

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA



IMPACTO DE LA GLOBALIZACION EN LA INGENIERIA DE PROYECTOS



EXAMENES PROFESIONALES
FACULTAD DE QUIMICA

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO QUIMICO
P R E S E N T A
JORGE CARLOS SOLA ROQUE

MEXICO, D. F.

2002



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.

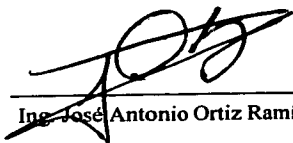
Jurado Asignado:

Presidente	Prof. José Antonio Ortiz Ramírez
Vocal	Prof. Humberto Rangel Dávalos
Secretario	Prof. Joaquín Rodríguez Torreblanca
1er. Suplente	Prof. Ezequiel Millán Velasco
2do. Suplente	Prof. Ramón Ramírez Martinell

Sitio donde se realizó el tema:

Edificio "E" de la Facultad de Química, U. N. A. M.

Asesor del tema:



Ing. José Antonio Ortiz Ramírez

Sustentante:



Jorge Carlos Sola Roque

AGRADECMIENTOS.

A mi mamá con todo el cariño y gratitud: hubiera sido imposible llegar hasta acá sin tu apoyo.

A mis abuelos maternos, que siempre estuvieron ahí para apoyarme.

A mi hermana Paloma, porque sé que siempre contaremos el uno con el otro.

A la Universidad Nacional Autónoma de México, especialmente a la Facultad de Química y a los maestros de la carrera, ya que de todos aprendí algo.

Al Ing. José Antonio Ortiz, muchísimas gracias por el apoyo recibido.

ÍNDICE.

ÍNDICE.....	4
CAPÍTULO 1. JUSTIFICACIÓN.....	6
CAPÍTULO 2. LA GLOBALIZACIÓN.....	8
2.1. TECNOLOGÍA.....	10
2.2. EL PROCESO DE TRANSICIÓN.....	11
2.3. LAS EMPRESAS.....	12
2.4. ARGUMENTOS EN CONTRA.....	15
CAPÍTULO 3. INGENIERÍA DE PROYECTOS.....	17
3.1. INTRODUCCIÓN.....	17
3.2. CICLO DE VIDA DEL PROYECTO.....	20
3.2.1. Primera Fase (Viabilidad).....	22
3.2.1.1. Formulación.....	22
3.2.1.2. Evaluación preliminar.....	24
3.2.1.3. Selección del contratista.....	24
3.2.2. Segunda Fase (Diseño).....	25
3.2.2.1. Ingeniería Básica.....	26
3.2.2.2. Ingeniería de Detalle.....	27
3.2.3. Tercera Fase (Producción).....	28
3.2.3.1. Procura.....	28
3.2.3.2. Construcción.....	30
3.2.4. Cuarta Fase (Entrega y Puesta en Marcha).....	32
3.2.4.1. Inspección.....	32
3.2.4.2. Puesta en Marcha.....	33
3.3. EL PROYECTO A ESCALA ADMINISTRATIVA.....	34
3.3.1. Programa Maestro del Proyecto.....	35
3.3.2. Experiencia en la ejecución de proyectos.....	37
CAPÍTULO 4. SITUACIÓN DE LA INDUSTRIA DE PLANTAS DE PROCESO.....	39
4.1. INDUSTRIA DE PLANTAS DE PROCESO A NIVEL MUNDIAL.....	39
4.2. LA INDUSTRIA QUÍMICA MEXICANA.....	41
4.2.1. Industria Química, 1991-1998.....	41
4.2.2. Distribución Geográfica de la Industria Química Mexicana.....	43
4.2.3. Inorgánicos.....	45
4.2.4. Refinación.....	45
4.2.5. Petroquímica.....	48
CAPÍTULO 5. ESTADO GENERAL DE LA INDUSTRIA DE PROYECTOS.....	50
5.1. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN A NIVEL MUNDIAL.....	50
5.1.1. Diseño.....	52
5.1.2. Construcción.....	54
5.2. CONTROL DEL MERCADO.....	57
5.3. GANANCIAS POR CATEGORÍA DE LA EMPRESA.....	57
5.4. CALIDAD DE LAS EMPRESAS EN LA INDUSTRIA.....	58
CAPÍTULO 6. PROYECTOS EN LA INDUSTRIA PETROQUÍMICA Y DE REFINACIÓN.....	61
6.1. PROYECTOS A NIVEL MUNDIAL.....	61
6.1.1. Distribución de proyectos geográfica y por tipo.....	61
6.1.2. Distribución geográfica de proyectos por país de origen de la empresa.....	65
6.1.3. Evolución geográfica de proyectos internacionales en ingeniería.....	69
6.1.4. Proyectos en que la empresa contratista realiza varias fases.....	70
6.1.5. Proyectos en que varios contratistas hacen la misma fase.....	71
6.1.6. Tipos de contratos.....	72

6.1.7. Niveles de facturación	73
6.2. PROYECTOS EN MÉXICO	74
6.2.1. Situación general	74
6.2.2. Empresas con mayor actividad	75
6.2.3. Origen de las empresas en el mercado mexicano de proyectos	78
CAPÍTULO 7. RECURSOS HUMANOS DE LA INGENIERÍA MEXICANA	80
7.1. Análisis cualitativo	80
7.2. Análisis cuantitativo	83
CONCLUSIONES	86
ANEXO A. VARIABLES MACROECONÓMICAS	92
ANEXO B. TRATADOS DE LIBRE COMERCIO DE MÉXICO	95
METODOLOGÍA	97
ÍNDICE DE TABLAS	101
ÍNDICE DE FIGURAS	102
BIBLIOGRAFÍA	103

CAPÍTULO 1. JUSTIFICACIÓN.

A lo largo de la última década, la economía mundial ha cambiado radicalmente. La gran mayoría de los países ha adoptado, en mayor o menor medida, políticas tendientes a favorecer el libre mercado. Aunque controvertidas, los gobiernos han apostado por las políticas de apertura, dando como resultado la globalización.

México no constituye una excepción. Por el contrario, nuestro país ha experimentado una apertura económica brutal en los últimos 20 años. El objetivo de este trabajo es analizar el efecto que esto ha tenido en nuestro campo de acción y proponer medidas que faciliten la transición de la ingeniería de proyectos de un mercado protegido, a uno completamente abierto. Más allá de juzgar si estas medidas han sido adecuadas o no, es un hecho que existen, y no tenemos otra opción que adecuarnos al cambio.

Por ello, el objeto de esta tesis es analizar el impacto de la globalización en la ingeniería de proyectos dentro de la industria química mexicana, detectar aquellas áreas donde la apertura ha incidido negativamente en esta actividad, y proponer medidas para aprovechar estas áreas de oportunidad y fortalecer la ingeniería de proyectos en nuestro país.

En el capítulo 2, hacemos un breve análisis del neoliberalismo y la globalización. Esto con el único objetivo de comprender su posible incidencia en las empresas dedicadas a la ingeniería de proyectos.

Continuamos en el capítulo 3 con un estudio de la propia ingeniería de proyectos, a fin de establecer cuáles son sus funciones, objetivos y beneficios cuando ésta se lleva a cabo adecuadamente.

En el capítulo 4 hacemos un breve análisis de la situación actual de la industria química, de refinación y petroquímica, en México y en el mundo, ya que el sector de ingeniería de proyectos depende enormemente del escenario que se vive en la industria a la cual sirve.

En el capítulo 5 analizamos el estado general de la industria de proyectos a nivel mundial, para comprender mejor la situación que viven las empresas que desarrollan esta actividad.

Por su relevancia, en el capítulo 6 estudiamos a la ingeniería de proyectos en las industrias de refinación y petroquímica mexicanas y mundiales.

En el capítulo 7 hacemos un breve análisis del estado actual de los recursos humanos en ingeniería en México.

Finalmente, concluimos este estudio con un análisis general de los resultados obtenidos anteriormente.

CAPÍTULO 2. LA GLOBALIZACIÓN

En esta sección se analizan algunos conceptos de utilidad para comprender la globalización,. No se trata de un análisis a favor o en contra del neoliberalismo, ni de las causas de fondo que lo han originado; simplemente se trata de analizar la situación en que han estado inmersas las firmas de ingeniería durante los últimos 20 años.

“La globalización ... se trata de una nueva etapa del capitalismo, cuyo objetivo y razón de ser es integrar en un gran todo, en el menor tiempo posible y como nunca antes en la historia, a mercados, estados nacionales y tecnologías. Para lograr su objetivo, este capitalismo globalizador y sin rivales, dispone de una trinidad que no es santa pero sí conocida: apertura de las economías frente al exterior, privatización y desregulación”.¹

Basado en la teoría de la Ventaja Comparativa y en el hecho de que los avances en comunicaciones y transportes han hecho posible incrementar enormemente el comercio mundial, el neoliberalismo es el modelo económico imperante en la actualidad.

En su versión más simple, la Teoría de la Ventaja Comparativa establece que cuando cada país emplea sus recursos para producir los bienes y servicios en los cuales es más eficiente comparativamente, se reducen a un mínimo las cantidades de capital y trabajo necesarios para satisfacer las necesidades de un mundo cada vez más demandante. Por ende, si se permite el libre comercio no hay fronteras a la especialización y la división del trabajo, es la mano invisible de Adam Smith la que determina qué y cuánto produce cada país. Cada

¹ Meyer, Lorenzo. “El sistema global y nosotros”. www.fquim.unam.mx/html/novedades/EISistem.htm

individuo, al perseguir su propio interés, determina la cantidad que se produce de cada bien. En el momento en que el precio de cada producto se iguala a su costo de oportunidad, el mundo está en su frontera de posibilidades de producción; esto es, se alcanza una óptima asignación de los recursos. En esta situación, el papel de los gobiernos es el de mero guardián del orden establecido.

Sin embargo, el modelo neoliberal se basa en los supuestos clásicos de que la economía funciona fluidamente, que los precios y los salarios son flexibles y que no hay desempleo involuntario. Para que el libre mercado logre los objetivos antes expuestos, es necesario que los agentes económicos sean precio aceptantes – esto es, que nadie tiene suficiente influencia dentro de la economía para determinar el precio de bienes y servicios - que existan información completa y libre entrada, y que no haya externalidades ni bienes públicos.

Para consolidar la globalización es indispensable contar con un sistema multilateral de comercio estable que garantice que los flujos de comercio e inversión no se verán obstaculizados de manera arbitraria, con reglas comerciales universalmente aceptadas, mecanismos justos de solución de controversias, mejores disciplinas para evitar que medidas contra prácticas desleales se utilicen con fines proteccionistas y mayor transparencia en la aplicación de salvaguardas, además de la lógica reducción significativa de aranceles y eliminación de barreras no arancelarias.

2.1. TECNOLOGÍA.

Por ser un factor crítico en el nuevo entorno económico, la tecnología merece una mención aparte. Primero, es importante no confundir la tecnología con la compra de equipo sofisticado que, aunque reduce costos operativos y tiempos de ejecución, no aporta nada al conocimiento y avance de una nación. El conocimiento tecnológico puede verse en dos dimensiones principales:

1. La “tecnología de producto”, requerida para la manufactura y comercialización del producto (el proceso en sí); y
2. La “tecnología de ejecución”, que permite llevar a cabo lo más eficientemente posible los proyectos en sí.

