos.

empresas privadas y las nacionales. Porque lo que existe un enorme área de oportunidad para estas últimas para integrarse y potenciar la rentabilidad de sus empresas, valorizar mejor sus reservas de hidrocarburos e impactar favorablemente en la industrialización de sus economías. No hay que olvidar, que la mayor integración vertical esta relacionada con un mejor desempeño y rentabilidad de la industria¹⁵².

Como se puede ver en la tabla 15 dentro de las principales empresas de acuerdo al índice de integración (relación capacidad de procesamiento de crudo/producción) las privadas son las mejor integradas y de entre las estatales la mejor integrada es PDVSA, empresa que en tiempos recientes ha llevado a cabo un ambicioso programa de integración vertical¹⁵³. Para el caso de PEMEX su posición esta muy por debajo de las principales empresas. Esto significa que tiene un enorme potencial de integración y de desarrollo.

En cuanto al índice de suficiencia (producción/capacidad de procesamiento de crudo) es obvio que las empresas estatales se encuentran mejor posicionadas ya que sus plataformas de producción son muy superiores y esta en línea con su predominio en el negocio "aguas abajo" de la industria. Por los indicadores previamente presentados es obvio que la tendencia de la industria petrolera es hacia una mayor integración, en el caso particular de México, esto es un indicador que la estrategia a adoptar para el desarrollo de la industria nacional es una que profundice la integración vertical tomando en cuanto las características particulares de cada etapa de la transformación de los hidrocarburos.

De acuerdo a la posición de PEMEX en esta clasificación es obvio que se requiere una pronta definición de cómo y quién debe de enfrentar el reto de la modernización de la industria o de lo contrario su posición competitiva se ira deteriorando con el tiempo. Lograr un consenso en cuanto al futuro de la industria

¹⁵² Para ver estudios empiricos que relacionan la integración vertical con el desempeño en la industria petrolera ver Bindemann K. (1999).

¹⁵³ Boué J. (1998).

no es fácil debido a las posiciones existentes pero sin duda tampoco es posible seguir postergando un gran debate nacional que termine con un proyecto claro en cuanto al rumbo de esta importante industria.

Tabla 15
Principales empresas por índice de integración y suficiencia.

Empresa	Propiedad	País	Índice de Integración	Índice de suficiencia
Exxon Mobil	Privada	EUA	1.45	0.69
BP	Privada	Inglaterra	0.96	1.04
RD/Shell	Privada	Inglaterra	0.85	1.18
PDVSA	Estatal	Venezuela	0.84	1.20
Saudi ARAMCO	Estatal	Arabia Saudita	0.23	4.38
PEMEX	Estatal	México	0.39	2.56
NIOC	Estatal	Irán	0.31	3.25
KPC	Estatal	Kuwait	0.52	1.92
Pertamina	Estatal	Indonesia	0.59	1.69

Fuente: Elaboración propia con datos de Petroleum Intelligence Weekly 2003

4.3 Desarrollo de capacidades tecnológicas.

4.3.1 La innovación tecnológica en la industria petroquímica.

Desde el nacimiento de la industria petroquímica a principios del siglo pasado, el desarrollo de esta industria ha estado muy determinado por el cambio tecnológico, la constante aparición de nuevos procesos y productos ha hecho de la petroquímica una industria líder en innovación.

Los procesos de producción dominantes en la industria son los denominados procesos de producción de desintegración catalítica continua ("cracking" catalítico)¹⁵⁴, con alta relación capital-trabajo e importantes efectos de escala¹⁵⁵.

¹⁵⁴ El cambio tecnológico de mayor importancia es la industria petroquímica ha sido el pasar de procesos de producción por lotes ("batch") a procesos de producción continuos ("steady-state"). Esto ha permitido aplicar economías de escala en la construcción de plantas, facilitar la operación y control del proceso y por lo tanto reducir de manera considerable los costos de producción unitaria de los petroquímicos más importantes y elevar la calidad y homogeneidad de los mismos.

¹⁵⁵ Chudnovsky D. y López A. y Porta F. (1994).

Estas características productivas y tecnológicas hacen que dentro de la industria petroquímica existan dos negocios altamente diferenciados: (a) Productos base (también denominados "commodities"), con procesos de producción continuo ("cracking" catalítico) y con estrategias de comercialización basadas en los precios y (b) Especialidades, con procesos discontinuos y fuertemente ligados a la innovación.

Estas diferencias hacen que el conocimiento ligado a cada uno de estos negocios no sea complementario del otro. En los procesos discontinuos se requiere conocimiento altamente especializado, mientras que en los procesos continuos se necesitan conocimientos básicos de procesos y esfuerzos de optimización. De esta manera, la especialización en productos base no lleva necesariamente a la producción de especialidades (ver tabla 16).

Tabla 16

Características de las especialidades y los productos base.

Tipo de producto	Productos base (productos maduros)	Especialidades (productos innovadores)
Tipo de proceso	Flujo continuo	Lotes chicos
Características del proceso	Estable y controlado	Nuevos productos
Estrategias de comercialización	Estándares	Diferenciación
Tipo de competencia	Precios	Tecnología/nuevos productos
Fuente de rentabilidad	Escala de producción	Volumen/Precio
Tipo de conocimiento	Difundido	Específico
Edad del equipamiento	Última generación	Generaciones más antiguas
Base de conocimiento	Procesos básicos	Ingeniería Química

Fuente: Porta F. (1994).

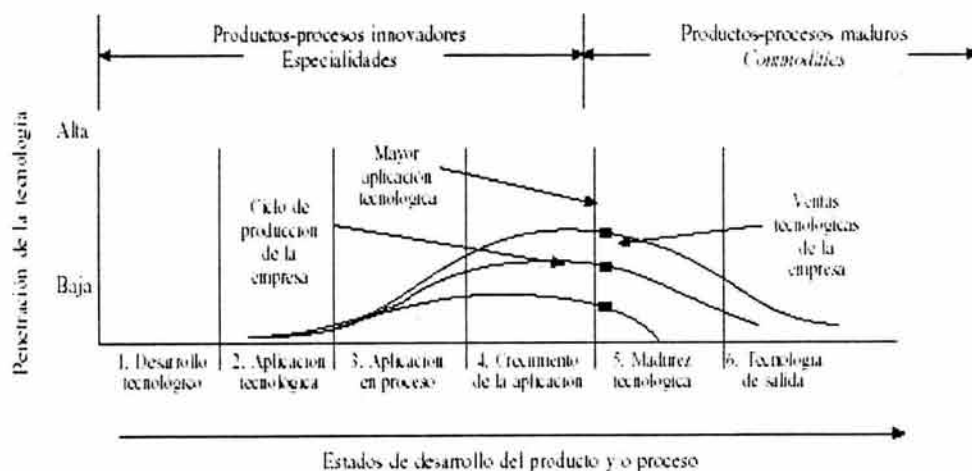
Para un país es ventajoso ser capaz de competir exitosamente en una industria, rama o productos cuyos mercados ofrezcan buenas posibilidades de desarrollo, y que además se basan en tecnologías claves que corresponden a las de los productos innovadores¹⁵⁶, que son los que tienen mayores tasas de rentabilidad.

De la misma manera que las ventajas competitivas están asociadas positivamente con el grado de madurez tecnológica de los productos y procesos. De la misma

¹⁵⁶ Arjona L. (1995).

manera, el grado de madurez tecnológica se encuentra relacionado con los conocimientos aplicados a la creación o mejora de nuevos productos, procesos o técnicas de producción, que incluyen la maquinaria, la organización y el diseño del proceso productivo. Por lo que la especialización comercial y productiva en productos maduros o innovadores es el reflejo del esfuerzo realizado para innovar y en gran medida para sobrevivir o mantenerse en el mercado internacional a lo largo del ciclo de vida del producto¹⁵⁷ (Ver figura 4). El stock tecnológico se concentra en un conjunto de corporaciones que destinan grandes recursos materiales y muy calificados recursos humanos a actividades de Investigación y desarrollo. Esto les permite no sólo controlar fuertemente la oferta de tecnología, sino también monopolizar la posibilidad de continuar realizando mayores innovaciones en procesos o productos. De tal forma que las empresas ubicadas en los países en desarrollo, donde no se destinan grandes recursos a la innovación y desarrollo, para poder participar en algunos segmentos de la industria, dependen de la importación de tecnología.

Figura 4
Innovación y madurez: el ciclo de vida tecnológico.



Fuente: Porta F. (1994).

¹⁵⁷ Para más detalles en cuanto a la relación entre desarrollo tecnológico y competitividad ver: Arjona y Unger (1996).

Las empresas que no se encuentran en condiciones de generar su propia tecnología, dependen del mercado internacional de tecnología. Los mecanismos de transferencia de tecnología, en exceso ventajosos para el licenciador, afectan a las empresas receptoras en su habilidad para realizar desarrollos propios y operar las plantas independientemente de los proveedores tecnológicos, afectando de esta manera su desempeño en los mercados, ritmo de crecimiento y rentabilidad de las empresas¹⁵⁸.

En el mercado mundial de tecnología los oferentes de tecnología en la industria petroquímica se dividen en dos grupos: los dueños de la tecnología que también son productores y las firmas de ingeniería que se dedican al desarrollo de procesos y que no se encuentran directamente involucrados en la producción¹⁵⁹.

Los últimos usualmente son dueños de tecnologías maduras y altamente difundidas, mientras que los primeros al ser ellos mismos productores y disponiendo de las tecnologías más avanzadas, no están dispuestos a compartirlas y por lo regular su comportamiento se rige en base a la teoría del ciclo de vida del producto. Lo que significa que concentran la exclusividad de los procesos y productos más innovadores y ofrecen tecnologías en productos maduros (productos base) donde la competencia se basa más en los costos – principalmente de los insumos – y donde los países que son productores de hidrocarburos pueden ser más competitivos¹⁶⁰.

De esta forma, la innovación tecnológica de procesos y productos se convierte en un asunto de máxima importancia dentro de la industria petroquímica. En los países en que se llevan a cabo las innovaciones se ven favorecidos por un mayor ingreso y las empresas se ven beneficiadas con tasas de rendimientos por encima

¹⁵⁸ Para una revisión detallada de los efectos adversos sobre los receptores de tecnología provocados por los arreglos contractuales en los que se lleva a cabo la transferencia de tecnología, ver Cortes M. & Bocoock P. (1994).

¹⁵⁹ Cortes M. & Bocoock P. (1994).

¹⁶⁰ Klepper Steven (1996).

del promedio por su posición de monopolio en un segmento del mercado por poseer una ventaja tecnológica¹⁶¹.

4.3.2 La creación de capacidades tecnológicas y el salto en la competitividad.

Hasta muy recientemente, la necesidad de inversión en investigación y desarrollo para el cambio tecnológico por los países en vías de desarrollo no había tenido mucha importancia dentro del pensamiento económico. El cambio tecnológico había sido considerado una variable endógena dependiente de la demanda de nuevas tecnologías, provocada por otros cambios en la economía, como por ejemplo cambios en la composición de la demanda doméstica. De alguna manera, el suministro de tecnología para los países en vías de desarrollo estaba garantizado y disponible en el mercado de los países más desarrollados. Desde esta perspectiva, la inversión para cambio tecnológico en los países en desarrollo no era otra cosa que pagar los costos de inversión en bienes de capital. Sin embargo, con el incremento en el conocimiento relativo a la difusión tecnológica, el cambio tecnológico endógeno ha concentrado la atención. Ahora es ampliamente reconocido que los países y sus empresas necesitan realizar inversiones en cambio tecnológico que vayan más allá de la mera adquisición de bienes de capital y el costo involucrado para adaptarlos a los requerimientos locales, para poder cerrar e incluso superar la brecha de desarrollo existente con los países avanzados¹⁶².

En los últimos años se han realizado numerosos estudios que buscan explicar como las industrias en países en desarrollo logran la convergencia con las industrias en los países desarrollados. En especial se han enfocado en la experiencia de una selección de industrias en los países de reciente industrialización del sudeste asiático, región que en las últimas décadas ha

¹⁶¹ En la literatura existen ejemplos de innovación de productos específicos que han favorecido la posición competitiva de las empresas y el ingreso nacional, ver: Stobaugh Robert (1988).

¹⁶² Evenson & Westphal (1995), Nelson & Pack (1999) & Timmer M. P. (2003).

logrado alcanzar y mantener elevadas tasas de crecimiento¹⁶³. Experiencia que resulta muy contrastante con lo sucedido en México y demás economías latinoamericanas. Las conclusiones obtenidas insisten en que en una empresa, industria o país, el factor determinante para el crecimiento de la productividad, mejorar la posición competitiva y finalmente lograr cerrar la brecha de competitividad internacional ("catching-up"), es la construcción de capacidades tecnológicas¹⁶⁴.

Comparación de la construcción de capacidad tecnológica entre países.

Los países de reciente industrialización en el sudeste asiático han sido particularmente exitosos en la selección de industrias que tienen un desarrollo tecnológico constante. Esto les ha permitido especializarse en sectores industriales con tasas de crecimiento por encima del promedio y mejorar su posición competitiva a nivel internacional. Estos países han desarrollado capacidades tecnológicas que les permiten introducir nuevos productos con ventajas tecnológicas en mercados tan competidos y dinámicos como los productos electrónicos de consumo y los productos petroquímicos y químicos.

La experiencia reciente en México es diferente, si bien ha sido posible en los últimos años incrementar el volumen de exportaciones manufactureras, estas tienen un elevado contenido de insumos importados y gran dependencia del costo bajo de la materia prima y la mano de obra. Situación que ha limitado los beneficios de la mayor apertura comercial de la economía mexicana.

Los estudios de la teoría de la asimilación tecnológica han insistido que la fuente crucial del crecimiento económico y la competitividad internacional de algunas industrias de los países de reciente industrialización en el sudeste asiático es el

¹⁶³ Citando los más importantes : Meliciani V. (2002), Matsuyama K. (1992), Nelson R.R. et al (1999), Gans J. (1998), Timmer M.P. (2003), Lee K. et al (2001), Mahmood P. et al (2003).

¹⁶⁴ Entendiendo por capacidad tecnológica a el conjunto de habilidades, experiencias y esfuerzos que permiten a una empresa comprar, utilizar, adaptar, mejorar y crear nuevas tecnologías de manera eficiente. Ver Timmer M.P. (2003).

resultado del crecimiento de la productividad ligado a un proceso de aprendizaje e innovación tecnológica que han experimentado estos países y que les permite no sólo adoptar tecnologías externas sino que ha hecho posible que puedan desarrollar tecnologías propias¹⁶⁵.

En este sentido, en esta parte del trabajo se hace una comparación de la evolución del proceso de creación de capacidades tecnológicas entre dos de los países de reciente industrialización del sudeste asiático, Taiwán y Corea del Sur, y México para comprobar si es consistente el punto de vista de la teoría de la asimilación.

Para comparar el comportamiento de la capacidad tecnológica entre los países se van a utilizar estadísticas de patentes¹⁶⁶. Tanto las patentes como los datos de inversión en investigación y desarrollo son indicadores comúnmente utilizados como una medida de la innovación y cambio tecnológico. La ausencia de información estandarizada de datos de inversión en investigación y desarrollo hace muy impráctica la utilización de este indicador¹⁶⁷.

Para poder hacer la comparación entre países, se va utilizar la información de patentes otorgada por la oficina de patentes de los Estados Unidos. Esta información además resulta ser muy completa porque Estados Unidos es el mercado más grande y tecnológicamente más avanzado del mundo, entonces todos los inventos que se han patentado en cualquier parte del mundo y que pretenden tener un alcance global, también son patentados en Estados Unidos.

¹⁶⁵ Mahmood P. I. et al (2003), Rodrik D. (1995) & Stiglitz J. (1996), Nelson R.R. et al (1999).

¹⁶⁶ Una patente es un documento emitido por una agencia gubernamental autorizada, que otorga el derecho exclusivo para la producción o uso de un nuevo dispositivo, aparato o proceso por un período determinado de tiempo, en el caso de Los Estados Unidos en la actualidad es de 17 años (Griliches Zvi 1990).

¹⁶⁷ Las estadísticas de patentes son un indicador económico de uso difundido para cuantificar los procesos de innovación y cambio tecnológico. Se ha demostrado que existe una fuerte relación entre el número de patentes y la inversión en investigación y desarrollo, lo que implica que ante la ausencia de datos completos de inversión en investigación y desarrollo, las patentes son un buen indicador de las diferencias entre actividades de innovación tecnológica entre empresas, (Griliches Zvi 1990).

En la tabla 17 se presentan las tendencias de las patentes otorgadas en Estados Unidos para Taiwán, Corea del Sur y México. Como indican los datos, al principio del período el registro de patentes para los dos países del sudeste asiático ha sido muy bajo, sin embargo en los últimos años esta se ha incrementado de manera sustancial, mientras que México se ha mantenido en un nivel muy por debajo. Lo que sugiere que estos dos países asiáticos han experimentado un aumento masivo en sus capacidades de innovación tecnológica.

Tabla 17
Patentes otorgadas en EUA a los países 1970-1999.

	1970-1974	1975-1979	1980-1984	1985-1989	1990-1994	1995-1999
Taiwán	1	176	397	1772	5271	12366
Corea (Sur)	24	43	91	421	2890	11366
México	243	246	191	202	189	257

Fuente: Elaboración propia con datos de World Development Indicators (2000).

Se puede argumentar que este mejor desempeño en el desarrollo de capacidades tecnológicas se ve reflejado en el mejor desempeño económico de las economías y en una mayor participación en los mercados mundiales¹⁶⁸. En la tabla 18 se puede apreciar como este argumento es consistente con la tendencia de crecimiento económico y participación del comercio internacional para Taiwán, Corea del Sur y México.

Tabla 18
Tasa de crecimiento del PIB (%).

	1970-1974	1975-1979	1980-1984	1985-1989	1990-1994	1995-1999
Taiwán	ND	ND	6.7	9.2	7.1	4.6
Corea (Sur)	8.2	7.2	8.1	10	7.5	3.1
México	6.3	7.1	2	1.7	1.6	4.1

Fuente: Elaboración propia con datos de World Development Indicators (2000).

Exportación por países como porcentaje del PIB.

	1970-1974	1975-1979	1980-1984	1985-1989	1990-1994	1995-1999
Taiwán	ND	ND	52.9%	54.4%	45.0%	48.0%
Corea (Sur)	21.5%	28.9%	34.3%	35.7%	27.9%	37.3%
México	8.1%	9.6%	14.6%	18.2%	16.4%	13.9%

Fuente: Elaboración propia con datos de World Development Indicators (2000).

¹⁶⁸ Nelson R.R. et al (1999).