Además, resulta conveniente aclarar algunos puntos en torno a la tecnología. Para ello se muestra el siguiente cuadro:

TABLA 2.1. Mitos y realidades de la tecnología	
MITO	REALIDAD
La tecnología impulsa la competencia	La tecnología es indispensable para competir
La tecnología cambia los mercados	Los mercados impulsan la innovación tecnológica
La mayoría de los fracasos de negocios son tecnológicos	La mayoría son fracasos administrativos
Las ventajas son del que tiene tecnología superior	Son del que tiene estrategia y ejecución superior
Toda la nueva tecnología es mejor	La mayoría de la nueva tecnología es defectuosa y susceptible de mejoras
La inversión en tecnología es opcional	Es imprescindible para sobrevivir
FUENTE: Waldheim, Peter. “Visión Externa”. Conferencia en Estado Actual y Perspectivas de la Ingeniería de Proyectos en México y el Mundo	

2.2. EL PROCESO DE TRANSICIÓN

La teoría económica se ha enfocado tradicionalmente al estudio del mercado cuando ya ha alcanzado el equilibrio; sin embargo, la transición de un estado a otro implica un proceso de 'destrucción creativa' (Schumpeter), "... en que desaparecen aquellos sectores que existían debido a la presencia de distorsiones en la economía [...] y surgen nuevos en que las áreas donde la liberalización fortalece o revela las verdaderas ventajas competitivas de una economía".² Esta liberalización propicia el surgimiento de precios que reflejan los costos de oportunidad de los recursos, los agentes económicos perciben estos precios y reaccionan modificando sus prácticas productivas y la asignación de sus recursos; pero este proceso lleva tiempo.

Para que el proceso de apertura sea exitoso, el gobierno debe garantizar la estabilidad macroeconómica y condiciones básicas para la eficiencia microeconómica.

La estabilidad macroeconómica implica la estabilidad política del país y la garantía de desarrollo sustentable, incluyendo lograr los derechos sociales y humanos de la comunidad: salud, educación, libertad y democracia. En este caso, destaca la importancia de contrarrestar las imperfecciones de un mercado de libre comercio, que originan concentraciones del ingreso en ciertos estratos sociales y en determinados polos de desarrollo, principalmente en las grandes ciudades. De ahí la relevancia de una adecuada intervención de la banca de fomento, contribuyendo a una mejor distribución del ingreso y a un desarrollo regional más equilibrado,

² Sales Sarrapy, Carlos. "Cambio Estructural y Transición en México". México: Perspectivas de una Economía Abierta. Pág. 32.

a través de sus diversos apoyos al aparato productivo nacional y dentro de una estrategia integral de política económica.

Las condiciones para la eficiencia microeconómica se logran con desregulación, innovación tecnológica, promoción de la inversión, libre acceso a mercados y estímulo de esquemas cooperativos entre las empresas y entre éstas y el gobierno. En otras palabras, el gobierno se debe enfocar a elevar la competitividad general del país, asegurando que el mercado se desenvuelva sobre bases competitivas sanas.

Dado que el cambio estructural implica la reasignación de recursos, se requiere de mercados financieros fuertes, que cuenten con los instrumentos de crédito necesarios para permitir un ágil reajuste. Esta carencia se observa sobre todo en economías en desarrollo.

2.3. LAS EMPRESAS.

Si bien el gobierno debe crear la infraestructura necesaria para que el proceso de transición sea lo más suave posible, también es indispensable la colaboración de las empresas para que la apertura sea exitosa. Las empresas deben transformarse, tanto tecnológica como culturalmente, para aprovechar las nuevas oportunidades que se presentan y con base en la visión de largo plazo. En sus manos está el aprovechamiento de los espacios económicos negociados por sus gobiernos. De poco sirve el cambio macroeconómico si el sector privado no se moderniza para explotar sus ventajas competitivas y adecuarse a los nuevos escenarios.

Para competir con éxito en los mercados internacionales las empresas, grandes o pequeñas, deben:

- Asimilar la cultura de mercado, incluyendo una cultura exportadora porque las empresas orientadas tanto al mercado nacional como al internacional pueden incrementar sus posibilidades de éxito.
- Asimilar la importancia de la productividad, tanto del capital como del trabajo, y cultivar la calidad total a fin de poder competir en el amplio contexto económico internacional.
- Ser innovadoras y creativas.
- Comprender la importancia de las alianzas estratégicas con empresarios de su propia escala, así como con grandes empresas nacionales, e inclusive internacionales, (proveedores, productores, distribuidores y comercializadores), para incrementar la cantidad de recursos a los que la empresa puede acceder, tanto a escala nacional como en el exterior.
- Entender la importancia de la especialización flexible, de manera que el producto final tenga suficiente calidad y flexibilidad para producir lo que los mercados demandan.
- Contar con programas internos de capacitación para complementar el papel de las escuelas, ya que no es razonable dejar solo al Estado en la educación.
- Tener capacidad de adaptación, ya que lo único constante en el nuevo entorno es el cambio. La capacidad de respuesta flexible a condiciones adversas o a retos inesperados, e incluso la habilidad de anticipar el futuro, constituyen un activo tanto o más importante que la dotación de recursos. Por otro lado, la evolución de los ciclos tecnológicos ha reducido drásticamente la vida útil de los equipos productivos, lo que transforma las estrategias de planeación a futuro en el interior de las empresas.

A su vez, de las necesidades que tienen las empresas, destacan además del financiamiento un apoyo integral, que comprenda la capacitación, asistencia técnica e información que incluyan desde el diseño de un producto o servicio, hasta su producción y

posterior comercialización. Esto con el fin de que puedan, primeramente, reconocer las nuevas características del entorno, y posteriormente llevar a cabo las acciones adecuadas para eliminar sus debilidades y amplificar sus fuerzas, dentro de una estrategia de modernización del proceso productivo. Igualmente se debe fomentar la investigación y desarrollo, no necesariamente en alta tecnología, pero es indispensable incrementar el nivel de capacidad tecnológica³.

De especial interés son la micro y pequeña empresa, ya que el impulso a estos segmentos puede representar una verdadera oportunidad para el desarrollo económico. Esto se debe a que sus requerimientos de inversión son pequeños para generar empleos, y dicha inversión se refleja rápidamente en producción; son el mejor mecanismo de autoempleo y la principal fuente generadora de nuevos emprendedores de negocios; son el medio más apropiado para la flexibilidad productiva y la innovación tecnológica; y tienen una menor dependencia en insumos importados⁴. Sin embargo, de sus principales carencias destacan que tienen una débil capacidad de negociación en el entorno político y económico, no cuentan con información suficiente acerca de procesos técnicos y de sus competidores; y tienen apremiantes necesidades de recursos financieros ágiles y suficientes. En suma, tienen los mismos requerimientos en general que otras empresas de mayor tamaño, pero en su caso las medidas para que puedan sortear las dificultades deben ser más estrictas y lograr que se involucren en la nueva dinámica puede resultar más complicado.

³ Pérez Olagaray, Javier. "Espacios y riesgos de la pequeña y mediana empresa: un punto de vista empresarial". México: Perspectivas de una Economía Abierta. Pág. 292.

⁴ Díaz Escalante, Arsenio. "Perspectivas de la micro y pequeña empresa". México: Perspectivas de una Economía Abierta Pág. 279

2.4. ARGUMENTOS EN CONTRA

Los argumentos en contra de la globalización que más destacan son:

Aunque la economía mundial alcanzara un máximo de eficiencia, ello no implica que se lograra un máximo de equidad. Tal vez se produciría mucho más, pero los beneficios de esta producción máxima no necesariamente se repartirían equitativamente. De hecho, no es posible lograr un crecimiento económico de manera perdurable si éste no se expresa en mayores niveles de bienestar, una distribución regional más equilibrada de la actividad económica y la preservación del capital natural. Aunque la economía de mercado se impuso por su eficiencia, en ella están también las economías más pobres del mundo.

Al desviar la demanda hacia la producción nacional, la protección arancelaria aumenta la demanda de trabajo y disminuye el desempleo. Asimismo, la productividad que se requiere para poder competir a escala internacional implica, en muchos de los casos, el empleo de procesos o métodos de producción automatizados, que reducen notablemente la mano de obra necesaria. En esas condiciones, se podría presentar el desempleo debido a una disminución en la cantidad de trabajo demandada, en vez de ser producto de la movilización del trabajo de un sector a otro.

Es menester considerar que quienes llevan a cabo los procesos de apertura son seres humanos, que pueden cometer errores o estar influidos por intereses personales o grupales. Aunque la apertura económica puede ser benéfica, los efectos de una mala negociación de los tratados pueden ser desastrosos. Es indudable que el éxito depende en gran medida de que los tratados sean ventajosos para los países firmantes. Esto puede ser especialmente importante en los casos de economías con grados de desarrollo desiguales.

Si no en contra de la globalización, hay además otro argumento a favor de un proteccionismo temporal: la protección a las industrias incipientes. En los sectores en que un país podría tener ventaja comparativa pero que aún no se han desarrollado del todo, los aranceles serían convenientes para favorecer a estas industrias, en lo que alcanzan un tamaño suficiente para competir en el ámbito internacional.

El último caso a considerar en este trabajo tiene su origen en el ámbito de los proyectos. En el caso de proyectos grandes, o macroproyectos, las empresas nacionales pueden ver disminuidas sus probabilidades de llevarlos a cabo – inclusive al grado de no tener posibilidad alguna – debido a que las empresas internacionales grandes cuentan con el soporte financiero requerido para llevar a cabo proyectos de esta naturaleza, mientras que la gran mayoría de las empresas nacionales no.

A pesar de los contras, uno de los rasgos distintivos de esta época es “... la tendencia a la conformación de los bloques económicos en la forma de asociaciones de libre comercio, uniones aduaneras, mercados comunes y hasta esquemas tan amplios que contemplan no sólo el libre tránsito de personas, bienes, servicios y capitales, sino la adopción de políticas y estrategias comunitarias”⁵.

⁵ Green, Rosario. “México y los esquemas de liberalización comercial e integración económica en el ‘hemisferio’”. México: Perspectivas de una Economía Abierta. Pág. 416.

CAPÍTULO 3. INGENIERÍA DE PROYECTOS

3.1. INTRODUCCIÓN

PROYECTO. Toda actividad organizada , encaminada a uno o varios objetivos expresados explícitamente en términos de alcance, tiempo, costo y desempeño. Se distingue por las siguientes características:

- Inicio y cierre específicos
- Recursos limitados
- Compuesto por actividades interrelacionadas, únicas y no rutinarias.

INGENIERÍA DE PROYECTOS. Todas las actividades asociadas con la ejecución del proyecto, desde la planeación hasta el arranque o entrega de la planta.

“Actividad cíclica y única para tomar decisiones, en la que el conocimiento de las bases de la ciencia de la ingeniería, la habilidad matemática y la experimentación se conjugan para poder transformar los recursos naturales en sistemas y mecanismos que satisfagan las necesidades humanas.”⁶

Un PROYECTO IPC (ingeniería – procura - construcción) involucra llevar a cabo la ingeniería, procura de equipos y construcción de una planta a partir de una simple idea.

También denominado “proyecto llave en mano”, esta modalidad de ejecución de proyectos ha tomado mayor fuerza en los últimos años, pues anteriormente cada una de las fases del proyecto se llevaba a cabo por separado. Implica que el propietario adquiere del contratista un paquete de bienes y servicios para la ejecución de la obra, de manera que el propietario recibe las instalaciones completamente terminadas y en condiciones de iniciar la operación.

En este tipo de proyecto el contratista asume los riesgos por ingeniería, procura, construcción, pruebas de funcionamiento y puesta en marcha; sin contar la responsabilidad en la administración de las interfaces entre cada una de estas etapas. Al mismo tiempo, el cliente tiene la ventaja de conocer por anticipado el costo total del proyecto y el tiempo de ejecución, o al menos la responsabilidad recae en el contratista. El riesgo del cliente se da si el proyecto no está bien planteado desde el principio, de manera que el producto no quede exactamente como él quería.

Cuenta con variantes como son:

1. Construir-operar-transferir (BOT)
2. Construir-operar-poseer (BOO)
3. Construir-arrendar-transferir (BLT)
4. Construir-arrendar-poseer (BLO)

INDUSTRIA DE PROYECTOS se refiere a todas las empresas cuya función principal es proporcionar servicios administrativos y técnicos, en apoyo a las iniciativas de mejora o expansión del cliente.

⁶ Corzo, Miguel Angel. Introducción a la Ingeniería de Proyectos. Pág. 39.

La tarea de diseñar, construir y operar una planta de proceso es extremadamente compleja. Se requiere que personal de todas las disciplinas, incluyendo ingeniería, construcción y administración, trabajen en forma muy cercana entre sí y con el cliente – particularmente este último – si se pretende que la puesta en marcha y operación posterior sea un éxito. Cada proyecto involucra una amplia gama de habilidades a desempeñar, como se muestra en la siguiente tabla:

TABLA 3.1. Los proyectos en la industria química son altamente multidisciplinarios	
DISCIPLINA	TAREAS U OBLIGACIONES
INGENIERÍA	
Ingeniería de Procesos	Completar, crear o revisar diagramas de flujo de proceso, balances de materia y energía, diagramas de tubería e instrumentación; dimensionamiento, especificación y selección de equipos de proceso; selección de materiales de proceso
Ingeniería Civil	Preparación y nivelación del terreno, control de erosión, flujo de tráfico
Diseño Estructural	Cimentación, áreas de contención, estructuras de soporte y acceso
Diseño Arquitectónico	Cuartos de control, edificios de proceso, almacenes, laboratorios, oficinas, otros
Diseño Mecánico	Arreglos de equipos; diseño de tanques y contenedores; especificaciones de equipos auxiliares y aislantes; diseño de máquinas, calefacción, ventilación y aire acondicionado
Tuberías	Especificaciones y arreglos de tubería; análisis de tensión en tubería; selección de válvulas, especificación de especialidades
Diseño Eléctrico	Análisis de cargas, distribución de energía, conexiones a tierra, iluminación
Instrumentación	Especificaciones y cableado de instrumentos
Control	Definición, especificación, selección, integración y configuración del sistema de control, programación y calibración de los controles
PROCURA	
Compras	Compras de equipos e instrumentos, ordenar entregas, obtener contratos de construcción
CONSTRUCCIÓN	
Edificación	Preparación del terreno, cimentación, estructuras, instalación del equipo
Administración	Servir como representante del cliente, coordinar a los contratistas, inspeccionar la construcción, revisar facturas, resolver peticiones de cambio de orden
FUENTE: Basado en Harding, Jeffrey. "A Crash Course in Project Engineering".	

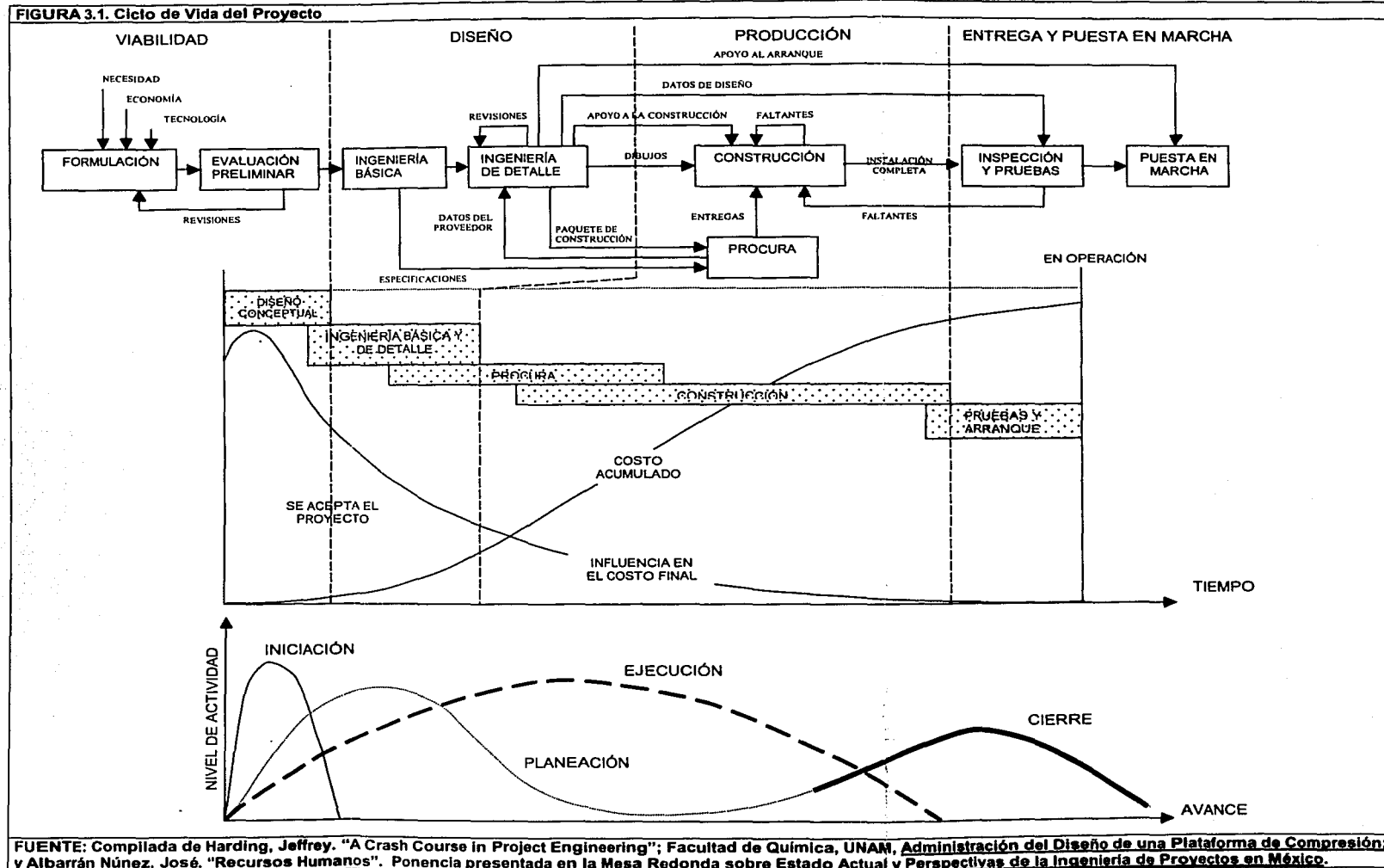
3.2. CICLO DE VIDA DEL PROYECTO

Los proyectos tienen un ciclo de vida que involucra un inicio gradual mientras se establecen las definiciones y características del trabajo, una parte principal en que se hace el trabajo, y la fase de salida en que el trabajo se completa y el proyecto concluye; tal como se muestra en la tabla y la figura.

FASE	ETAPA	SALIDAS	ADMINISTRACIÓN
I VIABILIDAD	1. Formulación	Objetivos, alcances, bases de diseño	Plan inicial de acción
	2. Evaluación preliminar	Diseño conceptual	Programa de ejecución preliminar Evaluación económica preliminar
II PLANEACIÓN Y DISEÑO	3. Ingeniería Básica	Diseño preliminar	Programa Maestro de Ejecución
	4. Ingeniería de Detalle	Diseño final	
III PRODUCCIÓN	5. Procura	Entrega de equipos y materiales	Registros de recepción de materiales
	6. Construcción	Instalación completa	
IV ENTREGA Y PUESTA EN MARCHA	7. Corridos de prueba e inspección	Manuales de operación Planta lista	
	8. Puesta en marcha	Planta en operación Dibujos "as built"	

FUENTE: Elaboración propia.

Cabe destacar que mientras que para el contratista el proyecto concluye con la puesta en marcha; no así para el cliente, que debe considerar el ciclo de vida de la planta. En el cliente recae la responsabilidad de que la planta sea rentable por todo el tiempo de su vida útil, asegurándose de que los costos posteriores al arranque permitan que la planta se mantenga en condiciones técnicas y financieras aceptables.



3.2.1. Primera Fase (Viabilidad)

Todo proyecto se origina en una idea. Tras detectar alguna necesidad específica – satisfacer la demanda del producto o fabricar uno nuevo, corregir algún problema operativo, modernizar - el proyecto surge como una manera de satisfacerla.

Esta etapa consta de la formulación y la evaluación preliminar, ampliamente relacionadas en virtud de que en la primera se establecen los objetivos y los alcances del proyecto, mientras que la segunda provee la información necesaria (estudios de mercado, análisis técnico - operativo y análisis económico - financiero) para establecerlos.

3.2.1.1. Formulación.

Desde este momento, es vital establecer claramente los objetivos y alcances del proyecto. Aún si no están bien definidos todavía, es indispensable mantener control para que permanezcan dentro de la necesidad real que el proyecto está destinado a satisfacer. Todos los participantes, incluso el cliente, deben estar involucrados no sólo en comprenderlos completamente, sino en establecerlos para minimizar cambios posteriores.

Los objetivos deben enunciar los resultados esperados del proyecto, ya que son la vara con la cual se medirá el desempeño posterior y se determinará si el proyecto va por buen camino. La claridad con que se expresen es primordial, puesto que cada uno de los participantes tiene su propia idea de lo que será el proyecto. Aunque puede tomar varias semanas que estos documentos cumplan con las expectativas de todos los integrantes del proyecto, se pueden ahorrar muchos problemas posteriores.

Los alcances definen la extensión del proyecto y cómo se relaciona con proyectos simultáneos, pasados o futuros, asignan las responsabilidades de todos y cada uno de los participantes, y debe describir, en general, todos los elementos del proyecto.

De igual manera, es importante preparar las bases de diseño concisas y explícitas, para evitar retrabajo ya que empiece la etapa de diseño.

Es en esta etapa donde se selecciona la tecnología que empleará el proceso. Indudablemente, dentro de los criterios más importantes para dicha selección están que la tecnología cumpla con los requerimientos del proceso (por ejemplo, la pureza de producto deseada) y el precio. Asimismo es indispensable contar con un estimado de costo, que en esta etapa puede tener una precisión aproximada al 40%, dependiendo de las condiciones técnicas y económicas conocidas. Al final del presente capítulo se presenta la precisión de los estimados de costos a lo largo de toda la vida del proyecto.

Si el proyecto implica construir una planta nueva, es en esta etapa donde se determinará su localización y tamaño, así como la infraestructura de la cual dispondrá para obtener insumos y distribuir el producto.

Dado que el proyecto toma forma a partir de que se decide emprenderlo, es importante que desde esta etapa se eviten errores que pueden minimizar o imposibilitar el éxito futuro. De las fallas más comunes que se pueden cometer en esta etapa están:

- Alcances y objetivos mal definidos, con controles inadecuados
- Asignación de responsabilidades mala o poco clara
- Revisiones de viabilidad de construcción inadecuadas
- Carencia de liderazgo
- Sobre todo, trabajo en equipo pobre y mala comunicación

3.2.1.2. Evaluación preliminar.

Al mismo tiempo que se establecen los objetivos del proyecto, es menester evaluar la viabilidad de los mismos. Lógicamente el enfoque de este estudio dependerá de la naturaleza del proyecto, pero puede contar con cada una de las siguientes partes:

Estudios preliminares del mercado. Si el proyecto involucra lanzar al mercado un nuevo producto o aumentar la producción de uno existente, es evidente la necesidad de conocer la demanda que tendrá. De igual importancia será conocer la cantidad demandada del producto si el proyecto involucra reducir el precio del producto.