Los datos son contundentes y demuestran como México al no desarrollar capacidades tecnológicas ha pasado de estar en una posición relativa mejor que Taiwán y Corea del Sur a una situación relativa muy inferior en cuanto a los niveles de crecimiento económico y participación del comercio internacional. Es claro que sólo a través de la elevada inversión en capacidades tecnológicas, los países menos desarrollados pueden aspirar a convertirse en países desarrollados.

La creación de capacidades tecnológicas a nivel industria.

Ahora es necesario considerar que los datos agregados de patentes no permiten ver el comportamiento de creación de capacidades tecnológicas a nivel industria, y para los propósitos de este estudio es necesario un claro análisis del proceso de construcción de capacidades tecnológicas a este nivel y en especial para la industria petroquímica.

El caso de algunos sectores industriales de Corea del Sur ha sido estudiado con bastante detalle y es muy útil para entender el proceso de desarrollo de capacidades tecnológicas en países que operan lejos de la frontera tecnológica global¹⁶⁹. La industria petroquímica es un claro ejemplo de una industria que logró la transición de adaptar tecnologías extranjeras maduras (ingeniería de reversa) a compartir y desarrollar tecnologías de frontera en alianzas estratégicas con empresas líderes mundiales. La gráfica 19 presenta el cambio en la composición de la inversión en capacidad tecnológica en la industria petroquímica de Corea del Sur en el período de 1960 a 2000.

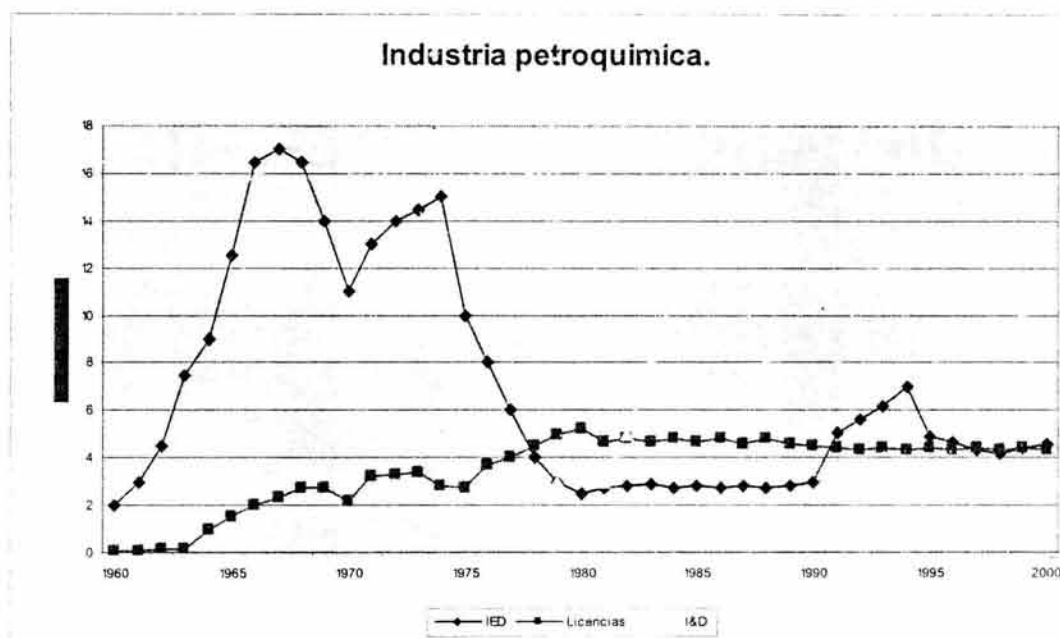
Desde 1962 y hasta mediados de los setentas la inversión extranjera directa (IED) aumento considerablemente, al mismo tiempo que el gobierno iniciaba un esfuerzo considerable por construir una industria petroquímica de gran escala, aunque en promedio nunca participo con más del 20% de la formación fija de capital bruto. En

¹⁶⁹ Kim L. & Lee H. (1987) en maquinaria, construcción de barcos, electrónicos, autos, cemento y químicos, Lee J. (1996) en manufacturas ligeras, Enos J. & Park W.H. (1988) en petroquímica, fibras sintéticas y acero, Timmer P.M. (2003) en electrónicos, petroquímicos, químicos y maquinaria no electrónica.

este período la IED era atraída por los bajos costos y una dotación de mano de obra más o menos capacitada. En este período las plantas "llave en mano" jugaron un importante papel, como lo muestra el incremento en licenciamiento de tecnología que alcanza un punto máximo a finales de los setentas. En la actualidad parte importante de la inversión en tecnología se hace en Investigación y Desarrollo, y las empresas Coreanas siguen el mismo sendero que las empresas líderes en los países en desarrollo.

Gráfica 19

Inversión en tecnología en la industria petroquímica de Corea del Sur.



Fuente: Timmer P.M. (2003).

En el caso de México, la industria petroquímica nace en circunstancias bastante similares a las de la industria de Corea del Sur, con un fuerte impulso por parte del Estado a través de importantes inversiones en capacidad productiva y políticas industriales que promovían la participación del sector privado en el sector. Sin embargo y pese a los esfuerzos de lograr desarrollos tecnológicos propios, nunca se lograron estos objetivos. En la actualidad, la industria petroquímica en México aún se encuentra en la etapa de desarrollo de capacidades tecnológicas en que se

encontraba la industria petroquímica de Corea del Sur hace treinta años. La categoría más importante del gasto de inversión es en "la adquisición de maquinaria y equipo relacionado con la innovación de producto y proceso" con un 68% del total, le siguen muy de lejos con un 9% cada uno, "diseño industrial o actividades de arranque de producción tecnológicamente nueva o mejorada" y "investigación y desarrollo en tecnología", en tercer lugar "adquisición de tecnología externa" y "lanzamiento al mercado de innovaciones tecnológicas" con un 6% cada uno, y finalmente el "gasto por capacitación ligada a las actividades de innovación" con el 2% restante. Estas cifras son muy representativas del comportamiento en gastos de inversión del sector manufacturero en México¹⁷⁰. Aunque la industria petroquímica y química son de las actividades industriales que más esfuerzos de desarrollo de capacidades tecnológicas realizan, 30% del gasto total de este rubro de toda la industria manufacturera¹⁷¹, estas no son suficientes para lograr cerrar la brecha de competitividad internacional como en el caso de Corea del Sur.

Muchas explicaciones se han dado esta diferencia entre el éxito en la construcción de capacidades tecnológicas en algunos países del sudeste asiático, especialmente Taiwán y Corea del Sur, en relación con los países latinoamericanos como México, pero la más plausible es la de la política de promoción y coordinación de inversiones por parte del gobierno. La política gubernamental de subsidio y promoción en estos países se diseñó para lograr un rendimiento aceptable sobre las inversiones privadas evitando que las empresas buscaran únicamente rendimientos rentistas y forzando el objetivo de alcanzar la frontera tecnológica como medio para mantener la rentabilidad de las inversiones¹⁷². En el proceso de formación de capacidades tecnológicas, el gobierno desempeñó un papel importante al participar en la planeación y negociación en materia de tecnología con empresas extranjeras aún cuando los proyectos de diseño, construcción y producción fueran llevados a cabo por una

¹⁷⁰ CONACYT. "Informe General del Estado de la Ciencia y la Tecnología 2003".

¹⁷¹ Ibid.

¹⁷² Rodrik D. (1995).

empresa coreana privada¹⁷³. Esta política ha logrado que en la actualidad el grueso de las innovaciones tecnológicas que se llevan a cabo en Taiwán y Corea del Sur (más del 80%), sean el resultado de los esfuerzos de innovación de las empresas nacionales, y sólo el 2% de las patentes sean de empresas trasnacionales¹⁷⁴.

4.3.3 El límite a la competitividad: La dinámica tecnológica en la industria petroquímica en México.

Como se ha revisado el factor determinante para que un país, una industria o empresa puedan cerrar la brecha de competitividad internacional, es la construcción de capacidades tecnológicas. Lo que implica un proceso de inversiones de larga maduración y que va más allá de la mera adquisición de bienes de capital y el costo involucrado para adaptarlos a los requerimientos locales.

Dentro de los países en desarrollo es reconocido que el desarrollo tecnológico es azaroso y los pocos resultados positivos son ostensiblemente frágiles las más de las veces. Teniendo esto en cuenta, no es difícil imaginar lo que ha sucedido en los últimos años con estos esfuerzos de desarrollo tecnológico, mientras que las economías del mundo en desarrollo han pasado por severos procesos de ajuste y transición a economías de mercado. El resultado ha sido la desaparición de muchas de las experiencias endógenas de desarrollo tecnológico y productivo, prácticamente se desaparecieron los espacios de investigación y desarrollo, además todos los esfuerzos se centraron en la mejora de los procesos productivos existentes y no en la innovación de productos o procesos que tienen más riesgo y requieren más inversión, al mismo tiempo se profundizó la dificultad para establecer nexos entre las empresas y entre éstas y los centros de investigación¹⁷⁵.

¹⁷³ Wade Robert (1999).

¹⁷⁴ Mahmood P.I. et al (2003).

¹⁷⁵ Mercado A. y Arvanitis R. (2000).

En la tabla 19 aprecia la caída de los esfuerzos de innovación (recursos económicos y humanos) y la reorientación de la actividad innovadora en la industria petroquímica de México, Venezuela y Brasil, estos países son productores de hidrocarburos y han pasado por largos procesos de crisis y ajuste económico.

Tabla 19

Principales cambios en las actividades de investigación y desarrollo.

Brasil	México	Venezuela
<i>Infraestructura</i>		
Importante disminución de los recursos destinados a actividades de ingeniería en general.	Ligero incremento de la capacidad de las empresas en general ¹	Disminución de los pocos esfuerzos destinados a ID de las empresas nacionales.
Disminución de los recursos destinados a ID en las empresas nacionales.		Aumento de los recursos destinados a ID de las empresas extranjeras.
		Fortalecimiento de los espacios gerenciales para la adquisición y negociación de tecnología en empresas nacionales grandes.
<i>Actividades</i>		
Disminución de las actividades de ID que procuraban la búsqueda de nuevas entidades o aplicaciones.	Más orientadas a la resolución de problemas productivos.	Disminución de las actividades de banco (ID).
Disminución de la actividad de ID en ramas de alta intensidad tecnológica.	Mayor apoyo a las actividades de comercialización.	Pérdida de capacidad de diseño y desarrollo en las principales empresas nacionales.
Incremento de las actividades de adaptación (de productos y procesos) de la industria en general.		Orientación a las mejoras (en productos y procesos) de la industria en general.
		Incremento de la gerencia orientada al dominio tecnológico.

Fuente: Arvanitis R. y Villavicencio D. (1998).

De alguna manera los esfuerzos innovadores han tendido a desarrollarse cada vez más en función de dar respuesta a las exigencias de la actividad productiva diaria, relacionadas fundamentalmente con mejoras de carácter operativo. Esto sin duda esta comprometiendo en buena medida el desarrollo de las capacidades competitivas necesarias para la rentabilidad y permanencia de las empresas en el mediano plazo¹⁷⁶.

¹⁷⁶ Estudios recientes han demostrado que las inversiones en tecnología son necesarias para mantener o aumentar la tasa de rentabilidad de las industrias en economías que buscan cerrar la brecha de competitividad mundial. Ver Timmer P.M. (2003).

A partir de mediados de los ochenta cuando México empieza su apertura externa con el ingreso al GATT y su posterior profundización con la puesta en marcha del TLCAN en 1994, se ha privilegiado la inversión privada, especialmente la extranjera como fuente de recursos productivos. Además el Estado ha dejado a las fuerzas del mercado la asignación de estos recursos y se ha limitado a la creación de un ambiente favorable al inversionista extranjero. Este cambio en las políticas comerciales, industriales, de inversión extranjera y tecnología son parte del proceso de transición que implicó el abandono de un proceso liderado por el Estado a cambio de un modelo sustentado por el mercado.

Muchos otros países han pasado por transiciones similares, pero el caso de México es muy ilustrativo ya que como resultado de las reformas en el período de 1990-1995, este país fue el principal receptor de inversión extranjera directa (IED) en América Latina, y en el período 1996-2000 fue el segundo lugar después de Brasil¹⁷⁷. Como se ha revisado, la IED no sólo es una fuente de financiamiento, sino también constituye un medio para la adquisición de tecnología, esencial en el proceso de desarrollo industrial y creación de capacidades tecnológicas internas. El caso de los países del sudeste asiático, la IED en un principio fue fundamental para impulsar el proceso de creación de capacidades tecnológicas.

La IED se asocia a la transferencia de tecnología, la introducción de nuevos conocimientos y habilidades administrativas que en su conjunto constituyen los recursos intangibles de las empresas multinacionales. Estos recursos tangibles e intangibles, de acuerdo a la ortodoxia económica, tienen efectos directos e indirectos en la economía receptora. Los primeros incluyen la formación de capital, la creación de empleo, pago de impuestos y generación de exportaciones. Los segundos se refieren a cambios en la estructura industrial, el desempeño de las empresas locales y la generación de derramas tecnológicas al sector nacional. Es el segundo tipo de efectos los que son importantes para acelerar el proceso de

¹⁷⁷ Para 2001 México regresó al primer lugar como receptor de IED con un total del 35% de los flujos a Latinoamérica. Ver CEPAL 2002.

creación de capacidades tecnológicas internas¹⁷⁸. En la literatura existente esta ha sido la causa por la que se ha promovido la política de promoción para atraer IED, ya que se presume que esta genera transferencias de tecnología internacional al país receptor.

Sin embargo la evidencia empírica demuestra lo contrario, Veugelers y Cassiman (2003) en base a datos de transferencia en diversas empresas han encontrado que las subsidiarias de empresas transnacionales son las que controlan la adquisición de tecnología, especialmente de sus casas matrices en los países en desarrollo, y además son las menos dispuestas a hacer transferencias de tecnología a firmas locales. Ya que de esta manera al controlar la tecnología también tienen el control del mercado y mayor rentabilidad. Por eso las empresas transnacionales prefieren la IED al licenciamiento de tecnologías a las empresas extranjeras competidoras.

Respecto a los países en desarrollo, un número significativo de estudios de caso ha revelado la importancia de los procesos de complementariedad entre la importación de tecnología y los procesos de aprendizaje tecnológicos. El dominio de tecnologías externas y la exitosa integración de nuevas ideas y técnicas requieren el desarrollo de capacidades internas para asimilar conocimientos e información de fuentes externas. Dicha capacidad parece ser un factor determinante clave del éxito económico de las empresas y por ende de las regiones en las cuales se ubican. Para el caso específico de México un estudio de Dutrenit y Vera-Cruz (2000) ha demostrado que las fuentes internas de innovación y desarrollo son significativamente más importantes para la creación de capacidades tecnológicas que las externas para todos los grupos de empresas de la industria química y petroquímica mexicana. El principal origen de las innovaciones radica en las actividades propias desarrolladas por las empresas.

¹⁷⁸ Las derramas son transferencias de conocimiento que resultan en incrementos de la productividad del agente que las recibe. Su importancia radica en su potencial para reducir las diferencias entre los acervos de conocimiento entre empresas y países. Ver Romo Murillo David (2003).

Este estudio presenta también otros elementos internos que afectan el proceso de creación de capacidades tecnológicas. Uno de ellos son los factores económicos y financieros que son señalados como limitantes muy importantes de la actividad innovadora. Asimismo, se destaca la falta de apoyo estatal por la debilidad de las estructuras de apoyo por parte del Estado y la necesidad de mecanismos financieros específicos para apoyar la actividad innovadora. También se advierte que entre las empresas existe una diferente visión de la tecnología, algunas de ellas la ven como un costo y sólo unas pocas como una inversión que a la larga les otorga importantes beneficios de rentabilidad y cuotas de mercado.

Esta evidencia demuestra que mientras se sigan privilegiando las políticas que buscan sólo la estabilidad macroeconómica y la atracción de IED, la capacidad de la industria petroquímica y de todas las industrias nacionales para crecer y participar en los mercados mundiales, esta francamente limitada si se les compara con las industrias en naciones con marcos institucionales que estimulan de manera directa la competitividad industrial. De la misma manera, de llevarse a cabo la privatización del sector, como ha sido la intención de las dos últimas administraciones, la industria quedaría prácticamente en manos del capital trasnacional en el mediano plazo, lo cual no garantiza que se llevará a la industria a la frontera tecnológica. Ya que el proceso de privatización en manos del capital extranjero es bastante parecido al caso de las empresas subsidiarias locales de los grandes grupos trasnacionales, en los que no se presentan derramas tecnológicas importantes y las empresas subsidiarias son meros centros de producción coordinados por la casa matriz en los países desarrollados y que no necesitan de desarrollo tecnológicos más allá de conocimientos técnicos para adaptar tecnologías maduras.

En resumen, con la apertura externa de la economía una gran parte de la capacidad tecnológica interna acumulada en el período de la sustitución de importaciones experimenta un proceso de destrucción, muy similar al que ha sufrido el capital físico productivo proveniente de esa etapa. La apertura ha facilitado a ciertas empresas el acceso a bienes de capital y tecnologías externas

superiores a las locales, o al asesoramiento tecnológico del exterior, de esta manera se ha modernizado una parte del aparato productivo y se ha mejorado la productividad laboral, pero sin demandar servicios locales de ingeniería y son un flujo menor de esfuerzos de investigación y desarrollo llevados a cabo localmente. De esta manera será imposible generar altas tasas de retorno de la inversión y cerrar la brecha de competitividad internacional.

La industria petroquímica en México tradicionalmente adquiere tecnología en el exterior y se destinan recursos en investigación y desarrollo para adaptar estas tecnologías. Lo que ha permitido que algunas empresas – especialmente las filiales de empresas transnacionales – mantengan tecnologías avanzadas en sus plantas productivas. Mientras que el desarrollo nacional de tecnología propia para la industria petroquímica es prácticamente inexistente, si bien se tiene la posibilidad de tener acceso al acervo del conocimiento tecnológico acumulado por los países avanzados, para poder aprovechar este acervo necesitan al menos desarrollar la capacidad para buscar las tecnologías más adecuadas para adaptarse a las condiciones propias del país, y además tener la capacidad de absorber, adaptar y mejorar dichas tecnologías, y los recursos necesarios para adquirirlas¹⁷⁹.

Además este tipo de comportamiento limita a la industria petroquímica en México a participar en el segmento más maduro de la petroquímica (productos básicos e intermedios), que si bien tienen una importante presencia en el mercado, se encuentran en el inicio de la cadena productiva y su posición en el mercado internacional suele ser desfavorable. Ya que las industrias líderes son las que marcan las pautas de la competitividad tecnológica internacional y que son capaces de introducir al mercado procesos y productos innovadores.

En este sentido se han hechos esfuerzos aunque limitados por parte de PEMEX para crear capacidad tecnológicas internas. PEMEX tiene una institución dedicada a la investigación, desarrollo y servicios tecnológicos: el Instituto Mexicano del

¹⁷⁹ Hyung-Ki K., Ma Ju.(2000).

Petróleo (IMP), cuya capacidad de desarrollo tecnológico fuerte en el mediano plazo es muy limitada¹⁸⁰, pero es la fuente más importante de desarrollo endógeno de tecnología y mejora de procesos para la industria del petróleo. En esta institución es donde se han realizado los mayores esfuerzos para planear y orientar el desarrollo científico y tecnológico que incorporen valor al sector¹⁸¹.

Tabla 20

Principales áreas de oportunidad tecnológicas de PEMEX Petroquímica.

Etileno	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Tecnología de baja eficiencia energética. ➤ Muy pocas tecnologías en el mundo. ➤ Posibilidades de expansión y modernización.
Polietileno	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Tecnología que sólo permite dos tipos de productos: PEAD y PEBD. ➤ Tecnologías poco accesibles y controlada por productores que controlan el mercado.
Propileno y Polipropileno	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Baja productividad por baja capacidad. ➤ Falta de abasto de propileno. ➤ Mercado tecnológico cerrado.
Aromáticos	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Obsolescencia media. ➤ Reformadora con baja conversión a aromáticos. ➤ Falta histórica de abasto de carga de naftas.
Estireno y Óxido de etileno	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Baja rentabilidad por baja capacidad de la planta. ➤ Mercado tecnológico cerrado.
Cloruro de vinilo	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Obsolescencia tecnológica. ➤ Baja rentabilidad por baja capacidad de la planta. ➤ Alto consumo de cloro. ➤ Impacto ambiental.

Fuente: IMP.

PEMEX Petroquímica en su Plan de Negocios 2001-2010 remarca claramente la necesidad de desarrollar la función tecnológica de esta empresa, y considera ésta como un factor estratégico para la modernización de esta industria. Sin embargo en la etapa actual que enfrenta PEMEX Petroquímica, tener un plan no es

¹⁸⁰ A pesar de las limitaciones financieras el IMP ha logrado dar resultados tangibles, recientemente se presentaron 25 desarrollos tecnológicos de los cuáles una parte se encuentra lista para ser transferida y aplicada en servicios para su principal cliente, PEMEX. Desarrollos que contribuirán a una mejor capacidad técnica en la exploración y producción de yacimientos principalmente. Del total de proyectos que se realiza en la actualidad en el IMP sólo el 20% es de investigación básica cuya aplicación se prevé sea en el largo plazo y el resto se dirige a obtener productos de transferencia tecnológica en el corto y mediano plazo. Dr. Alma Porres Luna, DEEP del IMP en Gonzales Eduardo. (2002).

¹⁸¹ Un ejemplo de ello es el "Proyecto de prospectiva de la investigación y desarrollo tecnológico del sector petrolero al año 2025" que tiene como objetivo identificar oportunidades de investigación y desarrollo.

suficiente, un reciente estudio realizado por el IMP acerca de la situación tecnológica actual de PEMEX Petroquímica hace evidente la crítica situación que enfrenta esta empresa en el rubro tecnológico¹⁸². Ahora mismo es necesario realizar modificaciones tecnológicas considerables para hacer las operaciones más rentables en el mediano y largo plazo (Ver tabla 20).

Dado el nivel tecnológico existente y los esfuerzos actuales de innovación y desarrollo de la industria petroquímica en México y la dinámica de transferencias de tecnología en base al ciclo de vida del producto que persiste en la industria petroquímica global. Se hace evidente la necesidad de reorientar la política pública hacia la petroquímica de manera que permita concentrar mayores esfuerzos a la creación de capacidades tecnológicas, de otra manera esta industria siempre se mantendrá rezagada y no podrá cerrar la brecha de competitividad internacional y tener mayores efectos positivos sobre todo el aparato industrial nacional y la economía en su conjunto¹⁸³. Los casos de Corea del Sur y Taiwán demuestran que la participación adecuada y oportuna del Estado en el diseño de políticas que fomenten la creación de capacidades tecnológicas en industrias con enorme potencial, como la petroquímica, hace posible llevar a una industria poco competitiva a la frontera de competitividad internacional. Desde luego cada país tiene circunstancias específicas que hay que considerar, en el caso de México, tras la apertura de la economía es necesario primeramente transitar a través de una primera fase de aprendizaje y de acumulación de experiencia por parte del sector público, propiamente de ensayo y error, para poder avanzar gradualmente

¹⁸² Instituto Mexicano del Petróleo. (2001).

¹⁸³ Para que una industria que se encuentra rezagada pueda cerrar la brecha de competitividad (catching-up) existen dos formas: catching-up tecnológico y el catching-up de participación de mercado, ambas tienen diferencias pero se encuentran relacionadas. La industria rezagada pueda incrementar su participación de mercado sin incrementar sus capacidades tecnológicas internas a través de la importación de la tecnología disponible en el mercado y la mano de obra local. Sin embargo, para poder mantener un incremento en la participación de mercado es necesario de un aumento en las capacidades tecnológicas internas.

Para que la industria petroquímica en México pueda cerrar la brecha de competitividad es necesario realizar un catching-up tecnológico, las condiciones para que esto se pueda dar dependen de una combinación de inversión en investigación y desarrollo, apoyo gubernamental, transferencias de tecnología, la capacidad de absorción de la tecnología y la propia naturaleza de la tecnología (ver: Lee & Lim 2000).

hacia la construcción de un conjunto de políticas que permitan dinamizar el ritmo de difusión del progreso tecnológico.

La petroquímica es una rama de actividad que es factible de llevar a la frontera de competitividad internacional pero necesita de una política activa que facilite los procesos de difusión tecnológica, de creación de capacidades tecnológicas internas y de modelos de organización de la producción (integración vertical) que se encuentran en las industrias más competitivas a nivel internacional. Si lo que se busca en México es convertir a la industria petroquímica, e incluso dentro de una visión más amplia a la industria petrolera, en una de las más competitivas del mundo, lo que es necesario es emular a los competidores más importantes del mundo para lo cual es necesario profundizar la integración vertical y fomentar y acelerar el desarrollo de capacidades tecnológicas internas.

Capítulo 5

Conclusiones generales.

Para mantener un nivel de crecimiento aceptable y sostenido de la economía es necesario modificar la estrategia de tal manera que la industrialización sea el motor del crecimiento. Teniendo como objetivos una mejor integración a los mercados globales y una mayor articulación productiva interna. Este cambio de estrategia debe considerar mantener los siguientes tres frentes: los mercados de exportación, la sustitución competitiva de importaciones para la articulación de las cadenas productivas internas y el mercado interno, con el objetivo de mantener un crecimiento continuo y sostenido del producto interno. De otra forma, la ausencia relativa de una planta productiva competitiva significa que un aumento en el crecimiento y la inversión se traduce en un aumento de las importaciones y por tanto mantiene una tendencia constante de desequilibrios de comerciales.

Por consiguiente el estado tiene que apoyar sectores industriales que permitan reducir las importaciones y que tengan efectos multiplicadores sobre otros sectores industriales, conteniendo de esta manera la tendencia a los desequilibrios comerciales y elevando la capacidad interna de competencia y de abastecimiento de los requerimientos de bienes y servicios. Sin duda una de las prioridades nacionales debe de ser la identificación de los sectores estratégicos de la economía, es decir aquellos que pueden ser los impulsores de la industrialización para la exportación, la sustitución competitiva de importaciones y además tener una fuerte capacidad de arrastre interno de la economía. En este trabajo, se ha demostrado que la industria petroquímica es uno de los sectores industriales que tiene todas estas posibilidades y que tiene el potencial para convertirse en un área de especialización del país. Lo que permitirá un mejor aprovechamiento de los

recursos de hidrocarburos y estar en una posición donde se puedan aprovechar de una mejor manera los beneficios de la globalización.

La industria petroquímica en México se desarrolló durante el período de sustitución de importaciones y los objetivos que la orientaron fueron mucho más allá de la eficiencia empresarial y macroeconómica. Entre sus principales prioridades se encontraba la promoción del desarrollo industrial del país. Esta duplicidad de objetivos se mantuvo hasta la década de los ochentas cuando hace crisis el modelo de sustitución de importaciones y el gobierno se ve forzado a emprender importantes cambios estructurales para revertir el deterioro de la economía. A partir de entonces el gobierno abandona la política que hacía de los hidrocarburos un instrumento para apuntalar el desempeño y desarrollo industrial, y en consecuencia un importante eje del desarrollo nacional, para en su lugar elaborar e implementar una política que hace de los hidrocarburos un instrumento compensatorio de las deficiencias en el manejo macroeconómico. A partir de este momento el mayor impacto que han tenido los hidrocarburos en la economía mexicana esta en relación con la cuestión financiera: fortalecimiento de las finanzas públicas y las cuentas externas. Es decir, el Estado opta por seguir una política rentista con respecto a la industria petrolera, lejos empiezan a quedar los objetivos de autosuficiencia en el aprovisionamiento de energéticos y promoción del desarrollo industrial.

No obstante este cambio de rumbo en la política hacia a la industria petroquímica y las condiciones sumamente adversas que ha enfrentado en los últimos años (pocas o nulas transferencias y mayor exposición a la competencia internacional). Los resultados obtenidos de la medición de la competitividad de la industria petroquímica en México permiten sostener que las capacidades productivas, organizacionales y tecnológicas desarrolladas por esta industria y creadas al amparo de la estrategia de sustitución de importaciones, no son tan ineficientes como se ha supuesto. Si bien los índices de competitividad indican que se puede mejorar el desempeño y que existe una brecha de competitividad internacional, el

estado actual de competitividad de la industria representa un buen punto de partida para poder reactivar el desarrollo y con políticas adecuadas hacia el sector, cerrar la brecha de competitividad internacional en el mediano y largo plazo.

El punto de partida para explicar la competitividad de la industria petroquímica en México es la ventaja que representan la disponibilidad de reservas de hidrocarburos y el desarrollo actual de capacidad de producción de crudo y gas natural. Sin embargo la caída constante en los niveles de reservas de las últimas dos décadas, ha complicado el panorama de la industria y no será sino hasta finales de esta década y mediante importantes inversiones en exploración y desarrollo de capacidad de producción (promedio 8,000 millones de dólares anuales) que se puedan alcanzar niveles de producción de petróleo y gas natural (principalmente) para satisfacer la creciente demanda industrial de estos insumos y además incorporar reservas adicionales de petróleo crudo equivalente

Además, no obstante que la industria petroquímica se caracteriza por una elevada relación capital-trabajo, en esta industria por su alto grado de complejidad técnica involucrada, los recursos humanos juegan un papel importante dentro de las ventajas competitivas. En este punto, México ha logrado acumular experiencia y capacidades organizativas, operativas y de administración a la altura de los mejores del mundo, y al mismo tiempo, con la ventaja que aunque los salarios de esta industria se encuentran dentro de los más altos del país, estos se encuentran a niveles muy por debajo de los principales competidores internacionales. Por último y no menos importante, es la magnitud y crecimiento estable tanto en volumen como en grado de sofisticación del mercado doméstico, lo que no sólo apoya la rentabilidad de la industria, sino que además la hace altamente atractiva y con enorme potencial de desarrollo.

Para poder cerrar la brecha de competitividad internacional, la industria petroquímica necesita emular a los competidores más importantes y competitivos

del mundo, que buscan mantener una estructura vertical de la producción y un constante esfuerzo de desarrollo e innovación tecnológica.

La industria petroquímica en México se desarrolló en contra de la norma internacional. Mientras que la industria petroquímica internacional busca la mayor integración posible a lo largo de toda una cadena de productos, siempre en busca del liderazgo y dominio de algún segmento industrial o de mercado, en México la estructura patrimonial fragmentada – que es el determinante más importante de la estructuración de la industria - ha impedido una integración completa. El hecho es que en México existen dos petroquímicas y sin importar que tan cerca cooperen entre ellas, estas se encuentran en una posición desventajosa con respecto a sus competidores mundiales que son empresas completamente integradas.

La falta de integración impide que la industria obtenga los siguientes beneficios: administración de costos de transferencia y sinergia en costos (productor de bajo costo), economía de escala, mayor flexibilidad en la comercialización (precios / costos), mayor protección contra ciclos recesivos (control oferta/demanda).

Para profundizar la integración vertical de la industria petroquímica se requiere de la participación de la iniciativa privada, lo cual no excluye la participación del capital extranjero. Aún en un escenario en que PEMEX pueda disponer de más recursos, estos nunca serán de magnitud suficiente para profundizar su participación en la petroquímica secundaria, por lo que la participación del sector privado es determinante.

Para que la industria petroquímica pueda mejorar su posición competitiva y finalmente cerrar la brecha de competitividad internacional, además de profundizar la integración vertical, otro factor determinante es la construcción de capacidades tecnológicas. En este trabajo se ha insistido en que la fuente crucial del crecimiento económico y la competitividad internacional de las industrias es el resultado del crecimiento de la productividad ligado a un proceso de aprendizaje e

innovación tecnológica, que permite no sólo adoptar tecnologías externas sino que hace posible que puedan desarrollar tecnologías propias.

En México a partir de mediados de los ochenta cuando empieza la apertura externa con el ingreso al GATT y su posterior profundización con la puesta en marcha del TLCAN en 1994, se ha privilegiado la inversión privada, especialmente la extranjera como fuente de inversión en recursos productivos y captación de tecnologías (desde 1990 México se encuentra entre los principales países receptores de inversión extranjera directa (IED) en América Latina). Esta política se ha sustentado a que en la ortodoxia económica la IED se asocia a la transferencia de tecnología, ya que se presume que la IED genera transferencias de tecnología internacional al país receptor. Sin embargo como se ha presentado en este trabajo la evidencia empírica demuestra lo contrario, siendo el principal origen de las innovaciones las actividades propias desarrolladas por las empresas.

En el caso específico de la industria petroquímica en México los elementos internos que afectan el proceso de creación de capacidades tecnológicas son los siguientes: los factores económicos y financieros, la falta de apoyo estatal y la necesidad de mecanismos financieros específicos para apoyar la actividad innovadora, la cultura empresarial que ve a la inversión en investigación y desarrollo como un costo y no como una inversión que a la larga les otorga importantes beneficios de rentabilidad y cuotas de mercado.

La industria petroquímica en México tradicionalmente adquiere tecnología en el exterior y se destinan recursos en investigación y desarrollo para adaptar estas tecnologías. Lo que ha permitido que algunas empresas – especialmente las filiales de empresas transnacionales – mantengan tecnologías avanzadas en sus plantas productivas. Mientras que el desarrollo nacional de tecnología propia para la industria petroquímica es prácticamente inexistente, si bien se tiene la posibilidad de tener acceso al acervo del conocimiento tecnológico acumulado por los países avanzados, para poder aprovechar este acervo necesitan al menos

desarrollar la capacidad para buscar las tecnologías más adecuadas para adaptarse a las condiciones propias del país, y además tener la capacidad de absorber, adaptar y mejorar dichas tecnologías, y los recursos necesarios para adquirirlas.

Además este tipo de comportamiento limita a la industria petroquímica en México a participar en el segmento más maduro de la petroquímica (productos básicos e intermedios), que si bien tienen una importante presencia en el mercado, se encuentran en el inicio de la cadena productiva y su posición en el mercado internacional suele ser desfavorable. Ya que las industrias líderes son las que marcan las pautas de la competitividad tecnológica internacional y que son capaces de introducir al mercado procesos y productos innovadores.

Dado el nivel tecnológico existente y los esfuerzos actuales de innovación y desarrollo de la industria petroquímica en México y la dinámica de transferencias de tecnología en base al ciclo de vida del producto que persiste en la industria petroquímica global, se hace evidente la necesidad de reorientar la política pública de manera que permita concentrar mayores esfuerzos a la creación de capacidades tecnológicas, de otra manera esta industria siempre se mantendrá rezagada y no podrá cerrar la brecha de competitividad internacional y tener mayores efectos positivos sobre todo el aparato industrial nacional y la economía en su conjunto. Los casos de Corea del Sur y Taiwán demuestran que la participación adecuada y oportuna del Estado en el diseño de políticas que fomenten la creación de capacidades tecnológicas en industrias con enorme potencial, como la petroquímica, hace posible llevar a una industria poco competitiva a la frontera de competitividad internacional. Desde luego cada país tiene circunstancias específicas que hay que considerar, en el caso de México, tras la apertura de la economía es necesario primeramente transitar a través de una primera fase de aprendizaje y de acumulación de experiencia por parte del sector público, propiamente de ensayo y error, para poder avanzar gradualmente

hacia la construcción de un conjunto de políticas que permitan dinamizar el ritmo de difusión del progreso tecnológico.

La respuesta oficial a la reactivación y desarrollo de esta industria hasta la fecha ha sido la reorganización patrimonial de la industria y de los nuevos proyectos de inversión. En base al argumento que la reorganización patrimonial va a liberar a las empresas de los obstáculos que impiden elevar su competitividad: economías de escala asociadas a las actividades productivas y comerciales, mayor confiabilidad en el suministro de insumos, acceso a tecnologías modernas y coordinación de actividades productivas.

Como contraparte a estos argumentos, en este trabajo se han presentado evidencias empíricas que demuestran ampliamente que el simple cambio de la estructura patrimonial de la industria no garantiza una nueva dinámica industrial acorde con los requerimientos del desarrollo nacional, ni que los objetivos estratégicos de la industria sean necesariamente los que favorezcan a la nación.

Sin embargo, para que la industria petroquímica en México pueda seguir siendo viable debe de cambiar y adoptar las estrategias dominantes en la industria internacional (integración vertical y desarrollo e innovación tecnológica) lo que obviamente no depende sólo de PEMEX sino de un cambio institucional que permita dichos cambios manteniendo la función estratégica de la industria petrolera en la economía nacional. En este sentido es necesario considerar las siguientes cuestiones y los problemas relacionados con ellas:

1. La propiedad y el control en la industria petrolera. Alrededor de este punto hay que analizar los problemas que tienen que ver con los derechos de propiedad sobre los recursos, las formas de organización para su explotación y valorización, así como la apertura a los capitales privados, nacionales y extranjeros. Sobre esto, existen confusiones e indefiniciones respecto a qué puede hacer PEMEX y hasta dónde, y que puede hacer el capital privado y hasta dónde. Lo que implica revisar

las bases jurídicas que hasta el día de hoy sustentan la organización y funcionamiento de la industria petrolera, manteniendo perfectamente claro el posicionamiento de PEMEX Petroquímica en el centro del dispositivo sectorial así como su compromiso para hacer frente a sus necesidades de expansión, productividad y progreso técnico.