Análisis Técnico - Operativo. De especial interés para la ingeniería, es en éste donde se obtiene una descripción del proceso o el efecto que tendrá el proyecto en él, usualmente a raíz de un diseño conceptual o la analogía con procesos de obtención del producto similares.

Análisis Económico - Financiero. En combinación con la información obtenida en los estudios anteriores, es posible evaluar cuantitativamente los beneficios que producirá el proyecto y de ahí determinar si es viable económicamente o no, al conocer el valor de variables importantes como el VPN, la TIR o el tiempo de recuperación de la inversión.

3.2.1.3. Selección del contratista.

Una vez identificado el proyecto a realizar, si el cliente no cuenta con las condiciones necesarias o no está en su interés llevarlo a cabo, procederá a seleccionar al contratista que cumpla con sus requisitos. Existen básicamente tres formas de seleccionar al contratista:

1. Por adjudicación directa a uno de sus proveedores autorizados

2. Por invitación a sus proveedores autorizados, determinando cuál de ellos ofrece la mejor alternativa
3. Por licitación pública, sea nacional o internacional.

El método de elección depende de las políticas propias del cliente, siendo uno de los criterios más comunes, el estimado del costo o la magnitud del proyecto.

La selección del contratista es una de las actividades con más impacto en el resultado final del proyecto. Un diseño pobre o un mal estimado siempre se pueden revisar y minimizar sus efectos negativos. Sin embargo, cambiar al contratista es una decisión difícil y que siempre tiene un impacto negativo en el costo y tiempo del proyecto.

Los términos en lo cuales se lleva a cabo la contratación dependen, una vez más, de las políticas del cliente y la magnitud del proyecto; los más comunes son a precio alzado o costo reembolsable.

3.2.2. Segunda Fase (Diseño)

Aunque el trabajo es similar a la primera fase, es más complejo y detallado. Se amplía la definición técnica del proyecto, se redefinen el programa de ejecución, el presupuesto y el financiamiento, se define la estrategia de contratación, se obtienen los permisos legales requeridos y se definen la infraestructura y los sistemas logísticos.

Un error muy común en esta etapa es diseñar para cumplir con el presupuesto, en lugar de diseñar para cumplir con los objetivos. Se deben buscar soluciones alternativas a cada una

de las propuestas que se hagan; pero esto debe hacerse desde el principio. En la Ingeniería de Detalle ya es demasiado tarde.

Asimismo, es importante evitar cambios innecesarios intentando que el proyecto quede mejor. Cabe destacar que a veces “lo mejor es enemigo de lo bueno”. Claro que a veces será indispensable hacer cambios en el diseño, pero sólo cuando la seguridad o la operabilidad de la planta estén en riesgo, y estos cambios siempre deben estar documentados.

3.2.2.1. Ingeniería Básica.

Es el conjunto de actividades encaminadas para diseñar las etapas, establecer la secuencia óptima de ellas y definir los equipos necesarios así como sus principales condiciones de operación, para transformar la materia prima en productos.

Esta etapa empieza con la investigación del proceso que incluye experimentos en laboratorio y/o la consulta de plantas similares, a fin de obtener datos de diseño válidos. Con ellos se pueden elaborar los DFP preliminares y los Balances de Materia y Energía, a partir de los cuales se obtienen los parámetros de diseño, que empleará la ingeniería de detalle, para todos los equipos principales del proceso, tales como reactores, separadores, cambiadores de calor, tubería y cualesquiera otros que pudieran tener un efecto significativo en el diseño global del proceso. Estos documentos componen el paquete de diseño del proceso, que es la definición detallada de las facilidades propuestas y debe ser completado antes del inicio de la Ingeniería de Detalle, pues éste debe proveer de un estimado de costos realista para asegurar un diseño viable económicamente. Si el proyecto es viable se prosigue con la Ingeniería de Detalle.

3.2.2.2. Ingeniería de Detalle.

El objetivo de esta etapa es producir toda la documentación necesaria para construir el proyecto. Por ende, de aquí surgen todos los dibujos y especificaciones de equipos.

En la Ingeniería de Detalle se diseña, especifica y selecciona hasta la más mínima pieza que va a existir dentro de la planta. Todo documento que se emita en esta etapa debe indicar tal y como se planea construir: dimensiones, materiales y arreglo de equipos y tuberías, planos de toda la planta donde se muestra la ubicación y dimensiones de todas las áreas.

En esta etapa se especifican todos los equipos, instrumentos y controles que aparecen en los Diagramas de Tubería e Instrumentación. A partir de esto, se pueden diseñar los arreglos de equipos y de tuberías, el cableado de instrumentos y controles y la distribución de energía eléctrica. Esta información permite llevar a cabo el diseño estructural y arquitectónico, y finalmente los paquetes de diseño de controles, tuberías y estructurales.

Durante esta etapa del proyecto, es necesario hacer énfasis en la constructabilidad de la planta. De nada sirve el diseño si en la práctica es imposible construir lo que se expresó en papel. Lo anterior adquiere especial importancia en los proyectos donde las empresas encargadas del diseño y la construcción no son la misma, pues el diseño puede perder interés en este punto vital para el éxito del proyecto y corresponderá al cliente asegurar la viabilidad de la construcción.

Por lo expuesto anteriormente, resulta evidente que la Ingeniería de Detalle se lleva a cabo con estrecha relación a la Procura, pues finalmente la planta se construirá con equipo que existe en la realidad.

Como puede verse en la figura, las dos primeras fases en la ejecución del proyecto son críticas por su influencia en el costo final.

3.2.3. Tercera Fase (Producción)

En la tercera fase se adquiere el equipo, se lleva a cabo el trabajo civil, se preparan las instalaciones y el equipo es instalado. Esta fase se diferencia fuertemente de las primeras dos. El objetivo ya no es desarrollar nuevas opciones técnicas, sino construir lo que se definió en las primeras etapas tan eficientemente como sea posible. Segundo, hay una gran expansión en organización. Y tercero, el control cambia de una modalidad de “estimados” de costos a una de “monitoreo” de calidad, programa y costo para mantener el desempeño dentro de las expectativas.

3.2.3.1. Procura.

Incluye la adquisición de todos los componentes que se requerirán para la construcción.

Se requiere una coordinación muy cercana entre el diseño y la procura. El diseño debe proveer a la procura las especificaciones del equipo y los materiales requeridos, y ya con la información del proveedor, es el diseño el encargado de elaborar el paquete de construcción. Especialmente en el caso de equipos con alto grado de sofisticación tecnológica, el proceso de compra es una combinación de habilidades técnicas y comerciales.

El cliente debe contar con una lista de proveedores autorizados, con quienes ha tenido experiencias satisfactorias en el pasado; en todo caso, se deben identificar proveedores

potenciales para solicitar información sobre los equipos disponibles y los términos y condiciones comerciales para la compra. Asimismo, es el cliente quien impone sus condiciones para ordenar y dar seguimiento a las órdenes de compra, y para aprobar las propuestas del proveedor.

Cuando el contratista va a comprar el equipo por su cuenta, para posteriormente transferirlo al cliente, es posible que a éste no le interesen los términos con que el contratista negocie con el proveedor, dado que esos aspectos ya estarán cubiertos en su propio contrato.

De cualquier modo, el cliente – en específico el tecnólogo – debe estar presente en las reuniones con el proveedor relativas a equipos importantes, para sacar provecho de su propio conocimiento. Pueden surgir problemas particularmente complejos cuando el proyecto implica equipo del cual el cliente es propietario y el proveedor propone soluciones alternativas.

El cliente puede estar particularmente interesado en la compra de repuestos. Esto es absolutamente necesario en el caso de contratistas con pocos conocimientos en la operación y mantenimiento de la planta a largo plazo. Como el precio de los repuestos suele ser mucho menor cuando se adquieren junto con el equipo principal, se le debe pedir al proveedor una lista de repuestos recomendados en su propuesta.

Al recibir las propuestas finales de los proveedores, éstas se analizan, se escoge al ganador y se fincan los pedidos correspondientes.

Se debe inspeccionar la construcción misma del equipo, especialmente en el caso de equipos vitales para la operación de la planta, así como se debe tener especial cuidado en el almacenamiento de materiales y equipos una vez que se han recibido. Es indispensable llevar un control adecuado que evite cualquier problema relativo al deterioro del equipo antes de que

éste sea instalado. En el caso de proyectos grandes, se puede presentar el problema de que la garantía venza antes de la puesta en marcha, limitando las posibilidades de probar el equipo antes de que expire la garantía. Es posible extender el período de garantía almacenando el equipo en condiciones controladas y pagando al proveedor para que inspeccione al equipo inmediatamente antes de la instalación, o simplemente aumentando el precio del equipo. Para la mayoría del equipo, lo anterior es de enorme importancia.

3.2.3.2. Construcción.

Esta fase implica llevar a la realidad todo lo que hasta ahora existía únicamente en el papel. Implica la preparación del terreno, cimentación y edificación, e incluye la instalación de estructuras, equipos y tuberías. Además se instalan instrumentos y el cableado eléctrico, y se concluye con la pintura y aislamiento.

Debido a que la construcción es mucho más costosa que el diseño, la calidad es tan importante en la construcción como en el diseño, pero la eficiencia con que se emplean los recursos lo es aún más. Por ende, uno de los errores más comunes es iniciar la construcción antes del momento propicio. Aunque siempre existirán presiones fuertes para comenzar – la fecha suele pesar más que la disponibilidad de información y materiales – nunca se debe dar cabida a éstas. No se debe iniciar la construcción cuando se pueda hacer algo, sino cuando el trabajo pueda comenzar y continuar ininterrumpidamente, haciendo uso eficiente de los recursos empleados.

Aunque en algunos casos será inevitable un inicio gradual en el progreso de la construcción, siempre se puede minimizar este efecto negativo iniciando esta fase lo más cercano a la fecha de inicio óptima. Si esto no se cumple la productividad se caerá, no

solamente por las interrupciones debidas a carencias en materiales y por el tiempo perdido en modificaciones, sino por el efecto desmoralizante de la percepción de que la gerencia es incompetente y desorganizada. Por el contrario, una administración correcta influirá en un efecto moralizante y un inicio adecuado servirá para mantener un estándar que será más sencillo de mantener posteriormente.

Otro de los factores que influyen innegablemente en la productividad son las condiciones de trabajo. Mientras más adecuadas sean, favorecerán más la eficiencia; tal es el caso, por ejemplo, de pavimentar antes de comenzar la erección mecánica o colocar protecciones temporales contra el clima.

Asimismo, el entrenamiento adecuado y buenas comunicaciones pueden impactar fuertemente en el desempeño de la fuerza de trabajo, al permitir que todo el equipo se mueva simultáneamente hacia un fin común.

Al mismo tiempo, una buena fracción del tiempo que emplean los trabajadores de la construcción se destina a actividades no relacionadas directamente con la construcción. Un ejemplo en concreto es el tiempo perdido en búsqueda de materiales y equipo.

Finalmente, se puede buscar acelerar la construcción con incentivos como paga relativa al desempeño o trabajando horas extras, pero no siempre estos métodos muestran resultados positivos.