2. La viabilidad de la empresa pública petrolera en una industria que previsiblemente será más abierta y con mayor participación de la iniciativa privada. Con este punto, hay que analizar el problema de la apropiación, uso y destino de los ingresos petroleros. En la actualidad la mayor parte se destinan a las finanzas gubernamentales, y no a las necesidades de PEMEX.

En México en el centro de la industria de los hidrocarburos se encuentra una empresa pública, PEMEX, que es la única que tiene una integración vertical completa desde la extracción hasta la transformación industrial y comercialización de los hidrocarburos. Si bien el contexto en que esta empresa fue creada y se desarrolló hasta convertirse en una de las más importantes del mundo ha cambiado drásticamente, por lo que necesariamente, para seguir siendo viable y enfrentar la competencia no sólo en petroquímica sino en todas las actividades de refinación, gas natural, comercialización, debe de hacerse una reforma a fondo que contemple las siguientes tareas:

1. Enfrentar la falta de inversión.
2. La reintegración de las cadenas industriales (para sustituir las importaciones de productos refinados y petroquímicos).
3. La revisión de la ubicación presupuestal de PEMEX para otorgarle una mayor autonomía.
4. La revisión a fondo del régimen fiscal.
5. La conversión de PEMEX de un órgano subordinado al gobierno en una verdadera empresa pública petrolera y energética.
6. El futuro del petróleo como energético y como materia prima industrial.
7. La definición de una estrategia de internacionalización.

Perspectiva.

Como se ha demostrado a lo largo de este trabajo, tanto el contexto internacional de la industria petroquímica, el nivel de competitividad de esta industria en México y los factores que la determinan permiten sostener que la petroquímica tiene un enorme potencial de desarrollo pero requiere como ya se ha mencionado de políticas que permitan profundizar la integración vertical, fomentar y acelerar el desarrollo de capacidades tecnológicas internas. El reto para la elaboración de estas políticas es partir de dos premisas que en el escenario político actual son incuestionables, la primera es que PEMEX va a continuar como la empresa medular de la industria petrolera, segunda se requieren de mecanismos adecuados para que la iniciativa privada pueda canalizar eficientemente recursos complementarios a las actividades de PEMEX.

En este sentido se plantean las siguientes líneas para reorientar y definir la política hacia este sector:

- Convertir a México en un polo de desarrollo de la industria petroquímica, especialmente en el corredor del Golfo de México.
- Crear una industria moderna, integrada y competitiva capaz de satisfacer los crecientes requerimientos domésticos de productos petroquímicos y generar excedentes que permitan atraer nuevas inversiones en industrias que dependan de estos insumos, así como participar en los mercados internacionales.
- Fomentar las inversiones públicas y privadas para reactivar a la brevedad el desarrollo del sector.

Los objetivos específicos a alcanzar son los siguientes:

Impactar favorablemente en la economía y la competitividad de la planta productiva nacional. La reactivación y expansión sostenida de la industria

petroquímica tiene un impacto importante en el desempeño de la economía nacional, en específico contribuye a la competitividad de la planta productiva nacional por su gran penetración en todas las actividades económicas de la sociedad moderna. Una mayor disponibilidad de insumos provenientes de la petroquímica en condiciones competitivas de precio y calidad, tendría un efecto positivo en la competitividad de la planta productiva nacional. Además una producción competitiva de productos petroquímicos alentará la inversión en industrias que utilizan estos insumos para elaboración de manufacturas diversas. Inversiones que no sólo crearán nuevos empleos, bien remunerados y permanentes, sino que además serán un factor de impulso para profundizar la industrialización de la economía.

Satisfacer la demanda doméstica de productos petroquímicos. El mercado de productos petroquímicos en México es de tamaño considerable y creciente. En la actualidad una parte en ascenso de los requerimientos de productos petroquímicos es cubierta por importaciones, lo que afecta la competitividad de la planta productiva y el equilibrio de las cuentas externas. Por lo que La industria petroquímica debe orientarse a satisfacer la demanda doméstica total de productos petroquímicos – sustitución competitiva de importaciones – y al mismo tiempo ser capaz de generar excedentes para la exportación.

Aprovechamiento de las ventajas comparativas nacionales en materia de hidrocarburos. México cuenta con considerables reservas de hidrocarburos, además el gas mexicano es rico en líquidos y etano, que constituyen la cadena de etileno, y en consecuencia de un segmento importante de la industria a nivel mundial. Lo que representa una ventaja comparativa adicional frente a otros productores en otros países que disponen de otros insumos. Adicionalmente se cuenta con infraestructura productiva competitiva de petroquímicos. Desde los años setentas, se inició el desarrollo de esta industria en el país, en la actualidad hay alrededor de 100 plantas que producen alrededor de cuarenta importantes productos. La reactivación y expansión petroquímica en México partiría de bases

sólidas, con capital humano capacitado en la operación, mantenimiento y administración de plantas petroquímicas y un mercado interno de gran tamaño y en crecimiento.

Compromiso de crecimiento sostenido de la industria petroquímica. Para poder reactivar la industria petroquímica en México y garantizar su expansión en el largo plazo, es necesario que las inversiones en esta materia tengan a largo plazo un rendimiento aceptable. Todas las acciones que se realicen para mejorar la competitividad de la industria deben de considerar que haya rentabilidad en las inversiones.

Finalmente, la solución al estancamiento de la industria petroquímica en México se encuentra en la vía institucional. Ahí existen varias posibilidades, desde la privatización total hasta mantener el control estatal sobre la industria, para cualquier camino que se elija existen limitantes, tanto de carácter operativo como ideológico, pero ya es necesario superar esta etapa y encontrar una solución al problema de la reactivación y desarrollo de esta importante y estratégica industria.

Bibliografía

Aarts W.H. Paul. "Kuwait Petroleum Corporation and the process of vertical integration". OPEC Review, Summer 1990.

Abramovitz M. "Catching-up, Forging ahead and Falling behind". Journal of Economic History, Vol. 46, June 1986.

Al-Moneef M. "Vertical integration strategies of the National Oil Companies". The developing economies, XXXVI-2, 203-222, Japan, 1998.

Amsden A. "Asia's next giant: south Korea and late industrialization". USA, Oxford University Press, 1989.

Amsden A. "The rise of the rest. Challenges to the west from late-industrializing economies". USA, Oxford University Press, 2001.

Angeles Luis. "El petróleo en México, experiencias y perspectivas". México, Ediciones El Caballito, 1984.

Angeles C. Sarahi. "Acerca de la importancia de la petroquímica y la privatización desnacionalizadora". México, Problemas del Desarrollo, Vol. 27, num. 104, IIEc UNAM, 1996.

ANIQ. "Anuario Estadístico de la Industria Química". México, varios años.

Aoki M, Kim H, Okuno-Fujiwara (compiladores). "El papel del gobierno en el desarrollo económico del Asia oriental. Análisis institucional comparado". México, El trimestre económico, FCE, 2000.

Arjona L. "La tecnología en la teoría del comercio: la perspectiva evolutiva". El trimestre económico, Vol. LXII, No. 248, FCE, Mexico, 1995.

Arjona L. y Unger K. "Competitividad internacional y desarrollo tecnológico: la industria manufacturera mexicana frente a la apertura comercial". Economía Mexicana, Vol. V, No. 2, CIDE, México, 1996.

Armenta Fraire Leticia. "El complejo químico-petroquímico en el crecimiento económico mexicano". Tesis de doctorado en economía, FE-DEP, UNAM, 2001.

Arora A., Fosfuri A. & Gambardella A. "Markets for technology and their implications for corporate strategy". UK, Industrial and corporate change, Vol. 10, No. 2, 2001.

Arora Ashish. "Patents, licensing, and market structure in the chemical industry". Amsterdam, Research Policy, Vol. 26, 1997.

Arvanitis R. y Villavicencio D. "Learning and Innovation in the Mexican Chemical Industry". Science, Technology and Society, vol. 3, núm. 1, 1998.

Aspe Pedro. "El Camino Mexicano de la transformación económica". México, FCE, 1993.

Banker, R.D., Charnes, A. and Cooper, W.W. "Some models for estimating technical and scale inefficiencies in Data Envelopment Analysis". Management Science, Vol. 30, 1984.

Bauer, P.W. et al. "Consistency conditions for regulatory analysis of financial institutions: a comparison of frontier efficiency methods". Journal of economics and business, vol. 50, 1998.

Balassa B. "Trade liberalization and revealed comparative advantage". UK, The Manchester School of Economics and Social Studies, 1965.

Bermúdez Antonio J. "Doce años al servicio de la industria petrolera mexicana". México, Comaval, 1960.

Bhuyan Sanjib. "Impact of vertical mergers on industry profitability". The Review of Industrial Organization. Vol. 20, No.1, 2002.

Bindemann Kirsten. "Vertical integration in the oil industry: A Review of the Literature". The Journal of Energy Literature, Vol. V, No. 1, 1999.

Björnström M. & Persson H. "Foreign Investment and Spillover Efficiency in an Underdeveloped Economy: Evidence from the Mexican Manufacturing Industry". USA, *World Development*, Vol. 11, No. 6, 1983.

Boltho Andrea. "The assessment of international competitiveness". Oxford review of economic policy, Vol. 12, No.3, UK, 1996.

Boué J.C. "The political control of state oil companies. A case study of the international vertical integration program of Petroleos de Venezuela 1982-1995". Oxford Institute of Energy Studies, UK, 1998.

Bougriné Hassan. "Competitividad y comercio exterior". México, Comercio Exterior, Vol. 51, No. 9, Septiembre 2001.

Bower Joseph L. "Cuando el Mercado se estremece". España, Plaza y Janés Editores, 1988.

Brealey Richard. "Principios de finanzas corporativas". España, Mc Graw-Hill - Interamericana, 1993.

Bucay Benito. "La industria petroquímica secundaria, inversión y financiamiento". México, IEPESE, 1982.

Campbell C. & Laherrére J. "The end of cheap oil". Scientific American, March 1998.

Casar J.I. "La competitividad en la industria manufacturera mexicana 1980-1990". México, El trimestre económico, vol. LX(1), número 237, 1993.

Chacholiades Miltiades. "International Economics". USA, Mc Graw-Hill, 1990.

Charnes A., Cooper W.W. & Rhodes E. "Measuring the efficiency of decision making units". England, Europe Journal of Operation Research 2, 429-444, 1978.

Chatterjee, M.L., Lubatkin, M. and Schoenecker, T. "Vertical strategies and market structure: A systematic risk análisis". Organization Science, 3(1), 138-156, 1992.

Chow Susana. "Petroquímica y Sociedad". México, FCE, 1979.

Chudnovsky D. y López A. "Auge y Ocaso del Capitalismo Asistido: La industria Petroquímica en América Latina". CEPAL/CIID/Alianza Editorial, Chile, 1997.

Chudnovsky D. y López A. y Porta F. "Industrias petroquímica y de máquinas-herramientas: estrategias empresariales". Revista de la CEPAL, No. 52, Chile, 1994.

Clavijo Fernando, Máttar Jorge. "La competitividad de la industria química". México, FCE, 1994.

Coase Ronald. "The nature of the firm". Economica No. 4, 1937.

Cortes M. & Bocoock P. "North-South Technology transfer: A case study of petrochemicals in Latinamerica". World Bank Publication & John Hopkins, USA, 1994.

Decelis Contreras Rafael. "Petroquímica, la industria del siglo XXI". México, Problemas del Desarrollo, Vol. 27, núm. 104, IIEc UNAM, 1996.

De la Vega Navarro A. "La evolución del componente petrolero en el desarrollo y la transición en México". Programa Universitario de Energía, UNAM, 1999.

Diario oficial de la federación, 27 de Noviembre, México, 1958.

_____, 25 de Agosto, México, 1959.

_____, 9 de Abril, México, 1960.

_____, 13 de Noviembre, México, 1996.

Dixit A. "Vertical integration in a monopolistically competitive industry". *International Journal of Industrial Organization*, 1,63-78, 1983.

Dornbusch Rudi. "The effectiveness of exchange-rate changes". *Oxford review of economic policy*, Vol. 12, No.3, UK, 1996.

Dutrenit G. y Vera-Cruz A. "Fuentes del conocimiento para la innovación en la industria química mexicana". *Comercio Exterior*, Vol. 50, No. 9, México, 2000.

Editorial de Energía. "Política energética independiente". *Periódico del Frente de trabajadores de la energía*. Vol. 2, No. 19, Marzo 29 del 2002.

Edwards Sebastian. "Openness, Productivity and Growth: What do we really know". *The economic journal*, (108), March, UK, 1998.

Enciclopedia Hispánica. Suplemento Especial 2001."El año de las grandes fusiones". España, 2001.

Expansión. "500 empresas. México", varios años.

Expansión. "Las importadoras y exportadoras más importantes de México". México, varios años.

Expansión. "La industria petroquímica: punta de lanza para la recuperación". México, Vol. XV, Num. 36, 25 de Abril de 1983.

Evenson R.E. & Westphal L.E. "Technological change and technology strategy". In: Srinivasan T. & Behrman J. (eds.), Amsterdam, Elsevier, *Handbook of Development Economics* Vol. 3A, 1995.

Fagerberg Jan. "International competitiveness". *The economic journal* (98) September, UK, 1988.

Fagerberg Jan. "Technology and competitiveness". *Oxford review of economic policy*, Vol. 12, No.3, UK, 1996.

Fai F. & Tunzelman N. "Industry-specific competencies and converging technological systems: evidence from patents". Amsterdam, *Structural change and economic dynamics*, Vol. 12, 2001.

Fayad Marwan. "The economics of the petrochemical industry". USA, St. Martin's Press, 1986.

Fortune. "500 International edition", varios años.

Frankel P.H. "Integration in the oil industry". Journal of industrial economics, July 1953.

French Davis R. "Ventajas comparativas dinámicas: un planteamiento neoestructuralista, en Elementos para el diseño de política industriales y tecnológicas en América Latina". Santiago de Chile, Cuadernos de la CEPAL N° 63, 1990.

Frichstack C., Hadjimichael B. & Zachau U. "Competition policies for industrializing countries". Washington, USA, World Bank, 1990.

Gans S. Joshua. "Industrialisation with a menu of technologies, appropriate technologies and the big push". Amsterdam, Structural change and economic dynamics, Vol. 9, 1998.

García Arturo. "El sector privado en la infraestructura". México, ANIQ, 1999.

García Paez Benjamín. "La política de hidrocarburos en el proceso de reordenación económica 1981-1983". México, UNAM-FE, Serie economía de los 80, 1989.

Gautam A., Sumit. K.M. "An assessment of the performance of Indian state-owned enterprises". Journal of productivity analysis, Vol. 9, No. 2, Netherlands, March 1998.

Greenhut, M.L. and H. Ottz. "Vertical Integration of Successive Oligopolies". American Economics Review, 69, 137-141, 1979.

Grether J.M. "Determinants of Technological Diffusion in Mexican Manufacturing: A Plant-level Analysis". USA, World Development, Vol. 27, No. 7, 1999.

Griliches Zvi. "Patent statistics as economic indicators: a survey". USA, Journal of economic literature, Vol. XXVIII, December 1999.

Gutiérrez R. Roberto. "Desarrollo y consolidación de la industria petroquímica mexicana". México, Comercio Exterior, Abril 1991.

Hatzichronoglou Thomas. "Globalisation And Competitiveness: Relevant Indicators". STI WORKING PAPERS 1996/5, Paris, OCDE 1996.

Heaton A. "The chemical industry". London, Blackie Academy, 1996.

Hensher D., Daniels R., Demellow I. "A comparative assessment of the productivity of Australia's public rail systems 1971/72-1991/92". Journal of productivity analysis, Vol. 6, No. 13, Netherlands, September 1995.

Hernández Laos Enrique. "La competitividad industrial en México". México, Plaza y Valdés, 2000.

Hernández Laos E. "Tendencias de la productividad en México 1970-1991: Capítulo 2 Enfoques teóricos para la medición de la productividad". Cuadernos de Trabajo, STPS, México, 1994.

Hernández Laos E. "Tendencias de la productividad en México 1970-1991: Capítulo 3 Enfoques estadísticos para la medición de la productividad". Cuadernos de Trabajo, STPS, México, 1994.

Hernández Laos E. "Tendencias de la productividad en México 1970-1991: Capítulo 4 Evolución de la productividad parcial de la mano de obra y del capital". Cuadernos de Trabajo, STPS, México, 1994.

Hernández Robles Felipe. "Contabilidad y Finanzas". México, Editorial PAC, 1992.

Huang Tai-Hsin and Wang Mei-Hui. "Comparison of economic efficiency estimation methods: parametric and non-parametric techniques". The Manchester School, Vol. 70, No. 5, September 2002.

Hyung-Ki K., Ma Ju. "Adquisición de capacidad tecnológica". México, El trimestre económico No. 91, FCE, 2000.

<http://www.INEGI.com> (información económica).

Ibarra David. "Testimonios críticos". México, Cántaro editores, 2001.

Ibarra David. "¿Transición o crisis?". México, Aguilar, 1996.

IMEF. "La competitividad de la empresa mexicana". México, Biblioteca Nafin, 1995.

INEGI. "La industria química en México". Varios años (1980-2001).

Instituto Mexicano de Estrategias. "Reajustes a la petroquímica". México, El Mercado de Valores No. 20, Octubre 15 de 1989.

Instituto Mexicano del Petróleo. "Prospectiva de la investigación y el desarrollo tecnológico del sector petrolero al año 2025". México 2001.

Internacional Energy Agency & Secretaría de Energía. "Mexico Energy Outlook 2002". France, 2002.

Jasso V.J. "La madurez tecnológica de la industria petroquímica mundial". Revista de la CEPAL, No. 69, Chile, 1999.

Jonson C. "MITI and the Japanese Miracle: The growth of industrial policy 1925-1975". USA, Stanford University Press, 1982.

Kadhim M. "A note on downstream industrialization and the security of oil supplies". The Journal of Energy and Development, Vol. 7, No.1, 1981.

Klepper Steven. "Entry, exit, growth and innovation over the product life cycle". USA, The American Economic Review, Vol. 86, No. 3, 1996.

Khelil C. "The National Oil Companies in Latin America: Issues in Organization and Management". World Bank, China Conference in Petroleum Industry Management, 1988.

Kniel Ludwig, et al. "Ethylene keystone to the petrochemical industry". M. Dekker, USA, 1980.