El contratista que aplica para un proyecto IPC basa su estimado de costos de construcción en información mucho menos detallada que si estimara a partir de la construcción solamente.

3.2.4. Cuarta Fase (Entrega y Puesta en Marcha)

La cuarta y última fase – entrega y puesta en marcha – suele encimarse con la tercera etapa – construcción – e involucra la planeación de todas las actividades necesarias para la aceptación y operación del proyecto. En este momento cobran especial importancia los métodos de aseguramiento de la calidad, ya que en este punto es cuando la planta debe iniciar operaciones y producir lo mejor posible.

De especial importancia en esta etapa, se presenta la necesidad de capacitar a los recursos humanos que operarán y mantendrán la planta una vez terminada. A partir de los procedimientos de operación, se pueden generar los requerimientos de capacitación de operadores. Una vez concluida esta etapa, deben existir registros de capacitación por operador y listas de habilidades.

3.2.4.1. Inspección.

En la inspección (precommissioning y commissioning), se verifica y prueba todo lo que se instaló, de manera que al final se tenga la certeza de que la planta cumple con todas las características que se planearon durante el diseño y está lista para el arranque. Esta parte incluye actividades donde se prueban los equipos en vacío o con elementos inertes como agua (precommissioning) hasta pruebas con la materia prima real que empleará el proceso (commissioning). Su objetivo primordial es "... proveer información documentada de que todos los sistemas funcionan de acuerdo a los criterios establecidos para cumplir con las

necesidades operacionales del cliente”.⁷ Debe producir un reporte que incluya una evaluación de funcionalidad al momento de la finalización de las pruebas, deficiencias encontradas y las medidas tomadas para corregirlas, los procedimientos de evaluación y una descripción y calendario estimado para pruebas diferidas.

Al final de esta etapa deben estar listos todos los planos “as built”, así como todos los procedimientos de operación y el entrenamiento de los operadores.

3.2.4.2. Puesta en Marcha.

Involucra iniciar la operación y dejar la planta funcionando a la capacidad deseada.

Usualmente, tanto el tamaño de la planta como su propia naturaleza requieren que la puesta en marcha se lleve a cabo en etapas: no es práctico arrancar todo a la vez, incluso si esto es posible. Ello implica la necesidad de empalmar las etapas de construcción y puesta en marcha. Sin embargo, por obvias razones el arranque se debe llevar a cabo por áreas funcionales, mientras que la construcción se lleva a cabo por zonas geográficas. De este modo, usualmente se pueden probar primero los servicios auxiliares de la planta – agua, aire, electricidad – y algunos otros subprocesos. Sólo al final se puede poner en marcha el proceso central de la planta. Lo anterior se relaciona incluso con la seguridad del arranque, sobre todo si el proceso involucra sustancias peligrosas.

La sincronización exitosa de la construcción, inspección y arranque es crítica. El costo de capital asociado a la planta todavía inoperante y los costos de oportunidad de subutilizar los

⁷ Building Commissioning Association. “Building Commissioning Attributes”.

sistemas operativos como ventas, personal, la propia planta y la posible disminución de ventaja estratégica mientras la competencia desarrolla productos rivales, pueden ser enormes.

3.3. EL PROYECTO A ESCALA ADMINISTRATIVA.

Todo proyecto se puede ver como un sistema abierto, o un conjunto de personas, cosas e información agrupados de acuerdo a un determinado objetivo. Ahora bien, como todo sistema, puede ser dividido en subsistemas con subobjetivos que, bien organizados, actúan mejor que la suma de sus partes. Por ello cabe enfatizar la importancia de la interrelación de cada subsistema con el resto. No existe un proyecto exitoso que no trabaje como una organización bien regulada, en que se administra adecuadamente cada subsistema pero sobre todo sus interfaces.

Por ello, actualmente se estudian los proyectos mediante la administración sistémica, que considera a todos los componentes del proyecto como un todo orgánico e interrelacionado, y en la cual se da especial importancia al entendimiento de sinergias.

Existen dos tipos de interfaces entre sistemas⁸:

- Estáticas, que representan relaciones entre subsistemas simultáneos, como la procura y la construcción, y
- Dinámicas, que dependen del avance del proyecto y se presentan donde hay discontinuidades en tecnología u organización, como en cada cambio de fase. Aunque en cierto sentido se traslapan, entre cada una de estas fases existen puntos de cambio en que el

⁸ Morris, Peter W. "Managing Project Interfaces – Key Points for Project Success". Project Management Handbook. Pág. 16.

proyecto cambia radicalmente en misión, tamaño, tecnología, escala y tasa de cambio. Por ende, la parte administrativa de cada una de las cuatro etapas antes mencionadas es significativamente diferente.

Ahora bien, dentro de cada fase existen actividades administrativas vitales para el buen desempeño del proyecto.

3.3.1. Programa Maestro del Proyecto

Este plan debe contener el programa de ejecución, donde se especifica el qué, quién, cuándo, dónde y cómo para cada actividad a realizar en el proyecto,

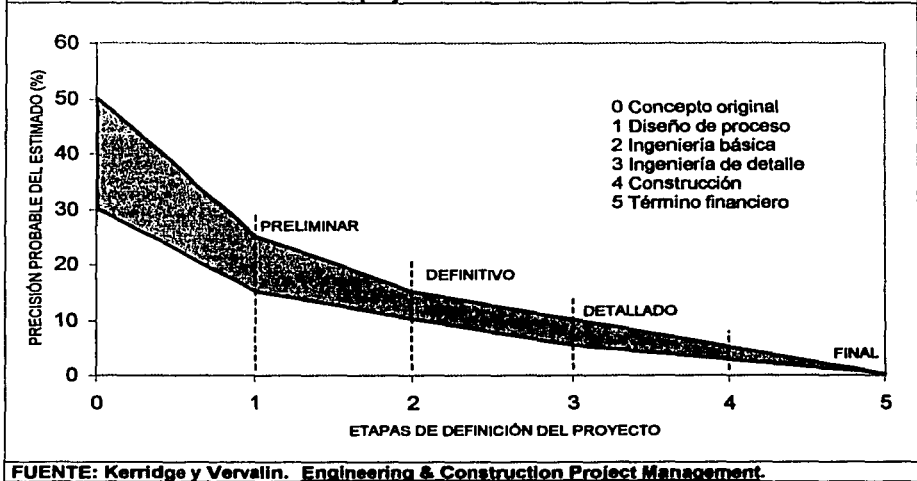
Un plan de ejecución completo no puede finalizar hasta que se han desarrollado los objetivos en detalle. Sin embargo, debe ser preparado para cualquier tipo de estimado (diseño conceptual, preliminar o definitivo), para que los obstáculos principales se puedan evitar. Un buen plan de ejecución debe incluir:

- Programas de la ingeniería, entrega de equipos y construcción
- Asignación de responsabilidades
- Interdependencia de las actividades clave
- Estrategias de contratación
- Personal en oficina y en campo, promedio y máximo
- Curvas de progreso

- Estudio de la viabilidad del programa de ejecución deseado
- Estimado de costos realistas, incluido un estimado de horas hombre y sus costos asociados

Un punto clave para la aprobación y continuación del proyecto es el estimado de costos. Lógicamente, de acuerdo al nivel de detalle cambia la precisión de este estimado. Aproximadamente, la precisión del estimado de costos varía de acuerdo a la siguiente figura:

FIGURA 3.2. Estimado de costos del proyecto



En países donde no existe la estabilidad macroeconómica estimar el costo del proyecto se complica en virtud de la dificultad para estimar los precios de insumos e incluso el costo del dinero asociado al proyecto. Véase el anexo A, donde se presenta el comportamiento de

algunas de estas variables en nuestro país en los últimos años. "... en la medida en que se integren estas variables macroeconómicas a la evaluación de proyectos de inversión, se podrá reducir la incertidumbre sobre la recuperación y rentabilidad de la misma"⁹.

3.3.2. Experiencia en la ejecución de proyectos

Dada la complejidad de los proyectos, y particularmente los de la industria de plantas de proceso, siempre es necesario tomar en cuenta a priori los factores clave para el éxito o fracaso de la ejecución de proyectos. Si bien ningún proyecto es igual a otro y cada caso particular requiere de mayor atención en algunos aspectos que en otros, la experiencia muestra que los factores que ahí se nombran son condición necesaria para llevar a buen término la totalidad del proyecto. "Consecuentemente, resulta particularmente importante en la fase inicial del proyecto concentrarse en aquellos factores que conducen al éxito del proyecto. La revisión de lecciones aprendidas en administración de proyectos mostró 8 conjuntos de esos factores que influyen en el éxito en la ejecución de proyectos"¹⁰.

La figura 3.3 muestra un diagrama de Ishikawa (o "esqueleto de pescado") que resume algunos de los factores más relevantes para el éxito en la ejecución de proyectos. Muchos de éstos se han mencionado con anterioridad.

⁹ Gómez Díaz y Aguilar. "Efecto de Variables Macroeconómicas en la Evaluación Financiera de Proyectos de Inversión". *Septuagésima Quinta Reunión a Nivel de Expertos de ARPEL. Ingeniería de Proyectos*. Pág. 11.

¹⁰ PMI. Design-Procurement-Construction Specific Interest Group. "Successful Utility Project Management from Lessons Learned". *The ABCs of DPC: A Primer on Design-Procurement-Construction for the Project Manager*. Pág. 20.

FIGURA 3.3. Factores aprendidos que conducen al éxito en la ejecución de proyectos.

Sistemas de Control	Administración del Proyecto	Adquisición	Pruebas y Arranque
<ul style="list-style-type: none"> Planes y programas realistas Estimados completos Control de cambios funcional Seguimiento prudencial Control de documentos/procedimientos Control de materiales Estimados adecuados de horas hombre de ingeniería Orientación al cliente Documentos transferibles Programas de entrenamiento y capacitación de personal Administración de registros Proceso y control de documentos Status de configuración Reportes regulatorios 	<ul style="list-style-type: none"> Administración centralizada y fuerte Cumplimiento de canales administrativos Relacionada a experiencia previa Estructura manejable y efectiva Cumplimiento de planes y programas Que el gerente de proyecto sea líder Equipo administrativo fuerte Comunicación efectiva Trabajo estructurado Nivel de reporte a la dirección Integrado a través de la organización Buenas relaciones interpersonales Organización enfocada a objetivos Integración de especialistas de terceros Orientado al cliente Procedimientos simples 	<ul style="list-style-type: none"> Estrategia completa Contratos uniformes Adquisición temprana Ciclos de procura efectivos Ingeniero informado de cada compra Alcances definidos en su totalidad Contratos basados en el alcance Administración de contratos fuerte Número limitado de contratos Mejor postor / no necesariamente el más bajo Expedición temprana de documentos clave Misión bien definida Plan de adquisición detallado 	<ul style="list-style-type: none"> Personal experimentado Repuestos adecuados Partes de reemplazo adecuadas Respuesta rápida de la procura Autoridades de la ingeniería en campo Calibración controlada Mantenimiento de planes "as-built" Revisión de listas a tiempo Equipos de soporte adecuados Control integrado de calidad Verificación de pruebas Rapidez en modificaciones y aprobación de procedimientos Expedición temprana del procedimiento inicial Manuales del equipo completos y exactos
<ul style="list-style-type: none"> Licencias y permisos legales Sistema de numeración general para edificios, equipos, sistemas, etc. Estimados de fuerza laboral en construcción Estimado total del proyecto Estimados de ingeniería completos Basado en WBS Implementación efectiva Cumplimiento de planes y programas Planes y programas integrados Control del control de proyecto Orientados al cliente 	<ul style="list-style-type: none"> Personal adecuado Comprensión del alcance Interfaces técnicas adecuadas Revisiones de operabilidad Revisiones de listas del proyecto Revisión de viabilidad de construcción Personal experimentado / calificado Control de configuración Proceso de control de diseño Diseño completo antes del inicio de la construcción Ingeniería de detalle mínimo 80% delante de la construcción Evaluación/cumplimiento de prioridades Uso de características reales del equipo Planeación detallada 	<ul style="list-style-type: none"> Contactistas calificados Personal adecuado Peticiones de cambios en campo a la ingeniería rápidas y simples Trabajo secuencial Planes y programas realistas Resoluciones regulatorias a tiempo Prerequisitos completos antes del inicio de la construcción Control de materiales Reportes a tiempo Planeación detallada Administración fuerte en campo 	<ul style="list-style-type: none"> Programas de entrenamiento verificables Cumplimiento de procedimientos Todo el personal enfocado a la calidad Orientados al cliente Actividades de calidad adecuadas Actividades de calidad documentadas Involucramiento de la gerencia Personal de administración del aseguramiento de calidad experimentado Personal con experiencia previa Implementación temprana de programas de aseguramiento de la calidad Cumplimiento de legislación vigente Integrado a estructuras administrativas Acciones de control de calidad verificables Prog. de aseguramiento de calidad calificados
Sistemas de Control	Administración del Proyecto	Adquisición	Pruebas y Arranque

EXITO

FUENTE: PMI, Design-Procurement-Construction Specific Interest Group. "Successful Utility Project Management from Lessons Learned". The ABCs of DPC: A Primer on Design-Procurement-Construction for the Project Manager. Pág. 21.

CAPÍTULO 4. SITUACIÓN DE LA INDUSTRIA DE PLANTAS DE PROCESO

4.1. INDUSTRIA DE PLANTAS DE PROCESO A NIVEL MUNDIAL

La Industria de Plantas de Proceso es clave para el desarrollo mundial actual, pues es a partir de ésta que se obtienen alimentación, vestido, vivienda, comunicaciones, transportes. Además, juega un papel decisivo en el desarrollo de otros sectores de la industria como el energético, informática, ambiental y otros. Por lo anterior, no es de extrañar que sea uno de los sectores que han reportado un mayor crecimiento a nivel mundial en los últimos 30 años.

Año	Valor de producción (billones de dólares)
1970	0.171
1980	0.713
1995	1.545
1999	1.6

FUENTE: Chemical Week, UNECE

Sin embargo, esta tendencia podría cambiar en los próximos años por el desarrollo de nuevas tecnologías – tales como la biotecnología – que reduzcan la importancia de esta industria. De cualquier modo, puede resultar mejor considerar la nueva tecnología como parte del propio desarrollo de la industria química hacia procesos más económicos, limpios y eficientes. En este caso, el cambio representaría un área de oportunidad más que un obstáculo. Pero es indispensable prepararse para ello.

Como porcentaje de la producción total, la industria de plantas de proceso puede dividirse en los siguientes segmentos:

Petroquímicos	39%
Farmacéuticos	16%
Especialidades	16%
Agroquímicos	11%
Fibras textiles	10%
Inorgánicos	7%
Otras especialidades	1%

FUENTE: Página internet de la ANIQ

Aunque la petroquímica sigue siendo el sector más fuerte (39%), es de esperar un decaimiento de este sector para dar lugar a nuevas tecnologías. Sin embargo, es difícil establecer si esto se dará en el corto o largo plazo.

Asimismo, geográficamente se tiene la siguiente distribución:

Comunidad Económica Europea	30%
Estados Unidos	28%
Asia	14%
Japón	13%
América Latina	4%
Europa central y oriental	4%
Otros Europa occidental	2%
África, Oceanía, Canadá, Turquía, Malta y otros estados balcánicos	5%

FUENTE:CEPIC. Facts & Figures 1999.

No hay ninguna sorpresa en la información anterior. Evidentemente, los países más fuertes económicamente son los que tienen industrias fuertes y producen más (y por eso son los más fuertes económicamente). Solo la Comunidad Económica Europea y Estados Unidos producen el 60% del total, mientras Japón produce lo mismo que el resto de Asia. Sin

embargo, la Ingeniería de Proyectos depende más del crecimiento en la producción y el grado de implementación de nuevos procesos, por lo que las zonas geográficas más atractivas para emprender nuevos proyectos no necesariamente son éstas.

4.2. LA INDUSTRIA QUÍMICA MEXICANA

4.2.1. Industria Química, 1991-1998

	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
PRODUCCIÓN	13,912.8	13,880.0	12,737.0	15,029.7	14,601.1	15,313.0	14,873.2	12,328.7	12,687.6	13,220.5
IMPORTACIONES	3,185.1	3,739.1	3,160.7	4,782.9	4,715.5	5,764.8	6,960.1	7,158.5	7,724.5	8,946.0
EXPORTACIONES	2,054.4	2,077.3	1,845.9	2,479.2	3,706.6	3,401.5	3,353.6	3,012.1	2,954.6	3,574.0
BALANZA COMERCIAL	-1,130.7	-1,681.6	-1,314.8	-2,303.7	-1,008.9	-2,363.3	-3,606.5	-4,146.4	-4,769.9	-5,372.0
CONSUMO APARENTE	15,043.5	15,541.8	14,051.8	17,333.4	15,810.0	17,878.3	18,479.7	16,475.1	17,452.5	18,592.5
AUTOSUFICIENCIA (%)	92.5	89.3	90.6	86.7	93.6	86.6	80.5	74.8	72.7	71.1
PARTICIPACIÓN AL PIB (%)	4.9	4.2	3.5	3.9	5.3	4.5	3.7	3.0	2.6	2.8

FUENTE: ANIQ. Anuario estadístico de la Industria Química Mexicana, 1999 y 2001

Como puede verse en la tabla, la producción presentó grandes altibajos. Destacan la caída de 1993 (8.2%) y el repunte de 1994 (18%). A partir de ese año la producción se mantuvo relativamente estable hasta 1997, para después tener una fuerte caída del 17% en 1998.

Si bien el consumo aparente puede explicar parte de estos altibajos, pues mantuvo a su vez un comportamiento errático – destacan las caídas de 1993 y 1995, así como la caída del

¹¹ El consumo aparente se obtiene como la suma de la producción y las importaciones, menos las exportaciones, mientras que la autosuficiencia es el cociente del consumo aparente a la producción.

11% que se registró en 1998 – parte de esta caída en la producción se debe sin duda a un fuerte incremento en los costos de la materia prima y auxiliares (del 41% en 1991 al 71% en el 2000). A pesar de que el costo de los energéticos ha decrecido y los sueldos y salarios se han mantenido, el total del valor de insumos ha aumentado del 56% al 86%, lo que forzosamente desincentiva la inversión privada.

TABLA 4.5. Participación porcentual del valor de insumos en el valor de producción, 1991-1998

	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
MATERIAS PRIMAS Y AUXILIARES	40.8	40.1	47.0	54.7	67.8	64.9	73.7	67.5	72.4	70.9
SUELDOS Y SALARIOS	10.4	14.1	12.0	9.8	6.3	6.3	9.2	7.8	9.3	10.8
ENERGÉTICOS	4.5	5.6	5.2	3.7	2.8	4.3	4.7	4.5	5.0	3.9
TOTAL	55.7	59.8	64.2	68.2	76.9	75.5	87.6	79.8	86.7	85.6

FUENTE: ANIQ. Anuario estadístico de la Industria Química Mexicana, 1999 y 2001

En lo que respecta a la balanza comercial, la tendencia indica un claro aumento del déficit en los últimos años. Esto puede deberse a los siguientes motivos, que lo más probable es que se sumen en lugar de excluirse mutuamente:

- La sobrevaluación del peso en los últimos años, que favorece las importaciones y frena las exportaciones. Esto se hace notable tras la devaluación de diciembre de 1994, con lo que crecieron enormemente las exportaciones para 1995 y se estancaron las importaciones. Cabe destacar que cualquiera se vuelve competitivo de la noche a la mañana con una devaluación de su moneda del 100%. Este efecto se ha ido perdiendo en los últimos años, pero volvió a aparecer con la devaluación de 1998, aunque en mucha menor escala. Aunque se puede argumentar que el efecto del precio de nuestra moneda es temporal, cabe destacar que el efecto sobre la capacidad productiva puede ser irreversible en el mediano plazo.
- A que el valor unitario de las importaciones sea mayor que el de las exportaciones, evidentemente porque lo que adquirimos tiene mayor valor agregado o más tecnología que lo

que vendemos. Por ejemplo, el “precio promedio” de las importaciones petroquímicas en 1998 era todavía 22% mayor al de las exportaciones.¹²

- Mala negociación de los tratados comerciales.

Independientemente de las causas de fondo que originen el déficit en la balanza comercial, todo esto ha propiciado un dramático descenso en la autosuficiencia del sector – de 94% en 1995 a 71% en 2000. Asimismo, puede apreciarse un decremento en la participación de la Industria Química al PIB, de 5.3% a 2.8%. Esto puede explicarse tomando en cuenta que la apertura comercial ha incidido más negativamente en los sectores más desarrollados.

4.2.2. Distribución Geográfica de la Industria Química Mexicana

Asimismo, un vistazo a la participación estatal al producto de la Industria Química en nuestro país revela que se trata de un sector centralizado. Para ello, nótese que en el año 2000 sólo 6 estados produjeron 74% del total, siendo en el Distrito Federal y el Estado de México donde se obtuvo la mitad de la producción nacional.

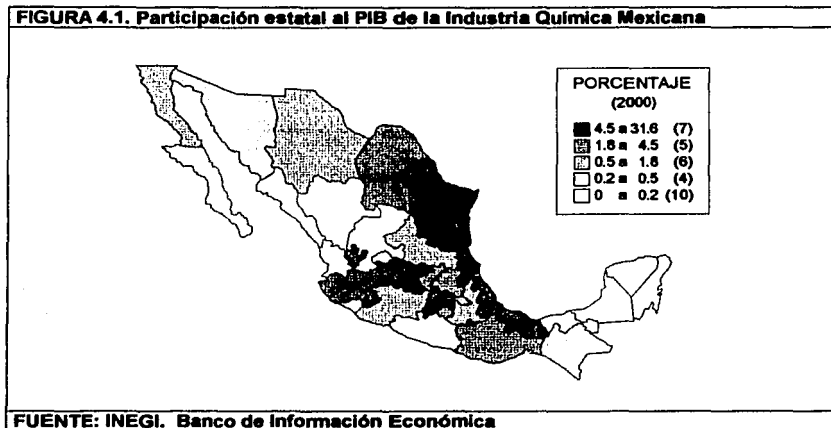
¹² Cálculo propio basado en: Secretaría de Energía. Petroquímica 1999. Anuario Estadístico.