Kosacoff B., Ramos A. "El debate sobre política industrial". Santiago, Chile, Revista de la CEPAL #68, Agosto 1999

Krueger A. O. "Market-Oriented Reforms and the International Economy in the 1990s". in Zini Jr. A. (ed). The Market and the State in Economic Development in the 1990s, Amsterdam, 1992.

Krueger O. Anne. "Why trade liberalization is good for growth". The economic journal (108) September, UK, 1998.

Krugman Paul. "Making sense of the competitiveness debate". Oxford review of economic policy, Vol. 12, No.3, UK, 1996.

Krugman Paul. "Competitiveness: a dangerous obsession". USA, Foreign Affairs, 73(2):28-44. 1994.

Krugman Paul. "Pop internacionalism". USA, Harper Collins Publishers, 1996.

Lauren Keld. "Revealed comparative advantage and the alternatives as measures of international specialisation". Denmark, Druid Working Paper No. 98-30, December 1998. (www.business.auc.dk/druid/wp/pdf_files/98-30.pdf).

Lee K. & Lim C. "Technological regimes, catching-up and leapfrogging: findings from the Korean industries". Amsterdam, Research policy, Vol. 30, 2001.

López F. Andrés. "El impacto de los procesos de ajuste estructural sobre las estrategias empresariales en la industria petroquímica. Los casos de Argentina, Brasil y México". México, Investigación Económica 213, Julio-Septiembre de 1995.

Lucas R.E. "On the mechanism of economic development". USA, Journal of monetary economics, vol. 22, 1988.

Luciani, G. & Salustri M. "Vertical integration as a Strategy for oil security" in Strategic Positioning in the oil industry: trends and options. The Emirates Centre for Strategic Research, 1998.

Lustig Nora. "México hacia la reconstrucción de una economía". México, FCE-COLMEX, 1992.

Mahmood P. Ishtiaq & Singh J. "Technological dynamism in Asia". Amsterdam, Research policy, Vol. 32, 2003.

Manzo Yépez J. & Garavito Elías R.A. (coordinadores). "La Petroquímica Mexicana: ¿Industria estratégica o subordinada?". México, Editorial Nuestro Tiempo, 1996.

Manzo José Luis. "¿Qué hacer con PEMEX? Una alternativa a la privatización". México, Editorial Grijalbo, 1996.

Matsuyama K. "Agricultural productivity, comparative advantage and economic growth". USA, Journal of economic theory, Vol. 58, 1992.

Mátar Márquez Jorge. "La industria mexicana en el mercado mundial". México, FCE, 1994.

McCombie J.S.L. "On the empirics of balance-of-payments-constrained growth". USA, Journal of postkeynesian economics, Vol. 19, 1997.

Meliciani Valentina. "The impact of technological specialization on national performance in a balance-of-payments-constrained growth model". Amsterdam, Structural change and economic dynamics, vol. 13, 2002.

Mercado A. y Arvanitis R. "Innovación de las industrias química y petroquímica de América Latina". Comercio Exterior Vol. 50, No. 9, México, 2000.

Meyer Lorenzo, Morales Isidro. "Petróleo y Nación (1900-1987). La política petrolera en México". México, FCE, 1990.

Moreno-Brid J.C. "Mexico's economic growth and the balance-of-payments-constrain: a cointegration analysis". *International Review of Applied economics*, Vol. 13, 1999.

Murphy M. Kevin, et al. "Industrialization and the Big Push". *The Journal of Political Economy*, Vol. 97, No. 5, 1989.

Nelson R.R. & Pack H. "The asian miracle and modern growth theory". *UK, The economic journal*, vol. 109, July 1999.

North Douglas. "Instituciones, cambio institucional y desempeño económico". México, FCE, 1993.

North Douglas. "El desempeño económico a lo largo del tiempo". México, *El trimestre económico*, Octubre-Diciembre, Vol. LXI, N0. 4

Oman, C. P. y Wignaraja, G. "The Postwar Evolution of Development Thinking". OECD Development Centre, Mac Millan, Londres, 1991.

Ortiz Muñiz Gilberto. "Industria petroquímica: situación actual y perspectivas". México, *Problemas del desarrollo*, vol. 27, núm. 104, IIEc-UNAM, Enero-Marzo 1996.

Pérez Carlota. "La modernización industrial en América Latina y la herencia de la sustitución de importaciones". México, *Comercio Exterior*, Mayo 1996.

Perezgasca Tovar Flavio. "La industria petroquímica en México". México, *Investigación económica*, Num. 148-149, UNAM, 1979.

Petróleos Mexicanos. "Anuario Estadístico". México, varios años.

Petróleos Mexicanos. "Informe del director general de Petróleos Mexicanos". México, 18 de Marzo de 1959.

Petróleos Mexicanos. "El petróleo. 50 aniversario". México, Petróleos Mexicanos, 1988.

Petróleos Mexicanos. "Memoria de Labores". Varios años.

Philpot J. "Evolving trends in the European Petrochemical Industry". ChemSystems, 2003.

Pineda Macías. "El análisis de los estados financieros y las deficiencias en las empresas". México, ECASA, 1988.

Poder Ejecutivo Federal. *Plan Nacional de Desarrollo 1995-2000*.

Porter E. Michael. "The competitive advantage of nations". USA, The Free press, 1990.

Ramos Joseph. "A development strategy founded on natural resource-based production clusters". Santiago de Chile, Cepal Review #66, December 1998.

Ricardo David. "The principles of political economy and taxation". USA, Prometheus Books, 1996.

Richards D. Albert. "Connecting Performance and competitiveness with finance: A study of the chemical industry". New York, St. Martin Press, 1999.

Rojas Nieto José Antonio. "Fortaleza y debilidad petroleras de Rusia". México, La Jornada 24 de Marzo de 2002.

Romanow-Garcia, Stephany. "Petrochemical cycles – either you love it or hate it". USA, Chemical & Engineering news, Vol. 27, No. 2, February 2000.

Romo Murillo David. "Derramas tecnológicas de la inversión extranjera en la industria mexicana". México, Comercio exterior, Vol. 53, Num. 3, Marzo de 2003.

Rosenstein-Rodan, Paul N. "Problems of Industrialisation of Eastern and South-eastern Europe". Economic Journal 53, June-September 1943.

Salinas de Gortari Carlos. "Diez años de TLCAN y el fracaso de Cancún". Foreign Affairs (español), Enero-Marzo 2004, Volumen 4, Número 1.

Salinger, M. A., "The Meaning of Upstream and Downstream and the Implication for Modeling Vertical Mergers". Journal of Industrial Economics 37, 373-387, 1988.

Salinger, M. A. "Vertical Mergers and Market Foreclosure". Quarterly Journal of Economics 103, 345-356, 1988.

Sánchez César. "Restan competencia tarifas eléctricas". México, El Norte, 20 de Marzo del 2002.

Sangho Kim, Gwangho Han. "A decomposition of total factor productivity growth in korean manufacturing industries: a stochastic frontier approach". Journal of productivity analysis, Vol. 16, No. 3, Netherlands, November 2001.

Schmalensee R. & Willig R. "Handbook of Industrial Organization". Vol. 1 and 2, Ed, Elsevier Science Publishers, 1989.

Scott B. "National strategies, key to international competition". US Competitiveness in the world economy. USA, Harvard Business School Press, 1985.

- Secretaría de Energía. "Anuario Estadístico: Petroquímica". Varios años.
- Secretaría de Energía. "La nueva estrategia para la industria petroquímica". México, 1997.
- Secretaría de Energía y SECOFI. "Programa de desarrollo de la industria petroquímica mexicana 1997-2000. Diagnóstico y Lineamientos". México, 1997.
- Secretaría de Energía. "Programa de investigación y desarrollo tecnológico del sector energía 2002-2006". México, 2002.
- Secretaría de Energía. "Programa sectorial de energía 2001-2006". México, 2001.
- Secretaría de Energía. "Prospectiva de gas natural 2000-2009". México, 2002.
- Secretaría de relaciones exteriores, Dirección General de Análisis Económico. "Información petrolera internacional". México, Septiembre 1995.
- Sharma K.R., Pingsun L., Zaleski. Z. "Productive efficiency of the swine industry in Hawaii: Stochastic frontier vs. Data Envelopment Analysis". Journal of productivity analysis, Vol. 8, No. 4, Netherlands, November 1997.
- Simar L., Wilson. P.W. "Statistical inference in nonparametric frontier models: The state of the art". Journal of productivity analysis, Vol. 13, No. 1, Netherlands, January 2000.
- Shell Chemicals. "A world of chemicals". Shell Chemicals Ltd, London, 1999.
- Shields David. "Gas ¿natural Hay solución?". México, Reforma, 12 de Enero del 2001.
- Shields David. "PEMEX. Un futuro incierto". México, Editorial Planeta, Junio 2003.
- Sissel Kara. "Market favors export industry". New York, Chemical Week, Special Issue, June 25th, 1997.
- Smith Adam. "The wealth of nations". USA, Prometheus Books, 1991.
- Snoeck Michelle. "La industria petroquímica básica 1970-1982". México, El Colegio de México, Programa de energéticos, 1986.
- Soder S. "Mexico update: 1982-1983". USA, World Petrochemical, SRI Internacional, 1983.

Stobaugh Robert. "Innovation and competition: The global management of petrochemical products". Boston, USA, HBS Press, 1988.

Targetti F., Thirlwall A.P. "The essential Kaldor". London, Duckworth, 1989.

Ten Kate Adrian. "Measuring trade competitiveness. The case of Mexico's manufacturing industry". México, Mimeo, 1996.

Teubal M. "Lineamientos para una política de desarrollo industrial y tecnológico. La aplicabilidad del concepto de las distorsiones del mercado, en Elementos para el diseño de política industriales y tecnológicas en América Latina". Santiago de Chile, Cuadernos de la CEPAL N° 63, 1990.

Thirlwall P.A. "La naturaleza del crecimiento económico. Un marco alternativo para comprender el desarrollo de las naciones". México, FCE, 2003.

Thirlwall A.P. "The balance of payments constrain as an explanation of internal growth rate differences". Banca Nazionale del Lavoro Quarterly Review, Vol. 32, 1979.

Timmer P. Marcel. "Technological development and rates of return to investment in a catching-up economy: the case of south Korea". Amsterdam, Structural change and economic dynamics, Vol. 14, 2003.

Tremblay Jean-Francois. "Globalization reaches petrochemicals". Chemical & Engineering, June 12th, 2000.

Unger kurt. "Las exportaciones mexicanas ante la reestructuración industrial internacional". México, FCE/COLMEX, 1990.

Unger Kurt. "Ajuste Estructural y estrategias empresariales en México. Las industrias petroquímica y de máquinas y herramientas". México, CIDE, 1994.

United Nations Development Program. "Human Development Report 2001: Making New Technologies Work for Human Development". New York, Oxford University Press, 2001.

Venables J. Anthony. "Localization of industry and trade performance". Oxford review of economic policy, Vol. 12, No.3, UK, 1996.

Vergara W. and Brown D. "The new face of the world petrochemical sector: implications for developing countries". World Bank Technical Paper N. 84, Industry and Energy Series, 1988.

Vidal Gregorio. "Comercio exterior, inversión extranjera y grandes empresas en México". México, Comercio exterior, Julio de 2000.

Villagómez Braulio. "Diagnóstico y perspectivas de la industria petroquímica básica". México, IEPES, 1982.

Villareal René & De Villareal Rocio. "México competitivo 2020. Un modelo de competitividad sistémica para el desarrollo". México, Océano, 2002.

Wade Robert. "El mercado dirigido. Teoría económica y la función del gobierno en la industrialización del este de Asia". México, FCE, 1999.

Walsh Cirian. "Ratios clave para la dirección de empresas". Barcelona, España, Ediciones Folio, 1994.

Weintraub S., Rubio L., Jones A. eds. "U.S.-Mexican Industrial Integration: The road to free trade". Westview Press, USA, 1991.

Weston Fred, Brian A. Johnson and Juan A. Siu. "Mergers and restructuring in the world industry". Journal of Energy Finance & Development, Vol. 4, Issue 2, pages 149-183, 1999.

White G. (comp.). "Developmental states in East Asia". London, Mcmillan, 1988.

Williamson Oliver. "Las instituciones económicas del capitalismo". México, FCE, 1989.

Williamson Oliver. "La naturaleza de la empresa, orígenes, evolución y desarrollo". México, FCE, 1996.

Williamson Oliver. "Markets and Hierarchies". New York, Free Press, 1975.

Williamson Oliver. "Strategizing, economizing, and economic organization". Strategic Management Journal, 12:75-94, 1991.

Wionczek Miguel S. "The recent past, the present and the future of the mexican oil industry". University of Texas at Austin, Institute of Latin American Studies, 1988.

World Economic Forum. "The world competitive report 19995". 15th Edition, Geneve, 1996.

Young A. "Learning by doing and the dynamic effects of international trade". USA, Quarterly journal of economics, Vol. 106, 1991.

Anexo 1

Análisis Global de Datos.

Introducción.

Los investigadores siempre se han interesado en encontrar una técnica que permita realizar un análisis de eficiencia dada la dificultad con que se encuentran al momento de intentar determinar el desempeño de una industria o empresa. Farell utilizando un enfoque muy propio de la ingeniería intentó medir la eficiencia de una unidad de producción en el caso de un único insumo y producto. El estudio de Farell involucraba la medición de los precios, la eficiencia técnica y la derivación de una función de producción eficiente.

Farell aplicó su modelo para estimar la eficiencia de la Agricultura en los Estados Unidos, relativa a este mismo sector en otros países. Sin embargo, su modelo mostró la limitación de no poder incluir todos los insumos y productos en un único y virtual insumo y un único y virtual producto¹.

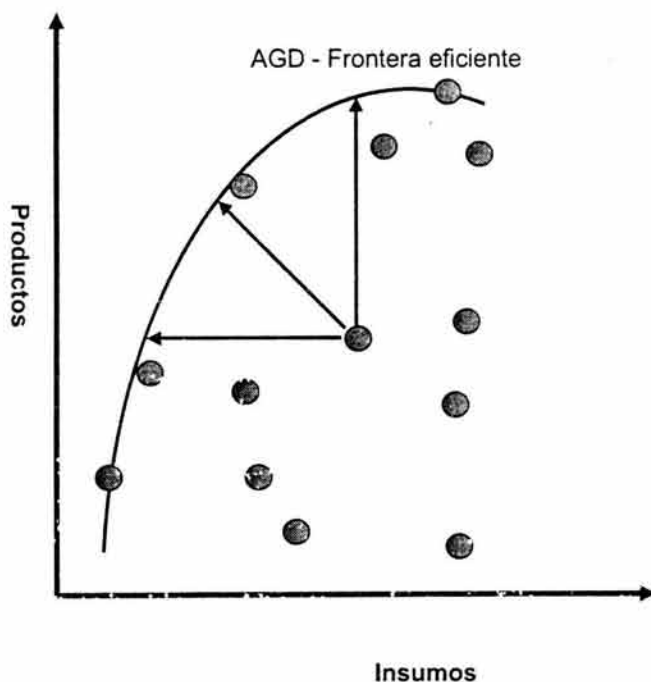
Charnes, Cooper y Rodees, basándose en el modelo de Farell desarrollaron un modelo que puede medir la eficiencia de una unidad de decisión (DMU – por sus siglas en inglés) que utiliza insumos y productos múltiples. La eficiencia técnica de la unidad de decisión se obtiene con el enfoque de ingeniería de medir la eficiencia como el cociente entre un virtual producto producido y un virtual insumo consumidos:

$$Eficiencia_Técnica = \frac{\sum \text{Productos_ponderados}}{\sum \text{Insumos_ponderados}}$$

¹ Farrel M.J.(1957).

En contraste con el análisis de regresión que permite obtener un perfil promedio de la unidad de decisión bajo análisis, el análisis global de datos (AGD) nos lleva a una superficie de producción externa empírica que en términos económicos representa la frontera de producción revelada que presenta la "mejor práctica", es decir la más eficiente (Ver gráfica de la Figura 1). Proyectando hacia la frontera cada una de las unidades de decisión, es posible determinar el nivel de ineficiencia, al comparar la unidad de decisión con una unidad de decisión de referencia o con una combinación convexa de unidades de referencia.

Figura 1 Orientación de un modelo de Análisis Global de Datos.



La unidad de decisión proyectada es una unidad virtual que es la combinación convexa de una o más unidades de decisión eficientes. De esta manera el punto proyectado puede no ser una unidad de decisión existente. La proyección se basa en la idea del portafolio de frontera eficiente de Markowitz en la que se supone que las unidades de decisión son de alguna manera divisibles y que un patrón de referencia ("benchmark") obtenido por la combinación convexa de unidades de

decisión eficientes puede existir virtualmente. De esta manera las unidades de decisión ineficientes supuestamente deben de seguir las "mejores prácticas" del patrón de referencia para poder volverse eficientes.

Modelos básicos de Análisis Global de Datos.

El primer modelo y más difundido es el propuesto por Charnes, Cooper and Rodees² (1978) y matemáticamente se expresa de la siguiente forma:

Modelo CCR orientado a insumos:

Maximizar:

$$\left\{ \theta_o = \frac{\sum_i \mu_i * y_{io}}{\sum_j \nu_j * x_{jo}} \right\}$$

Sujeto a:

$$\frac{\sum_i \mu_i * y_{ik}}{\sum_j \nu_j * x_{jk}} \leq 1 \quad \text{Para toda DMU } k=1,2,3,\dots,n$$

$$\mu_i \geq 0$$

$$\nu_j \geq 0$$

Donde:

θ_o = La medida de eficiencia de la unidad de decisión sujeta a análisis ($0 \leq \theta \leq 1$).

n = El número de unidades de decisión sujetas a análisis.

² Charnes A., Cooper W.W. & Rhodes E.(1978).

I = El número de productos.

J = El número de insumos.

$Y_k = \{y_{1k}, y_{2k}, \dots, y_{ik}, \dots, y_{Ik}\}$ es el vector de productos para la unidad de decisión k donde y_{ik} es el valor del producto i para la unidad de decisión k.

$X_k = \{x_{1k}, x_{2k}, \dots, x_{jk}, \dots, x_{Jk}\}$ es el vector de insumos para la unidad de decisión k donde x_{jk} es el valor del insumo j para la unidad de decisión k.

Los vectores μ y ν que son multiplicadores de Y_k y X_k son las ponderaciones del producto i y el insumo j.

Dado un conjunto de unidades de decisión, el modelo determina para cada unidad de decisión el conjunto óptimo de insumos ponderados $\{\nu_{i0}\}_{i=1}$ y productos ponderados $\{\mu_{r0}\}_{r=1}$ que maximiza la eficiencia.