TABLA 4.6. Distribución Geográfica de la Industria Química Mexicana

ESTADO	PARTICIPACIÓN EN 2000 (%)
Distrito Federal	31.57
México	19.25
Veracruz	6.6
Nuevo León	6.33
Tamaulipas	5.37
Jalisco	5.14
Guanajuato	4.5
Querétaro	4.02
Coahuila	2.15
Morelos	2.04
Hidalgo	1.91
Oaxaca	1.91
Puebla	1.75
Michoacán	1.36
Baja California	1.28
Tlaxcala	1.12
Otros	3.7

FUENTE: INEGI. Banco de Información Económica

FIGURA 4.1. Participación estatal al PIB de la Industria Química Mexicana



4.2.3. Inorgánicos

	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Producción	4,414,333	5,088,695	5,968,780	6,353,453	7,112,597	6,939,113	7,281,099	6,893,855
Consumo aparente	4,205,563	4,892,062	5,143,189	5,728,541	6,271,425	6,510,744	6,647,335	6,437,331
Capacidad Instalada	8,607,929	8,635,381	8,735,381	8,735,381	8,930,881	9,018,681	9,017,311	9,022,279
Aprovechamiento de la capacidad instalada	51.28	58.93	68.33	72.73	79.64	76.94	80.75	76.41

Fuente: ANIQ. Anuario estadístico de la Industria Química Mexicana, 1999 y 2001

Contrario al desempeño global de la producción, la Industria Química Inorgánica ha mostrado un repunte en los últimos años. Cabe destacar que se ha incrementado el porcentaje de aprovechamiento de la capacidad instalada, así como la producción general de este sector ha sido siempre mayor al consumo aparente. Ello no quiere decir que se tenga total autosuficiencia en este sector, pues evidentemente esta condición no se cumple para todos los productos (como es el caso de la sosa cáustica, que en 1998 presentó un margen de autosuficiencia de 87%).

4.2.4. Refinación.

En lo que respecta a la capacidad de refinación, de la tabla puede verse que se ha aumentado a lo largo de la década. En algunos casos incluso se presentaron incrementos cercanos o superiores al 100%, como es el caso de desintegración catalítica y térmica, hidrodesulfuración, o reducción de viscosidad. Por supuesto que algunos de estos casos

¹³ La tabla incluye información de ácido clorhídrico, crómico, fluorhídrico, fosfórico, nítrico y sulfúrico; cloro, óxido de magnesio, sosa cáustica, sulfato de sodio y tripolifosfato de sodio.

inciden más en la calidad del producto que en la capacidad de producción. Por otro lado, la capacidad de destilación se ha mantenido constante o incluso ha decrementado, como es el caso de la atmosférica.

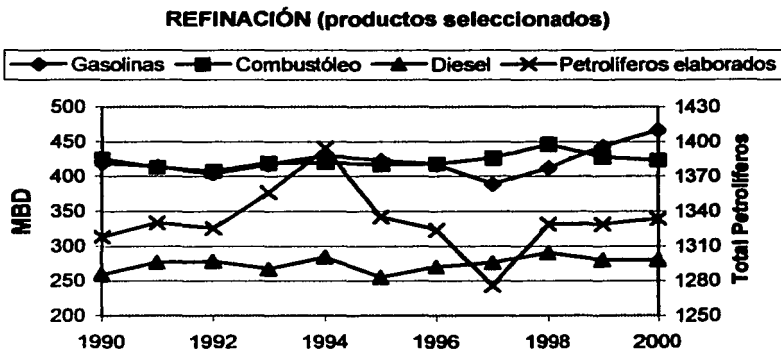
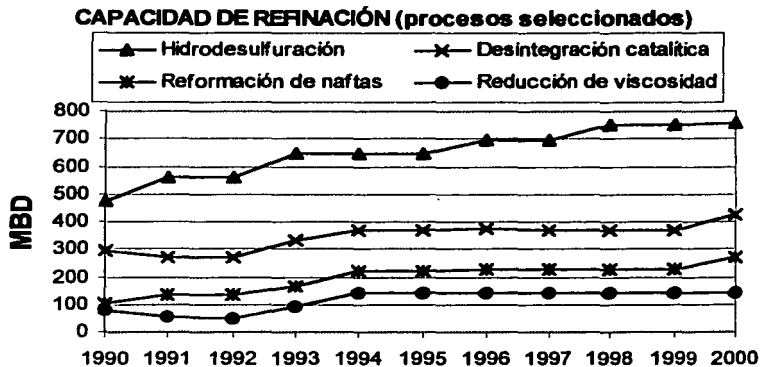
Por su parte la producción ha presentado altibajos a lo largo de la década, con un máximo de 1394 MBD en 1994, hasta un mínimo de 1276 MBD en 1997. Aunque casi todos los productos presentaron el mismo comportamiento, los que más influyeron en esa tendencia fueron las gasolinas, combustóleo y diesel, por su participación en la producción total.

TABLA 4.8. La Industria Mexicana de Refinación (miles de barriles diarios)

AÑO	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
CAPACIDAD DE REFINACIÓN											
Destilación atmosférica de crudo	1679.0	1524.0	1524.0	1520.0	1520.0	1520.0	1520.0	1525.0	1525.0	1525.0	1559.0
Destilación al vacío	760.7	712.7	712.7	760.7	760.7	760.7	761.7	761.7	757.1	757.1	774.8
Desintegración catalítica	295.5	271.5	271.5	331.5	372.0	372.0	377.0	368.0	368.0	368.0	425.0
Reducción de viscosidad	77.0	53.0	49.0	91.0	141.0	141.0	141.0	141.0	141.0	141.0	141.0
Reformación de naftas	106.8	136.8	136.8	166.8	222.8	222.8	227.8	227.8	226.0	226.0	268.8
Hidrosulfuración	476.0	562.0	562.0	648.0	648.0	648.0	698.0	698.0	748.0	748.0	758.0
Fraccionamiento de líquidos	71.0	71.0	71.0	71.0	71.0	71.0	71.0	—	—	—	—
PRODUCCIÓN											
Gas licuado	74.0	69.3	54.9	59.3	65.8	61.4	62.3	38.3	28.8	31.0	24.9
Gasolinas	419.3	413.9	403.3	417.5	429.7	422.5	416.5	388.3	411.9	442.5	466.3
Turbosina	51.0	61.6	64.5	71.9	74.3	70.1	61.7	56.0	57.1	57.8	55.3
Otros querosenos	15.8	9.8	11.6	11.6	10.3	6.6	7.0	3.1	1.9	0.8	0.3
Diesel	258.6	276.1	277.7	266.7	284.4	254.8	269.8	275.4	290.0	279.8	279.7
Combustible industrial	—	2.4	12.6	6.2	5.1	4.5	4.9	4.6	5.7	3.8	2.4
Combustóleo	425.1	412.8	407.4	419.1	419.9	416.6	418.0	426.2	445.8	427.9	422.6
Asfaltos	15.8	21.4	23.3	24.3	31.7	29.7	23.3	25.8	29.7	30.3	31.1
Lubricantes	7.3	7.7	8.0	6.6	6.8	6.7	6.7	5.6	5.4	8.3	6.0
Parafinas	1.8	1.7	1.7	1.5	1.5	1.8	1.9	1.7	1.8	1.9	1.3
Gas seco	48.3	50.7	49.3	50.4	61.2	58.0	46.4	49.6	49.2	43.3	41.8
Otros petrolíferos	0.6	2.3	10.8	20.9	4.0	2.2	5.4	1.1	1.7	1.5	1.9
Total Petrolíferos elaborados	1317.7	1329.8	1325.2	1356.1	1394.5	1334.8	1323.7	1275.9	1328.8	1328.8	1333.5

FUENTE: Petróleos Mexicanos. Anuario 2001, Pág. 29.

FIGURA 4.2. Indicadores de la Industria Mexicana de Refinación, 1990-2000



FUENTE: Petróleos Mexicanos. Anuario 2001.

4.2.5. Petroquímica

Es quizá en la industria petroquímica donde se viven las caídas más dramáticas en producción y aprovechamiento de la capacidad instalada. Este decremento ha propiciado caídas muy fuertes en la autosuficiencia del sector, como muestra la tabla 4.9.

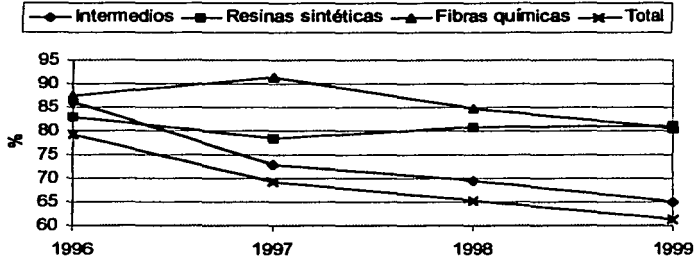
TABLA 4.9. La Industria Petroquímica Mexicana, 1996-1999
(porcentajes basados en toneladas)

	APROVECHAMIENTO CAPACIDAD INSTALADA				AUTOSUFICIENCIA				% VALOR PROD
	1996	1997	1998	1999	1996	1997	1998	1999	1999
Subrama	86	73	69	65	99	93	91	86	40.1
Intermedios	83	79	81	81	81	72	69	63	23.7
Resinas sintéticas	87	91	85	81	121	115	112	109	19.2
Fibras químicas	74	79	75	80	97	96	97	96	5.6
Agentes tensoactivos	62	50	42	37	118	100	85	72	3.4
Fertilizantes nitrogenados	93	95	94	96	104	106	109	105	1.6
Elastómeros y negro de humo	71	72	83	82	71	48	39	39	1.1
Materias primas de aditivos para lubricantes y aditivos para combustibles	48	69	67	63	73	77	76	72	1.1
Adhesivos	48	66	42	57	50	50	42	46	1.1
Farmoquímicos	43	32	32	40	32	34	33	39	0.7
Plaguicidas	65	65	80	84	94	92	97	97	0.7
Plastificantes	45	45	56	35	96	96	97	98	0.4
Explosivos	80	75	87	76	49	43	39	34	0.4
Colorantes	44	36	44	45	54	37	54	69	0.2
Iniciadores y catalizadores	68	71	72	65	62	56	52	31	0.2
Hulequímicos	76	75	66	74	113	128	114	127	0.2
Propelentes y refrigerantes	68	69	63	65	91	114	118	84	0.2
Químicos aromáticos	62	81	58	88	72	75	72	62	0.2
Aditivos para alimentos	27	18	21	54	11	6	5	20	0.1
Otras especialidades	79	69	65	61	101	91	86	80	100
Total	79	69	65	61	101	91	86	80	100

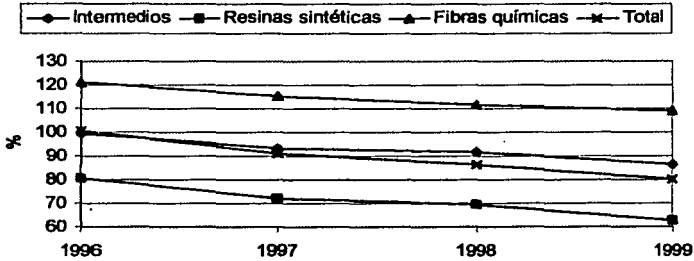
FUENTE: Cálculos propios basados en: Secretaría de Energía. *Petroquímica 1999. Anuario Estadístico y Petroquímica 2000. Anuario Estadístico.*

FIGURA 4.3. Indicadores de la Industria Petroquímica Mexicana, 1996-1999

APROVECHAMIENTO CAPACIDAD INSTALADA



AUTOSUFICIENCIA



FUENTE: Cálculos propios basados en: Secretaría de Energía. Petroquímica 1999. Anuario Estadístico y Petroquímica 2000. Anuario Estadístico.

CAPÍTULO 5. ESTADO GENERAL DE LA INDUSTRIA DE PROYECTOS

5.1. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN A NIVEL MUNDIAL

La industria de proyectos se ha convertido en uno de los ejemplos más claros de la globalización, que se ha convertido a su vez en una de sus características más relevantes. Esto ha propiciado que el mercado de la ingeniería de proyectos sea extremadamente competido. Más sí se considera que, aún cuando la demanda por servicios de esta índole es alta, la oferta es mayor y está aumentando por el nacimiento y crecimiento de empresas competitivas en la Unión Europea, el Lejano Oriente y la India.¹⁴

El cambio no es excepción en este ámbito. Los cambios políticos, económicos, culturales y tecnológicos han influenciado directa e indirectamente la industria de proyectos.