Charnes, Cooper and Rodees (1981) definen la eficiencia en relación a la orientación seleccionada:

a) En un modelo orientado a producto, una unidad de decisión no es eficiente si es posible incrementar cualquier producto sin incrementar un insumo o disminuir cualquier otro producto.

b) En un modelo orientado a insumo, una unidad de decisión no es eficiente si es posible disminuir cualquier insumo sin aumentar cualquier otro insumo y sin disminuir un producto.

Una unidad de decisión se puede denominar eficiente si y sólo si cualquiera de las condiciones (a) o (b) se cumple. Una medida de eficiencia menor de la unidad significa que existe una combinación lineal de unidades de decisión en la muestra

de la que se obtiene un vector de productos, utilizando un vector más pequeño de insumos. Matemáticamente, una unidad de decisión es denominada eficiente si la medida de eficiencia (θ) que se obtiene con el modelo de análisis global de datos es igual a 1. De lo contrario la unidad se considera ineficiente.

Para impedir obtener un resultado de falsa eficiencia técnica se introduce en el modelo un operador (ε) que no hace otra cosa que impedir que alguna variable involucrada (insumo o producto) obtenga un valor cero (peso ponderado) y su efecto no se considere en la evaluación de la eficiencia de las unidades de decisión. El uso de este operador implica el añadir al modelo el siguiente conjunto de restricciones:

$$\begin{pmatrix} v_j \\ w_i \end{pmatrix} \geq \bar{1} \varepsilon$$

Donde $\bar{1}$ es un vector unitario.

Para poder resolver linealmente el modelo de programación anterior es necesario transformarlo a modelo lineal. Utilizando la transformación lineal de Charnes y Cooper (1962):

$$\sum_j v_j x_{j0} = 1$$

Una vez transformado el modelo adquiere la siguiente forma y se denomina modelo CCR-Dual orientado a insumos (CCR-D):

$$(1) \text{ Maximizar } \theta_o = \sum_i \mu_{io} * y_{io}$$

Sujeto a:

$$(2) \sum_j v_j * x_{j0} = 1$$

$$(3) \sum \mu_i * y_{ik} - \sum v_k * x_{jk} \leq 1 \quad \text{Para toda } k=1,2,3,\dots,n$$

$$(4) \mu_i \geq \varepsilon$$

$$(5) v_j \geq \varepsilon$$

Este modelo se interpreta de la siguiente manera: cualquier unidad de decisión puede escoger el conjunto de ponderaciones que maximice su eficiencia relativa a otras unidades de decisión de la muestra de tal manera que ninguna unidad de decisión o una combinación convexa de estas puede obtener el mismo vector de productos con un vector de insumos menor. Al igual que el modelo CCR una unidad de decisión se considera eficiente únicamente si el valor de la medida de eficiencia (θ) es igual a 1.

Insumos y Productos.

Los modelos tradicionales de Análisis Global de Datos asumen de manera implícita que los factores (insumos y productos) son seleccionados de manera discrecional por parte de quién realiza el estudio. De tal manera que los modelos permiten utilizar todo tipo de variables: discretas, continuas y categóricas (dummy).

Orientaciones en el análisis global de datos.

El AGD ofrece tres posibles orientaciones en el análisis de eficiencia:

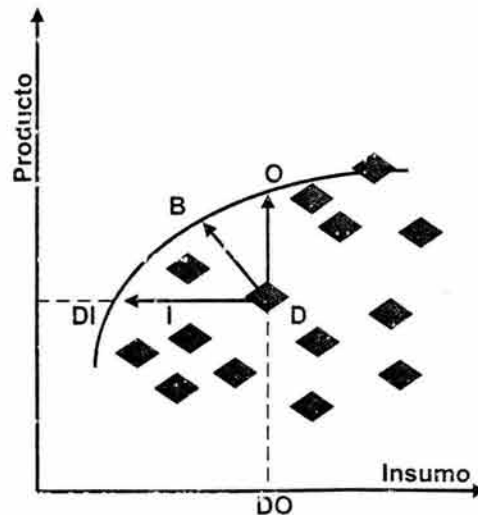
► Modelos orientados a insumo. En estos modelos las unidades de decisión son orientados a obtener una cantidad determinada de productos con la menor cantidad de insumos (los insumos son controlables).

► Modelos orientados a productos. En estos modelos las unidades de decisión son orientados a obtener la mayor cantidad de productos con una determinada cantidad de insumos (los productos son controlables).

► Modelos orientados a la base. En estos modelos las unidades de decisión son orientados a obtener una mezcla óptima de insumos y productos (insumos y productos son controlables).

La gráfica de la figura 2 describe el caso de un sistema de producción de un insumo y un producto. El punto I constituye el patrón de referencia (benchmark) para la unidad de decisión ineficiente D en el modelo orientado a insumos. La eficiencia relativa de D está dada por el cociente de las distancias (D_I/DD_I). El punto O es la proyección de D en modelo orientado a productos. La eficiencia relativa de D es entonces (DD_O/OD_O). Finalmente, el punto B es la proyección de D en el modelo orientado a la base.

Figura 2 Proyección a la frontera de una unidad ineficiente.



- Frontera eficiente.
- O Proyección con el modelo orientado a producto.
- B Proyección con el modelo orientado a la base.
- I Proyección con el modelo orientado a insumo.

Fuente: Elaboración propia con base a http://members.tripod.com/moezh/DEA_tutorial/#up.

Versión del análisis global de datos con retornos de escala.

Una característica del AGD es la estructura de retorno de escala. En la que existen dos posibilidades: retornos constantes de escala (CRS) o retornos variables de escala (VRS).

En el caso de CRS, se asume que un incremento en la cantidad de insumos consumidos lleva a un incremento proporcional de la cantidad de productos obtenidos. En el caso de VRS, la cantidad de productos obtenidos debe de incrementar o disminuir más o menos que proporcionalmente al incremento o disminución de los insumos utilizados.

La versión CRS es más restrictiva que la VRS y nos lleva usualmente a obtener un número menor de unidades de decisión eficientes e incluso menores mediciones de eficiencia entre las unidades de decisión analizadas. Esto es debido al que el modelo CRS es un caso especial del modelo VRS:

Para cada unidad de decisión:

$$\begin{aligned} \text{Max } \theta_o &= \frac{\mu Y_o + w}{\lambda X_o} \\ \text{st} \\ \frac{\mu Y_k + w}{\lambda X_k} &\leq 1 \quad \forall k = 1, 2, \dots, n \\ \mu, \lambda &\in \Omega_1, \Omega_2 \end{aligned}$$

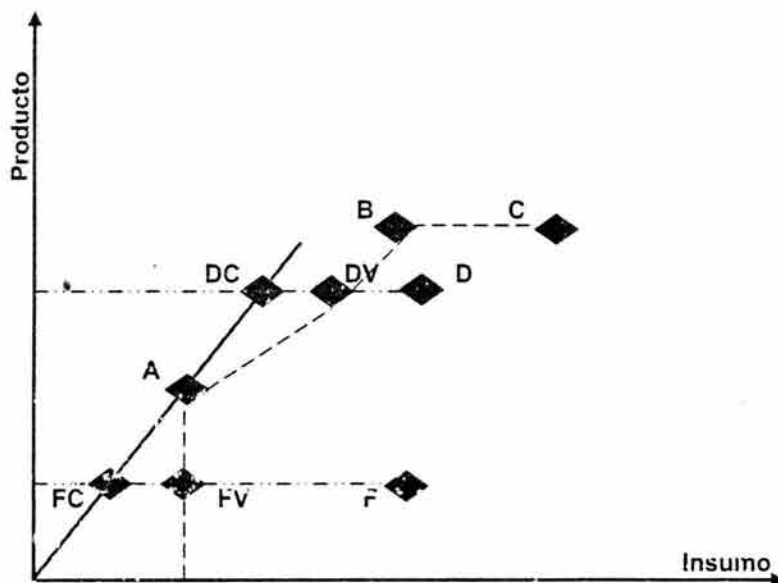
Donde μ y ν son los conjuntos de ponderaciones aplicadas respectivamente a los vectores de productos Y_o y insumos X_o . Ω_1 y Ω_2 son las regiones que restringen a los vectores μ y ν .

La versión CRS corresponde al caso especial donde w esta restringida al valor de cero. La solución óptima al modelo CRS (θ_{crs}^*) es por construcción menor que del modelo VRS (θ_{vrs}^*). Argumento que se encuentra ilustrado en la Figura 3.

La figura 3 muestra el caso de un sistema con un solo insumo y producto. Usando la orientación de insumo la frontera VRS esta formada por las unidades de decisión A, B y C. Mientras que la frontera CRS esta formada por la línea recta que se origina en el punto O y hacia el punto A.

No obstante que los puntos A, B y C son eficientes con el modelo VRS, únicamente A resulta eficiente con el modelo CRS. Incluso las unidades de decisión que resultan ineficientes en el modelo VRS (E, D y F) experimentan una caída en su medida de eficiencia con el modelo CRS.

Figura 3. Calculo de la eficiencia con la versión CRS y VRS del AGD.



Fuente: Elaboración propia en base a <http://members.tripod.com/moez1/DEAtutorial/#up>.

Fuerzas y Debilidades del análisis global de datos.

El AGD proporciona una impresión del desempeño y es una herramienta particularmente útil para medir la eficiencia de las organizaciones donde se presentan una gran cantidad de factores subjetivos que afectan la calidad y la productividad.

Dependiendo de la orientación del problema, el AGD nos presenta los siguientes resultados:

1. Otorga a cada unidad de decisión una medida de eficiencia.
2. Al proyectar cada unidad de decisión ineficiente en la frontera eficiente, resalta las áreas de mejora para cada unidad de decisión.
3. Facilita el hacer inferencias sobre el perfil de las unidades de decisión.
4. La posibilidad de manejar una amplia cantidad de insumos y productos expresados en diferentes unidades de medida.
5. Enfocarse en la frontera de "mejor práctica" en lugar de en una medida de tendencia central de la población. Cada unidad de decisión es comparada con una unidad eficiente o una combinación de unidades eficientes. Esta comparación nos lleva a las fuentes de ineficiencia de las unidades que no pertenecen a la frontera eficiente.
6. No hay restricciones en la relación funcional entre los insumos y productos.

Estos atributos han convertido al AGD en una técnica muy utilizada en estudios para medir la eficiencia.

Sin embargo, los modelos del AGD tienen algunas limitaciones, las mismas características que hacen del AGD una poderosa herramienta pueden al mismo tiempo crear algunos problemas. Estas limitaciones deben de ser tomadas en cuenta para determinar cuando es conveniente utilizar el AGD. Como el AGD es una técnica de punto extremo, el ruido (incluso el ruido simétrico con media igual a cero) como los errores de medición puede causar problemas.

Como el AGD es una técnica no para-métrica, las pruebas de hipótesis estadística son difíciles de llevar a cabo y en la actualidad son el centro de la investigación en el desarrollo de esta técnica. Dado que los modelos de AGD crean un programa lineal para cada unidad de decisión bajo análisis, los problemas grandes implican numerosas operaciones matemáticas. Existen

algunos paquetes computacionales que facilitan el procesamiento de grandes cantidades de datos.

Bibliografía de Análisis Global de Datos:

Charnes A., Cooper W.W. & Rhodes E. "Measuring the efficiency of decision making units". Eur. J. Opl. Res 2, 429-444. OX, 1978.

Farrel M.J. "The measurement of productive efficiency". J.R. Statis. Soc. Series A 120, 253-281, USA, 1957.

[http:// www.deazone.com/tutorial](http://www.deazone.com/tutorial)

[http:// www.deazone.com/ukpmsg](http://www.deazone.com/ukpmsg)

[http:// www.wiso.uni-dortmund.de/lsg/or/scheel/doordea.htm](http://www.wiso.uni-dortmund.de/lsg/or/scheel/doordea.htm)

Simar L., Wilson. P.W. "Statistical inference in nonparametric frontier models: The state of the art". Journal of productivity analysis, Vol. 13, No. 1, Netherlands, January 2000.

Huang Tai-Hsin and Wang Mei-Hui. "Comparison of economic efficiency estimation methods: parametric and non-parametric techniques". The Manchester School, Vol. 70, No. 5, September 2002.

Anexo 2

Cálculos Econométricos.

1. Regresión entre el índice de ventaja competitiva revelada y tipo de cambio real.

Si IVC_t es el índice de ventaja competitiva comercial de la industria petroquímica y TRC , TRC_{t-1} y TRC_{t-2} el tipo de cambio real, tipo de cambio real con un rezago y tipo de cambio real con dos rezagos respectivamente, la recta de regresión lineal múltiple estimada para el período 1993-2002 es la siguiente:

$$IVC_t = -1.332 + 0.486*TRC + 0.268*TRC_{t-1} + 0.437*TRC_{t-2}$$

(-42.6)
(17.7)
(9.1)
(16.1)

$$R^2 = 0.99 \quad \sigma^2 = 0.0005 \quad d.w. = 1.89 \quad F = 374.2$$

Los resultados de la regresión obtenidos con el paquete econométrico Econometric Views versión 4.1 son los siguientes:

Dependent Variable: IVC
 Method: Least Squares
 Date: 03/25/04 Time: 09:17
 Sample(adjusted): 1993 2000
 Included observations: 8 after adjusting endpoints

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-1.332000	0.031254	-42.61866	0.0000
TCR	0.486387	0.027486	17.69608	0.0001
TCR1	0.268027	0.029356	9.130223	0.0008
TCR2	0.437369	0.027170	16.09777	0.0001
R-squared	0.996449	Mean dependent var	-0.311318	
Adjusted R-squared	0.993787	S.D. dependent var	0.131458	
S.E. of regression	0.010362	Akaike info criterion	-5.994437	
Sum squared resid	0.000430	Schwarz criterion	-5.954716	
Log likelihood	27.97775	F-statistic	374.1954	
Durbin-Watson stat	1.897611	Prob(F-statistic)	0.000024	

Todos los coeficientes son estadísticamente diferentes de cero con un 95% de probabilidad. La ecuación es significativa en términos estadísticos como lo

demuestra la prueba de significación global ($F=374.2$) y libre de auto correlación ($dw=1.89$).

2. Regresión entre el índice de ventaja competitiva revelada y diversos indicadores.

En esta regresión se incluyeron variables para determinar la tendencia de la competitividad durante el período, los efectos del nivel de la actividad económica durante el período, el efecto de la apertura económica y TLCAN sobre la competitividad de la industria petroquímica.

Para corroborar estas hipótesis empíricamente se efectuó la siguiente regresión entre índices de ventaja competitiva comercial revelada de la industria petroquímica, tipo de cambio real y otros indicadores para el período 1993-2002³.

$$IVC_t = -3.531 + 0.026*PIB_t + 1.042*TCR_t - 0.132*T$$

$$\begin{matrix} (-4.48) & (3.88) & (5.78) & (-5.16) \end{matrix}$$

$$R^2 = 0.980 \quad \sigma^2 = 0.0001 \quad d.w. = 2.6 \quad F = 101.4$$

Todos los coeficientes son estadísticamente diferentes de cero con más de 95% de probabilidad. La ecuación es significativa en términos estadísticos como lo demuestra la prueba de significación global ($F=101.4$) y libre de auto correlación ($d.w.=2.6$).

Los resultados de la regresión obtenidos con el paquete econométrico Econometric views versión 4.1 son los siguientes:

³ Se incluyó una variable binaria, TLCAN, que mide el efecto de la apertura económica y el Tratado de Libre Comercio, esta no aparece en la ecuación porque el parámetro correspondiente no es estadísticamente significativo. Ver anexo 2 para el cálculo completo.

Primera corrida:

Dependent Variable: IVC
 Method: Least Squares
 Date: 03/25/04 Time: 09:35
 Sample(adjusted): 1993 2000
 Included observations: 8 after adjusting endpoints

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-1.803158	0.170450	-10.57882	0.0088
PIB	0.003065	0.001028	2.982793	0.0964
TCR	0.677195	0.075595	8.958236	0.0122
TCR1	0.240397	0.030456	7.893238	0.0157
TCR2	0.475727	0.064688	7.354215	0.0180
TLCAN	-0.050924	0.034388	-2.480890	0.2768
R-squared	0.999348	Mean dependent var	-0.311318	
Adjusted R-squared	0.997720	S.D. dependent var	0.131458	
S.E. of regression	0.006278	Akaike info criterion	-7.189955	
Sum squared resid	7.88E-05	Schwarz criterion	-7.130374	
Log likelihood	34.75982	F-statistic	613.5295	
Durbin-Watson stat	3.167357	Prob(F-statistic)	0.001628	

Segunda corrida:

Dependent Variable: IVC
 Method: Least Squares
 Date: 04/16/04 Time: 16:45
 Sample: 1993 2002
 Included observations: 10

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-3.531223	0.788693	-4.477312	0.0042
PIB	0.026592	0.006856	3.878810	0.0082
TCR	1.042372	0.180299	5.781354	0.0012
T	-0.131951	0.025564	-5.161566	0.0021
R-squared	0.980652	Mean dependent var	-0.348520	
Adjusted R-squared	0.970978	S.D. dependent var	0.140130	
S.E. of regression	0.023872	Akaike info criterion	-4.343011	
Sum squared resid	0.003419	Schwarz criterion	-4.221977	
Log likelihood	25.71505	F-statistic	101.3696	
Durbin-Watson stat	2.615072	Prob(F-statistic)	0.000016	

La información utilizada en las regresiones es la siguiente:

Año	BIPQ	PIB	TRC	TLCAN
1993	-0.259	1.000	0.730	0.000
1994	-0.200	1.080	0.760	0.000
1995	-0.102	1.490	1.170	1.000
1996	-0.238	1.950	1.030	1.000
1997	-0.361	2.300	0.860	1.000
1998	-0.408	2.650	0.850	1.000
1999	-0.456	3.040	0.780	1.000
2000	-0.467	3.335	0.690	1.000
2001	-0.483	3.333	0.675	1.000

Fuente: Cálculos propios con base a información del Banco de México e INEGI.

3. Coeficientes de correlación entre las EE de frontera e indicador de desempeño convencional.

Valores de TIR y EE (AGD) utilizados.

TIRMEX	EEMEX
1.700000	0.870000
3.500000	0.910000
3.700000	0.940000
0.700000	0.800000
0.200000	0.880000
8.100000	1.000000
9.500000	0.990000
7.900000	0.950000
1.500000	0.870000
4.300000	0.840000
0.900000	0.830000

Matriz de coeficientes de correlación.

TIRMEX	EEMEX
1.000000	0.845600
0.845600	1.000000

Anexo 3

Industria Petroquímica EUA: Estadísticas financieras 1990-2000. Cifras en miles de dólares.

Año	Activo{I}	Capital{I}	Costo{I}	Ventas{O}	Utilidad{O}	ROA{O}	ROE{O}
1990	414,625	184,278	358,042	374,627	16,585	4	9
1991	417,000	139,000	384,382	396,892	12,510	3	9
1992	203,450	40,690	168,483	173,694	-4,069	2	10
1993	177,000	50,571	158,693	162,233	3,540	2	7
1994	537,700	82,723	266,729	277,483	10,754	2	13
1995	195,886	76,178	158,802	172,514	13,712	7	18
1996	212,700	70,900	168,495	181,257	12,762	6	18
1997	182,483	64,406	166,805	177,754	10,949	6	17
1998	188,183	75,273	145,230	156,521	11,291	6	15
1999	26,380	8,793	145,848	147,167	1,319	5	15
2000	167,240	55,747	149,413	157,775	8,362	5	15

Fuente: Elaboración propia con datos de la Revista Fortune International Special Edition "Fortune 500" 1990-2001 y la Revista Chemical & Engineering: Finance Report (American Chemical Society) varios años.

Industria Petroquímica Privada en México: Estadísticas financieras 1990-2000. Cifras en miles de pesos.

Año	Activo{I}	Capital{I}	Costo{I}	Ventas{O}	Utilidad{O}	ROA{O}	ROE{O}
1990	14,307,812	9,888,459	6,057,898	6,400,388	342,490	2.4	3.5
1991	13,682,858	8,760,091	10,160,069	10,776,061	615,992	4.5	7.0
1992	14,372,174	8,304,711	10,343,227	10,950,427	607,200	4.2	7.3
1993	9,373,583	5,862,813	5,990,286	6,076,747	85,461	0.9	1.5
1994	17,024,676	8,019,984	9,719,509	9,750,474	30,965	0.2	0.4
1995	38,251,997	19,790,585	29,240,049	32,397,003	3,156,954	8.3	16.0
1996	41,806,630	22,907,090	32,107,036	36,462,346	4,355,310	10.4	19.0
1997	45,541,618	23,807,188	33,846,538	37,648,704	3,802,166	8.3	16.0
1998	62,900,682	30,346,184	43,005,719	44,027,455	1,021,736	1.6	3.4
1999	44,806,893	19,737,749	26,591,779	28,379,914	1,788,135	4.0	9.1
2000	49,483,000	18,164,400	45,511,159	46,032,900	521,741	0.4	2.7

Fuente: Elaboración propia con datos del Anuario de la industria química en México (INEGI) 1990-2000 y Revista Expansión Edición especial "500 empresas" 1990-2001.

PEMEX Petroquímica: Estadísticas financieras 1990-2000.
Cifras en miles de pesos.

Año	Activo{I}	Capital{I}	Costo{I}	Ventas{O}	Utilidad{O}	ROA{O}	ROE{O}
1990	25,320,000	17,724,000	3,773,250	3,225,000	-548,250	0.0	0.0
1991	25,300,000	17,710,000	4,015,000	3,650,000	-365,000	0.0	0.0
1992	25,100,000	17,570,000	3,491,250	3,675,000	183,750	0.0	0.0
1993	25,200,000	17,640,000	6,223,000	4,912,000	-1,311,000	-0.1	-0.1
1994	25,835,000	18,084,500	7,412,000	7,072,000	-340,000	0.0	0.0
1995	25,189,000	10,075,600	12,686,000	14,603,000	1,917,000	0.1	0.2
1996	26,040,000	10,416,000	17,160,000	17,786,000	626,000	0.0	0.1
1997	25,830,000	10,332,000	17,865,000	16,817,000	-1,048,000	0.0	-0.1
1998	25,536,000	10,214,400	15,238,000	12,441,000	-2,798,000	-0.1	-0.3
1999	26,553,000	10,621,200	16,587,000	12,036,000	-4,552,000	-0.2	-0.4
2000	25,829,000	10,331,600	22,770,000	14,888,000	-7,883,000	-0.3	-0.8

Fuente: Elaboración propia con datos de PEMEX Memoria de Labores 1990-2000 y PEMEX Anuario estadístico 1990-2000.

Industria Petroquímica en México: Estadísticas financieras 1990-2000.
Cifras en miles de pesos.

Año	Activo{I}	Capital{I}	Costo{I}	Ventas{O}	Utilidad{O}	ROA{O}	ROE{O}
1990	39,627,812	27,612,459	9,831,148	9,625,388	-205,760	1.2	1.7
1991	38,982,858	26,470,091	14,175,069	14,426,061	250,992	2.2	3.5
1992	39,472,174	25,874,711	13,834,477	14,625,427	790,950	2.1	3.7
1993	34,573,583	23,502,818	12,213,286	10,990,747	-1,222,539	0.4	0.7
1994	42,859,676	26,104,484	17,131,509	16,822,474	-309,035	0.1	0.2
1995	63,440,987	29,866,185	41,926,049	47,000,003	5,073,954	4.2	8.1
1996	67,846,630	33,323,030	49,267,036	54,248,346	4,981,310	5.2	9.5
1997	71,371,618	34,139,188	51,711,538	54,465,704	2,754,166	4.2	7.9
1998	88,436,682	40,560,584	58,243,719	56,408,455	-1,776,264	0.8	1.5
1999	71,359,893	30,358,949	43,178,779	40,415,914	-2,763,865	1.9	4.3
2000	75,312,000	28,496,000	68,261,159	60,920,900	-7,361,259	0.0	0.9

Fuente: Elaboración propia con datos de las tablas de la Industria petroquímica privada y PEMEX Petroquímica.

Notas:

- Activo = Activo total
- Capital = Capital total
- Costo = Costos y gastos de operación
- Ventas = Ventas netas
- Utilidad = Utilidad antes de impuestos
- ROA = Rendimiento sobre activos (Ingreso total / Activos)
- ROE = Rendimiento sobre capital (Ingreso total / Capital)

Indices de competitividad para la industria petroquímica en México.

DMU	Score	Activo{I}{V}	Capital{I}{V}	Costo{I}{V}	Ventas{O}{V}	Utilidad{O}{V}	ROA{O}{V}	ROF{O}{V}	Benchmarks
DMU1	90.59%	0	0	1	0.57	0	0.13	0	3 (0.41) 6 (0.03)
DMU2	100.00%	0.58	0	0.42	0	0	1	0	0
DMU3	100.00%	0	0	1	0	0.1	0	0.9	1
DMU4	80.28%	0	0	1	1	0	0	0	6 (0.23)
DMU5	87.60%	0	0	1	1	0	0	0	6 (0.36)
DMU6	100.00%	0	0	1	0	1	0	0	5
DMU7	100.00%	1	0	0	0	0	1	0	3
DMU8	96.80%	0	0.49	0.51	1	0	0	0	7 (0.95) 11 (1.05)
DMU9	87.17%	0	0.35	0.65	1	0	0	0	6 (0.57) 7 (0.46)
DMU10	83.88%	0	0.35	0.65	1	0	0	0	6 (0.54) 7 (0.19)
DMU11	100.00%	0	1	0	1	0	0	0	1

EMS versión 1.3.0 Impresión de resultados

Nota: Para la aplicación del método del análisis global de datos se utilizó el software EMS versión 1.3.0 (Efficiency Measurement System) desarrollado por el Dr. Holger Scheel de la Facultad de Economía y Ciencias Sociales de la Universidad de Dortmund en Alemania.

Indicadores de competitividad para PEMEX Petroquímica (petroquímica pública)

DMU	Score	Activo(I){V}	Capital(I){V}	Costo(I){V}	Ventas(O){V}	Utilidad(O){V}	ROA(O){V}	ROE(O){V}	Benchmarks
DMU11	26.70	0	0	0	0	0	0	1.00 (20)	
DMU12	78.00	0	0	0	0	0	0	6.00 (26)	
DMU13	81.64	0	0	0	0	0	0	6.00 (26)	
DMU14	68.57	0	0	0	0	0	0	6.00 (26)	
DMU15	92.00	0	0	0	0	0	0	6.00 (26)	
DMU16	100.00	0	0	0	0	0	0	6.00 (26)	
DMU17	100.00	0.1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.00 (26)	
DMU18	65.30	0.04	0	0	0	0	0	6.00 (26)	
DMU19	75.00	0.20	0.30	0.30	0	0	0	6.00 (26)	
DMU20	60.00	0.22	0.10	0.10	0	0	0	6.00 (26)	
DMU21	64.30	0.24	0.06	0	0	0	0	6.00 (26)	

Indicadores de competitividad para la Petroquímica Privada en México

DMU	Score	Activo(I){V}	Capital(I){V}	Costo(I){V}	Ventas(O){V}	Utilidad(O){V}	ROA(O){V}	ROE(O){V}	Benchmarks
DMU1	1.00	0	0	0	0	0	0	1.00 (1)	
DMU2	100.00	0	0	0	0	0	0	1.00 (1)	
DMU3	100.00	0	0	0	0	0	0	1.00 (1)	
DMU4	95.00	0	0	0	0	0	0	1.00 (1)	
DMU5	90.00	0	0	0	0	0	0	1.00 (1)	
DMU6	85.00	0	0	0	0	0	0	1.00 (1)	
DMU7	80.00	0	0	0	0	0	0	1.00 (1)	
DMU8	75.00	0	0	0	0	0	0	1.00 (1)	
DMU9	70.00	0	0	0	0	0	0	1.00 (1)	
DMU10	65.00	0	0	0	0	0	0	1.00 (1)	
DMU11	60.00	0	0	0	0	0	0	1.00 (1)	
DMU12	55.00	0	0	0	0	0	0	1.00 (1)	
DMU13	50.00	0	0	0	0	0	0	1.00 (1)	

EMS versión 1.3.0 Impresión de resultados

Nota: Para la aplicación del método del análisis global de datos se utilizó el software EMS versión 1.3.0 (Efficiency Measurement System) desarrollado por el Dr. Holger Schreyer de la Facultad de Economía y Ciencias Sociales de la Universidad de Paderborn en Alemania.

Indices de competitividad para la industria petroquímica pública vs. privada en México.

DMU	Score	Activo{I}{V}	Capital{I}{V}	Costo{I}{V}	Ventas{O}{V}	Utilidad{O}{V}	ROA{O}{V}	ROE{O}{V}	Benchmarks
DMU1	91.78%	0	0	1	1	0	0	0	17 (438.29)
DMU2	93.31%	0.03	0	0.97	1	0	0	0	7 (0.28) 17 (48.80)
DMU3	93.06%	0.03	0	0.97	1	0	0	0	7 (0.26) 17 (97.05)
DMU4	98.89%	0.03	0	0.97	1	0	0	0	7 (0.10) 17 (161.33)
DMU5	87.55%	0.03	0	0.97	1	0	0	0	7 (0.09) 17 (441.15)
DMU6	98.82%	0	0.24	0.76	1	0	0	0	7 (0.79) 11 (0.07) 17 (3.53)
DMU7	100.00%	1	0	0	0	0.99	0.01	0	13
DMU8	98.29%	0	0.25	0.75	1	0	0	0	7 (1.00) 11 (0.02)
DMU9	90.39%	0	0.25	0.75	1	0	0	0	7 (1.18) 11 (0.02)
DMU10	93.52%	0	0.17	0.88	1	0	0	0	7 (0.50) 17 (698.70)
DMU11	100.00%	0	1	0	1	0	0	0	8
DMU12	74.25%	0	0	1	1	0	0	0	17 (0.22)
DMU13	78.98%	0	0	1	1	0	0	0	17 (0.25)
DMU14	91.44%	0	0	1	1	0	0	0	17 (0.25)
DMU15	68.57%	0	0	1	1	0	0	0	17 (0.34)
DMU16	82.80%	0	0	1	1	0	0	0	17 (0.48)
DMU17	100.00%	0	0	1	0	0	0.09	0.91	13
DMU18	95.11%	0	0.22	0.78	1	0	0	0	7 (0.00) 11 (0.00) 17 (0.29)
DMU19	86.98%	0	0.21	0.79	1	0	0	0	7 (0.00) 11 (0.00)
DMU20	72.99%	0	0.24	0.76	1	0	0	0	7 (0.00) 11 (0.00)
DMU21	65.56%	0	0.23	0.77	1	0	0	0	7 (0.00) 11 (0.00)
DMU22	63.29%	0	0.17	0.83	1	0	0	0	7 (0.00) 11 (0.00)

EMS versión 1.3.0 Impresión de resultados

Nota: Para la aplicación del método del análisis global de datos se utilizó el software EMS versión 1.3.0 (Efficiency Measurement System) desarrollado por el Dr. Holger Scheel de la Facultad de Economía y Ciencias Sociales de la Universidad de Dortmund en Alemania.

Indices de competitividad para la industria petroquímica estadounidense vs. mexicana.

DMU	Score	Activo{I}{V}	Capital{I}{V}	Costo{I}{V}	Ventas{O}{V}	Utilidad{O}{V}	ROA{O}{V}	ROE{O}{V}	Benchmarks
DMU1	96 13%	0.03	0.06	0.92	1	0	0	0	6 (0.54) 10 (0.51) 17 (0.00)
DMU2	96 97%	0	0.06	0.94	1	0	0	0	7 (1.85) 10 (0.42)
DMU3	98 88%	0	0.04	0.96	1	0	0	0	7 (0.50) 10 (0.57)
DMU4	96 73%	0	0.06	0.94	1	0	0	0	7 (0.65) 10 (0.30)
DMU5	98 58%	0	0.05	0.95	1	0	0	0	7 (1.08) 10 (0.55)
DMU6	100 00%	0.62	0.19	0.19	0	0.76	0.24	0	9
DMU7	100 00%	0	1	0	0.03	0.97	0	0	7
DMU8	99 66%	0	0.07	0.93	1	0	0	0	6 (0.33) 7 (0.53) 10 (0.17)
DMU9	99 4%	0	0	1	0.97	0	0.03	0	6 (0.86) 17 (0.00)
DMU10	100 00%	0.26	0.74	0	0	0	0.08	0.92	10
DMU11	98 57%	0	0.06	0.94	1	0	0	0	7 (0.76) 10 (0.13)
DMU12	87 24%	0	0	1	1	0	0	0	6 (0.05) 17 (0.20)
DMU13	90 79%	0	0	1	1	0	0	0	6 (0.14) 17 (0.31)
DMU14	94 31%	0	0	1	1	0	0	0	6 (0.12) 17 (0.31)
DMU15	80 28%	0	0	1	1	0	0	0	17 (0.23)
DMU16	87 60%	0	0	1	1	0	0	0	17 (0.36)
DMU17	100 00%	0	0	1	0	1	0	0	11
DMU18	99 54%	0.1	0	0.9	1	0	0	0	10 (34.23) 17 (1.05)
DMU19	94 90%	0.1	0	0.9	1	0	0	0	10 (33.58) 17 (1.05)
DMU20	86 67%	0	0.09	0.91	1	0	0	0	6 (21.81) 17 (1.12)
DMU21	83 60%	0	0.09	0.91	1	0	0	0	6 (9.04) 17 (0.83)
DMU22	83 00%	0	0.07	0.93	1	0	0	0	6 (258.72) 7 (49.46) 10 (49.76)

EMS versión 1.3.0 Impresión de resultados

Nota: Para la aplicación del método del análisis global de datos se utilizó el software EMS versión 1.3.0 (Efficiency Measurement System) desarrollado por el Dr. Holger Scheel de la Facultad de Economía y Ciencias Sociales de la Universidad de Dortmund en Alemania.

Anexo 4

La industria petroquímica: una descripción técnica.

La petroquímica se refiere a la química del petróleo, a los procesos de transformación química de los hidrocarburos. Así los productos petroquímicos se definen como los diversos productos químicos que se obtienen a partir de la transformación de los hidrocarburos naturales, mediante métodos de reacción química.

El desarrollo de la química moderna ha demostrado que el petróleo es la materia prima ideal para la síntesis de la mayor parte de los productos químicos de gran consumo. El petróleo, además de su gran abundancia y disponibilidad, está formado por una gran variedad de compuestos que presentan todas las estructuras carboniladas posibles por lo que la posibilidad de crear nuevos productos siempre se mantiene latente.

A nivel industrial la importancia de la petroquímica radica en su capacidad para producir grandes cantidades de productos a partir de materias primas abundantes y de bajo precio.

La mayor parte de los productos petroquímicos son orgánicos. No obstante, varios productos inorgánicos se producen en grandes cantidades a partir del petróleo, como el azufre, amoníaco, negro de humo y agua oxigenada.

Este anexo tiene como objetivo hacer una descripción de los principales procesos de transformación a los que es sometido el petróleo y gas natural para obtener los productos petroquímicos. Estos últimos son a su vez el principio de una gran cantidad de procesos de transformación industrial de los que se obtienen miles de productos de consumo final.

El petróleo.

La ciencia química ha demostrado que el petróleo es la materia prima idónea para la fabricación de la mayor parte de los productos químicos de uso masivo. El petróleo es una mezcla de hidrocarburos, compuestos que contienen en su estructura molecular carbono e hidrógeno principalmente. Los hidrocarburos formados de uno a cuatro átomos de carbono son gaseosos, de cinco a veinte átomos de carbono son líquidos y los de más de veinte átomos de carbono son sólidos a temperatura ambiente. El número de átomos de carbono y su ubicación dentro de los diferentes compuestos proporciona al petróleo diferentes propiedades físicas y químicas.

El petróleo crudo varía mucho en su composición la cuál depende mucho del yacimiento de origen. Por lo general el petróleo tiene una composición de 83-86% de carbono y 11-13% de hidrógeno. Mientras mayor sea el contenido de carbono mayor es la cantidad de productos pesados que tiene el crudo y menor la calidad del crudo.

En la composición del petróleo también figuran compuestos de azufre y pequeñas cantidades (partes por millón) de compuestos de nitrógeno o de metales como el hierro, níquel, cromo, vanadio y cobalto.

Clasificación de los hidrocarburos del petróleo.

Los hidrocarburos que se encuentren en mayor proporción en el petróleo se clasifican dentro de las siguientes tres series de hidrocarburos:

La primera serie esta formado por los hidrocarburos acíclicos saturados llamados también parafínicos. Su fórmula general es C_nH_{2n+2} (donde "n" es un número entero positivo). Dentro de los hidrocarburos pertenecientes a esta serie se

encuentran el metano (CH_4), el etano (C_2H_6) y el butano (C_4H_{10}) que son los principales componentes de los gases del petróleo.

La segunda serie esta formada por los hidrocarburos cíclicos saturados o nafténicos de fórmula general C_nH_{2n} como lo son el ciclopentano (C_5H_{10}) y el ciclohexano (C_6H_{12}).

La tercera serie esta formada por los hidrocarburos cíclicos no saturados mejor conocidos como hidrocarburos aromáticos. Su fórmula general es $\text{C}_n\text{H}_{2n-6}$. El compuesto más sencillo de esta serie es el benceno (C_6H_6). Dentro del petróleo crudo por lo general los compuestos de la serie de los hidrocarburos aromáticos se encuentran constituidos por los llamados compuestos poliaromáticos. Estos compuestos están formados por varios anillos bencénicos unidos entre sí y que se encuentran principalmente en las fracciones pesadas.

El petróleo crudo en su composición contiene sólo una pequeña fracción de hidrocarburos de pocos carbonos como el etileno, propileno, butenos, butadieno o de compuestos bencénicos ligeros como el benceno, tolueno y xileno. Es mediante procesos de separación específicos a los que es sometido el petróleo que se pueden obtener en mayores proporciones estos importantes hidrocarburos.

Obtención de los productos petroquímicos.

La industria petroquímica emplea como materias primas básicas los productos obtenidos a partir de gas natural y la refinación del petróleo. Para obtener petroquímicos a partir de los hidrocarburos vírgenes contenidos en el petróleo es necesario someterlos a una serie de reacciones de acuerdo a las siguientes etapas:

1. Transformar los hidrocarburos vírgenes en productos petroquímicos con una reactividad más elevada como por ejemplo, las parafinas que contiene el petróleo:

etano, propano, butano, pentano, hexano, etc, convertirlos a etileno, propileno, butileno, butadieno, isopreno e hidrocarburos aromáticos.

2. Incorporar a los hidrocarburos olefinicos y a los aromáticos obtenidos en la primera etapa otros heteroátomos tales como el cloro, el oxígeno, el nitrógeno, etc., obteniéndose así productos intermedios de segunda generación. Como el etileno, por mencionar un ejemplo, que al reaccionar con el oxígeno produce acetaldehído y ácido acético.

3. En la tercera etapa se llevan a cabo las reacciones necesarias para dar a los productos intermedios las propiedades físicas y químicas necesarias que correspondan a sus usos finales. Es en esta etapa donde se crean los productos que tienen aplicación en la manufactura de pieles artificiales, tintas, cementos, películas fotográficas, fibras textiles, pinturas, etc.

Es necesario mencionar otros productos que se consideran petroquímicos básicos sin ser hidrocarburos: el negro de humo y el azufre. Estos productos se consideran petroquímicos por que se pueden obtener a partir del petróleo y el gas natural.

Elaboración de los productos petroquímicos básicos.

Los hidrocarburos vírgenes del petróleo y del gas natural son transformados a productos más reactivos como las olefinas y aromáticos ligeros que sirven como materias primas para la elaboración de productos petroquímicos más elaborados.

Dentro de las olefinas los productos de mayor interés son aquellos compuestos que poseen de dos a cinco átomos de carbono: etileno, propileno, n-buteno, butadieno e isopreno. Estos productos se pueden obtener a partir de diferentes cargas. En lugares donde existe una gran disponibilidad de gas natural, el etileno y

el propileno se pueden obtener por medio del propano y del butano contenido en el gas a través de un proceso llamado desintegración térmica ("cracking" térmico).

Si no se disponen de grandes cantidades de propano y butano porque se consumen como combustible, es posible utilizar el etano como carga en el proceso de "cracking" térmico y en este caso se obtienen como productos el etileno, metano y el hidrógeno. En México se utiliza el etano como carga para las plantas de desintegración térmica por lo que no somos autosuficientes en propileno.

En la tabla de la figura 1 se puede apreciar el porcentaje de productos obtenidos en las plantas de desintegración térmica de acuerdo al tipo de carga empleada. Así por ejemplo si se utiliza como carga el etano, se obtiene una distribución de los siguientes productos: 80% etileno, 2% propileno, 1% de gasolina de alto octano rica en aromáticos, 12% gases ligeros (alto contenido de metano e hidrógeno), 1% de butilenos (incluye butadieno e isopreno) y 1% de combustóleos.

Figura 1. Porcentaje de productos obtenidos por tipo de carga.

	Cargas utilizadas en el cracking térmico				
	Etano	Propano	Butano	Nafta	Gasoleo
Etileno	80	46	40	33	28
Propileno	2	1	16	10	12
Gasolina (alto % aromáticos)	1	6	7	20	17
Gases ligeros (metano, hidrógeno)	12	28	22	19	12
Butilenos	1	5	10	8	8
Combustóleos	1	1	2	5	19

Separación de las olefinas.

Los productos que salen de la planta desintegradora térmica ("cracking" térmico) son separados físicamente por medio de una serie de columnas de destilación como se ilustra en la figura 2.

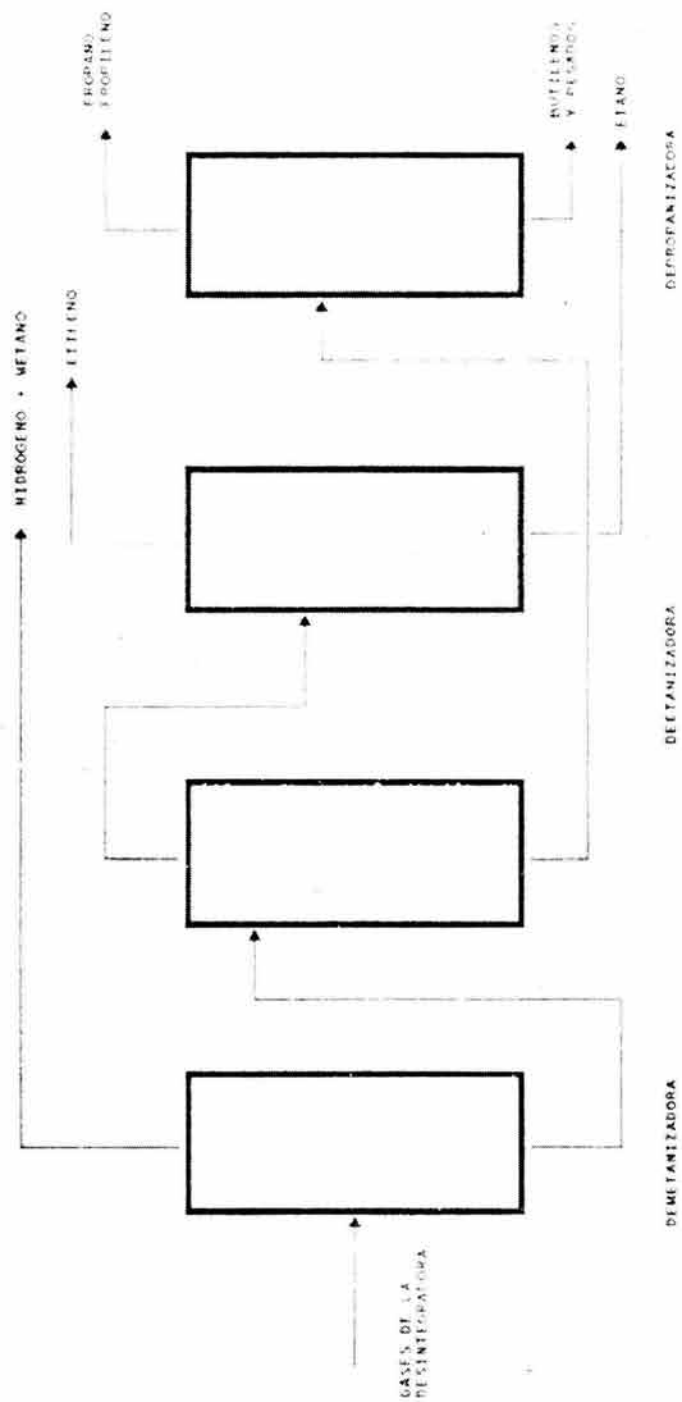


FIGURA 2. DESTILACION FRACCIONADA DE LOS GASES DE LA FRACCIONADORA

Los gases (parcialmente licuados) que salen de desintegradora térmica se introducen a la primera columna de destilación llamada demetanizadora. En esta columna se extrae el hidrógeno y el metano por la parte superior. Los productos que se obtienen por el fondo de la columna (los más pesados) se hacen pasar por una segunda columna que se llama deetanizadora.

En la columna deetanizadora se separa el etano y el etileno por el domo de la columna. Esta última corriente se hace pasar por una tercera columna en donde se separan el etano del etileno. En este punto se obtiene un etileno con una pureza de entre 98-99% que es suficiente para la fabricación de óxido de etileno no así para producir polietileno de alta densidad lineal que requiere que el etileno tenga una pureza del 99.9% para lo que se necesitaría someter al etileno a más procesos de purificación.

La corriente que sale por el fondo de la columna deetanizadora se hace pasar por una columna llamada depropanizadora en donde por el domo se separa una mezcla de propano-propileno. Por el fondo de la columna depropanizadora se obtiene la fracción que contiene las olefinas más pesadas (con cuatro átomos de carbono en adelante). Esta fracción se somete a separaciones posteriores para eliminar de la fracción de butanos los productos más pesados que fueron arrastrados por los gases de la desintegradora como los pentanos, pentenos, benceno, tolueno (líquidos).

Posteriormente por otros procesos de separación se obtienen los butenos, isobutenos, butano, isobutano, butadieno e isopreno como se puede apreciar en la figura 3.

Obtención de aromáticos.

Los aromáticos de mayor importancia en la industria petroquímica son: el benceno, el tolueno y los xilenos. Estos hidrocarburos se encuentran en la

gasolina natural en mínimas concentraciones, por lo que no resulta rentable su extracción. Para poder producirlos industrialmente se desarrolló el proceso denominado de desintegración catalítica ("cracking catalítico") cuya materia prima es la gasolina natural o nafta pesada, cuyo alto contenido de parafinas lineales y cíclicas (naftenos) constituye el precursor de los aromáticos.

Uno de los procesos más comunes de desintegración catalítica es el "platforming" que usa como catalizador platino soportado sobre alúmina. Los productos líquidos obtenidos de la reacción se someten a otros procesos en donde se separan los aromáticos del resto de los hidrocarburos.

Obtención del negro de humo.

El negro de humo es otra materia petroquímica que consiste básicamente de carbón puro con una estructura muy semejante a la del grafito. El tamaño de las partículas en el negro de humo es lo que determina su valor, mientras más pequeñas sean las partículas más caro será el producto. El tamaño de las partículas varía desde unos 100 hasta 500 m μ .

Existen tres procesos industriales para fabricar comercialmente el negro de humo: proceso en canal, proceso térmico y proceso de horno. Los hidrocarburos que se utilizan como carga son desde gasóleos hasta residuos pesados.

Elaboración de los de productos intermedios de la petroquímica.

La producción de los productos intermedios de la petroquímica consiste en introducir a las moléculas de olefinas y aromáticos (petroquímicos básicos) heteroátomos como el oxígeno, cloro, nitrógeno, etc.

Dentro de los productos intermedios también se incluyen los productos formados por la adición a los productos petroquímicos básicos de diferentes moléculas de hidrocarburos.

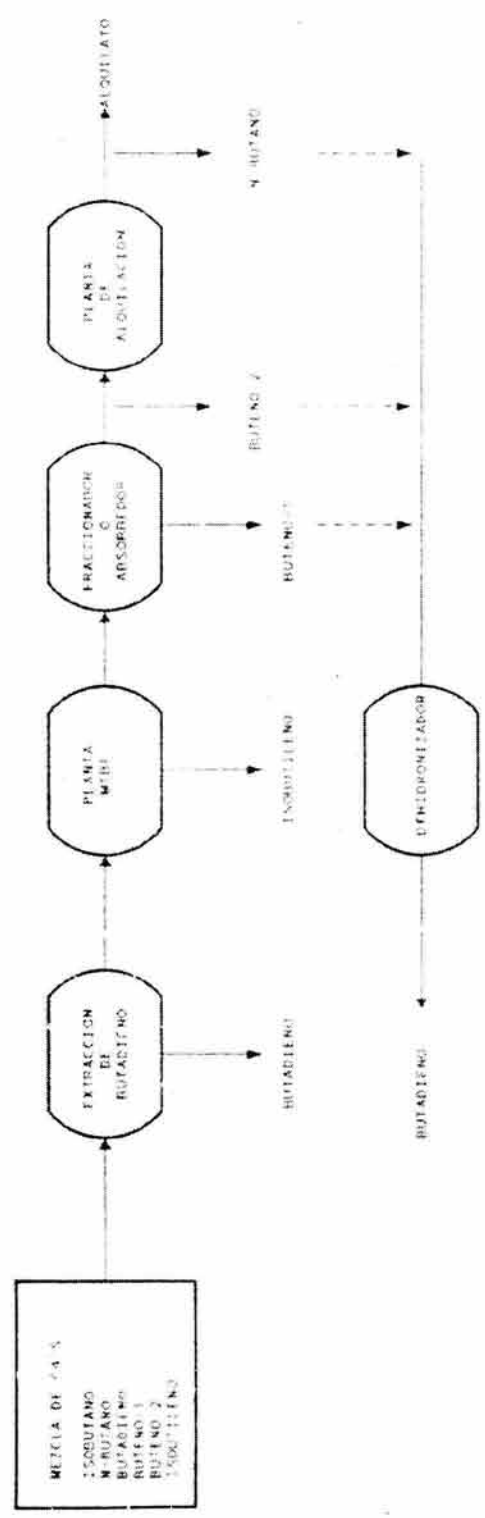


FIGURA 3. PROCESO TIPICO PARA C4'S

La petroquímica intermedia relaciona a las industrias de la refinación del petróleo y la de producción de reactivos químicos (ácido sulfúrico, ácido fosfórico, hidrógeno, monóxido de carbono, etc.) con las grandes industrias consumidoras de productos orgánicos e inorgánicos como son las que producen plásticos, fibras sintéticas, detergentes fertilizantes, etc. Muchos de estos compuestos son en sí productos terminados como los solventes y los aditivos para gasolinas.

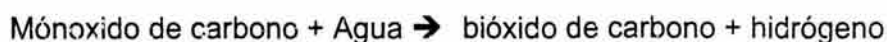
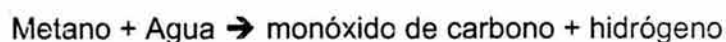
A continuación se hará una descripción de los productos petroquímicos secundarios que se derivan del metano, butenos, butadieno, benceno, tolueno y paraxileno. Ya que por su características estos hidrocarburos se consideran como la base de toda la industria petroquímica.

Productos derivados del metano.

El metano (CH_4) es el hidrocarburo parafínico que contiene más átomos de hidrógeno por átomo de carbono. Esta característica se aprovecha para obtener el hidrógeno necesario en la fabricación de amoníaco (NH_3) y metanol ($\text{CH}_3\text{-OH}$).

El hidrógeno se obtiene en un proceso catalítico quemando parcialmente el metano en un medio con oxígeno y vapor de agua, con lo cual se forma una mezcla llamada gas de síntesis. Este gas es una mezcla compuesta principalmente de monóxido de carbono (CO), bióxido de carbono (CO_2) e hidrógeno (H_2).

Las reacciones químicas que se efectúan son las siguientes:



Como se mencionó anteriormente el gas de síntesis se utiliza para la fabricación de amoníaco (materia prima básica para la fabricación de fertilizantes) y el metanol (reactivo químico industrial).

Productos derivados del etileno.

El etileno (C_2H_4) es una materia prima que se utiliza para producir una gran variedad de productos petroquímicos. La doble ligadura olefinica que tiene este compuesto lo convierte en un compuesto muy reactivo lo que permite realizar una gran variedad de reacciones químicas con diversos heteroátomos (oxígeno, cloro, etc.) y obtener gran variedad de productos. Así como realizar reacciones con otros hidrocarburos cíclicos u olefinas útiles para la formación de copolímeros ó polímeros del etileno.

Los principales productos derivados del etileno son los siguientes:

		Polietileno de alta y baja densidad	
		Etanol	
		Dicloroetano	→ Cloruro de vinilo
		Oxido de etileno	→ Etilenglicol
Etileno	→	Acetato de vinilo	→ Etilen-vinil-acetato
		Acetaldehído	→ Acido acético
		Etilbenceno	→ Estireno
		Alcohol etílico	
		Propionaldehído	

Productos derivados del propileno.

El caso del propileno es muy similar al del etileno. El propileno es una molécula muy reactiva por la presencia de la doble ligadura que le proporciona la capacidad de realizar una gran variedad de reacciones. El propileno es aún más reactivo que el etileno lo que permite realizar reacciones similares a condiciones de reacción mucho menos severas.

Los principales productos derivados del propileno son los siguientes:

Propileno	→	Alcohol isopropilico	→	Acetona
		Cloruro de alilo	→	Epiclorhidrina
		2-Etilhexanol	→	2-etilhexil acrilato
		n-Butil alcohol		
	→	Oxido de propileno	→	Propilenglicol
		Polipropileno		
		Cumeno	→	Fenol + Acetona
	Dodeceno	→	Dodecilbenceno	

Productos derivados de los butilenos.

La fracción de los hidrocarburos que contienen cuatro átomos se conoce dentro de la industria petroquímica como los butilenos. Los butilenos se obtienen de la fase gaseosa de las desintegradoras tanto térmicas como catalíticas.

Los hidrocarburos de cuatro átomos provenientes de las desintegradoras se separan por diferentes métodos debido a los diferentes intervalos de temperatura implicados. Por lo general los métodos empleados consisten en una combinación de destilaciones y extracciones usando solventes como la acetona y adsorbentes como el carbón activado.

Principales derivados del Benceno.

El Benceno se puede obtener por cualquiera de los siguientes métodos: a partir de las reformadoras de nafta, por medio de la desintegración térmica con vapor de agua de la gasolina, de las plantas de etileno y por la desalquilación del tolueno. A continuación se muestran los principales derivados del Benceno:

Benceno	→	Etil benceno	→	Estireno
		Anhídrido maleico	→	Poliéster
	→	Cumeno	→	Fenol + Acetona
		Ciclohexano		
		Nitrobenceno	→	Acido adípico
		Dodeceno	→	Anilina

El etil-benceno se obtiene haciendo reaccionar el benceno con el etileno y su uso principal es la fabricación de estireno. Si el benceno se hace reaccionar con el propileno se obtiene el cumeno, derivado petroquímico muy importante ya que se utiliza en la fabricación del fenol y la acetona.

Bibliografía

Chow P. Susana. "Petroquímica y Sociedad". México, Fondo de Cultura Económica, 1987.

Hatch, L.F. and Sami Matar. "From Hydrocarbons to petrochemicals". USA, Hydrocarbon Processing, 1978.

Burbick Donald. "Petrochemicals for the none technical person". USA, Penwell Publishing Corp, 1983.

Stobaugh, R.P. "Petrochemical Manufacturing and Marketing Guide". USA, Gulf publishing, 1992.