Todas las empresas tienen que reconsiderar continuamente sus negocios. En aras de la competitividad, el cliente se ha visto forzado a trabajar con economías de escala flexibles, pero al mismo tiempo a reducir los recursos empleados para aumentar la productividad y reducir sus costos. Con el fin de dedicarse exclusivamente a sus áreas de competencia, los dueños reducen o incluso eliminan sus departamentos de ingeniería y construcción, lo que ha ampliado la demanda de contratos a precio alzado y llave en mano a una sola empresa, trasladando los riesgos al contratista. Asimismo, en lo que respecta a la administración de proyectos, la opción preferida hoy en día se ha trasladado de los contratos por cargo a los

¹⁴ Cole, Doy. "Ingeniería y Construcción, Globalización del Sector de Proceso de Hidrocarburos". Congreso Internacional Presente y Futuro de la Ingeniería en México y en el Mundo, 1995. Pág. 347.

contratos a riesgo. Esta tendencia a contratar llave en mano y con base en desempeño anterior se acentuará cada vez más.¹⁵

Otro cambio trascendental en el desarrollo actual de los proyectos se ha dado en el terreno de las comunicaciones. Cada vez es menos determinante la presencia física de una empresa en el lugar donde se desarrollará el proyecto. Los avances en telecomunicaciones permiten que equipos de trabajo localizados en distintos puntos del globo lleven a cabo el proyecto simultáneamente, sin necesidad de trasladarse.

Las empresas que proporcionan estos servicios a nivel mundial se estima en varios miles, aunque lógicamente las más fuertes son de países industrializados. Debido a su capacidad técnica y principalmente económica, tienen ventajas competitivas fuertes de manera que dominan los mercados más importantes¹⁶.

¹⁵ Construction Industry Institute. "Vision 2020".

¹⁶ Waldheim, Peter. "Visión Externa". Estado Actual y Perspectivas de la Ingeniería de Proyectos en México y en el Mundo. Pág. 28.

5.1.1. Diseño

TABLA 5.1. País de Origen de las empresas de diseño con mayores ganancias internacionales, 1998-2000
(millones de dólares)

PAIS	2000				1999				1998			
	n	INTNAL	TOTAL	INT/TOT	n	INTNAL	TOTAL	INT/TOT	n	INTNAL	TOTAL	INT/TOT
Estados Unidos	97	7349.2	27231.8	27.0	97	7548.1	26540.9	28.4	81	7372.5	30397.3	24.3
Reino Unido	11	2066.1	3728.5	55.1	13	2803.1	4537.3	61.6	13	1233.7	4084.8	30.2
Holanda	7	1924.1	2451.0	78.5	11	2039.4	2738.9	74.5	10	2193.7	4971.1	44.1
Canadá	12	1143.9	2289.4	50.0	10	934.0	1651.2	56.6	10	1313.8	3691.0	35.6
Japón	12	827.1	2769.0	29.9	10	860.8	2816.5	30.6	13	993.4	4166.3	23.8
Francia	8	784.2	1186.0	63.6	7	673.9	1106.3	60.9	9	712.2	1964.0	36.3
Alemania	11	480.2	865.9	55.5	9	437.1	737.5	59.3	16	756.7	2189.5	34.7
Finlandia	3	378.4	489.5	76.9	4	421.1	540.9	77.9	5	527.8	1189.9	44.4
Egipto	1	346.0	349.5	99.0	1	327.5	330.8	99.0	1	306.0	612.0	50.0
Dinamarca	4	237.9	589.4	40.4	3	234.6	557.4	42.1	3	243.9	851.4	28.6
España	4	146.6	356.2	41.7	5	141.3	362.1	39.0	3	60.0	234.5	25.6
Italia	3	97.2	228.2	42.6	2	15.8	28.1	56.2	5	163.7	530.9	30.8
Bélgica	1	96.1	355.9	27.0	1	92.3	318.3	29.0	1	110.6	480.9	23.0
Corea del Sur	3	93.2	200.3	46.5	2	65.8	184.6	35.6	6	371.5	1186.6	31.3
Grecia	2	63.6	64.0	99.4	2	78.6	79.0	99.5	2	80.0	160.0	50.0
Suecia	1	63.3	143.9	44.0	1	70.2	152.6	46.0	2	94.9	448.7	21.1
Australia	3	56.9	334.1	17.0	4	73.2	238.4	30.6	2	43.4	227.3	19.1
China	6	61.6	447.6	11.5	5	151.6	413.8	36.6	4	95.7	314.9	30.4
Líbano	1	37.9	44.1	86.0	1	34.9	41.1	85.0	1	34.0	75.6	45.0
Sudáfrica	2	33.4	78.1	43.9	2	36.2	87.6	41.3	2	21.0	103.4	20.3
Israel	1	31.0	44.9	69.0	1	28.2	40.9	69.0	1	16.7	46.4	36.0
Portugal	1	22.7	42.0	54.0	1	20.3	38.3	53.0	1	31.2	80.0	39.0
Noruega	1	21.6	75.2	29.0	2	33.8	133.6	25.3	2	30.3	166.5	18.2
Austria	1	20.8	57.2	36.0	1	21.7	55.6	39.0	1	12.4	59.0	21.0
Nueva Zelanda	2	19.7	69.0	28.5	2	21.2	73.6	28.6	2	27.1	108.4	25.0
Taiwán	1	13.7	52.7	26.0	1	10.0	66.7	15.0				
Suiza	1	13.7	24.0	57.0	2	20.7	44.3	46.8	1	101.7	242.1	42.0
Yugoslavia	1	6.3	16.0	52.0	1	9.9	21.1	47.0	1	7.5	25.0	30.0
Brasil	1	6.1	6.3	81.0	1	7.5	11.0	68.0	1	8.5	22.4	37.9
Singapur									1	6.5	14.4	45.1
TOTAL	202	16393.6	44687.9	36.8	202	17212.8	43949.4	39.2	200	16972.4	68644.3	28.9

FUENTE: Cálculos propios basados en ENR, "Top International Design Firms". 1999 al 2001.

De la tabla anterior pueden obtenerse varias conclusiones:

- Los primeros ocho lugares son ocupados por países industrializados, lo cual es lógico pues son los fuertes económicamente en gran parte por su capacidad para desarrollar tecnología. El primer país no industrializado que aparece es Egipto, pero con una sola empresa que facturó prácticamente todo al exterior.

- Tal como se esperaría, Estados Unidos se encuentra en primer lugar, tanto en el número de empresas como en el valor de contratos. De hecho, la cantidad facturada por las empresas estadounidenses es mucho mayor que la de cualquier otro país. Además, la cantidad de empresas que aparecen en la lista aumentó de 81 a 97 en un solo año, aunque el valor permaneció estable a lo largo de los tres años.
- En todos los países, aumentó la razón del valor de contratos internacionales al valor de contratos en el país de origen; sin embargo, esto se debió a una caída de la cantidad facturada a nivel nacional y no a un aumento en la cantidad facturada en países extranjeros.
- Los países que lograron un porcentaje de facturación importante en el exterior son Egipto, Grecia y Líbano, y en menor grado el Reino Unido, Holanda, Francia, Finlandia, Israel y Brasil. Cabe destacar que en general, en los países europeos aumenta el nivel de facturación en el exterior; muy posiblemente sean contratos dentro del mismo continente, dada la unión comercial europea.

5.1.2. Construcción

TABLA 5.2. País de origen de los contratistas con mayores ganancias internacionales, 1998-2000 (millones de dólares)

PAIS	2000				1999				1998			
	n	INTNAL	TOTAL	INT/TOT	n	INTNAL	TOTAL	INT/TOT	n	INTNAL	TOTAL	INT/TOT
Estados Unidos	73	24962.0	78062.6	32.0	74	20653.9	72267.6	39.6	64	28246.4	69053.2	40.9
Alemania	11	18162.6	33650.1	54.0	12	12454.7	29883.9	41.7	13	13814.1	34303.6	40.3
Francia	7	18991.6	38223.5	41.8	9	15618.7	37927.3	41.2	7	15396.5	38074.0	40.4
Suecia	2	10321.0	14715.0	70.1	2	7760.0	12435.0	62.4	1	4825.0	6939.0	69.5
Reino Unido	7	9182.6	15897.0	57.8	6	13907.7	22262.2	62.4	5	4480.2	13373.7	33.5
Japón	21	8801.6	101056.4	8.7	18	11550.8	107854.3	10.7	20	16444.0	114789.2	14.3
China	34	4769.1	26970.6	17.7	33	6098.9	26195.6	23.3	30	5026.7	20035.4	25.1
Holanda	2	4822.4	6593.7	68.6	5	4554.0	6701.1	68.0	3	5167.1	7506.1	68.6
España	8	4406.2	18444.0	23.9	7	2694.0	13967.1	19.3	6	2093.9	10991.6	19.1
Corea del Sur	7	3611.6	12056.4	30.0	8	3353.9	12602.5	26.6	11	4700.1	12240.6	38.4
Italia	10	3437.2	6070.0	56.6	9	3178.5	5002.4	63.5	13	4938.0	8784.8	56.2
Grecia	1	1390.7	1390.7	100.0	1	1277.0	1277.0	100.0	1	1387.0	1387.0	100.0
Brasil	2	1108.0	2157.0	51.4	2	1336.0	2407.0	55.5	2	1587.0	3720.0	42.7
Sudáfrica	2	943.0	2125.0	44.4	2	1151.0	2010.0	57.3	1	565.0	1168.0	48.4
Turquía	7	841.2	1917.6	43.9	4	640.7	990.1	64.7	9	1205.3	2310.9	52.2
Australia	3	807.4	2724.3	29.6	3	800.0	2804.0	28.5	3	1111.0	3786.0	29.3
Hong Kong	1	615.0	1457.0	42.2	1	546.0	1553.0	35.3	1	463.0	1478.0	31.3
Bélgica	2	512.4	790.4	64.8	2	584.0	892.8	65.4	2	573.0	845.3	67.8
Dinamarca	2	261.2	574.0	45.5	3	373.5	1179.7	31.7	3	271.5	1000.0	27.2
E. A. U.	2	233.6	478.6	48.8	1	85.0	250.0	34.0	2	243.0	384.0	63.3
Canadá	5	184.6	1017.3	19.1	4	49.7	286.2	17.2	6	256.3	987.3	26.0
Egipto	1	181.9	1662.6	10.9	1	140.3	1657.2	8.5	1	118.0	1361.0	8.7
Libano	1	119.8	141.6	84.6	1	78.3	102.7	76.2				
Noruega	1	116.0	664.0	17.5	1	53.0	627.0	8.5	1	66.0	586.0	11.3
Israel	1	101.1	101.1	100.0	1	162.5	162.5	100.0	1	177.4	177.4	100.0
India	2	96.8	364.1	26.6	3	52.3	1077.6	4.9	1	13.8	193.8	7.1
Yugoslavia	1	60.5	92.8	65.2	1	108.3	146.9	72.7	1	169.2	225.2	75.1
Macedonia	1	41.0	168.0	24.4	1	72.0	225.0	32.0	1	59.0	227.0	26.0
Taiwán	2	33.4	1062.7	3.1	2	218.7	1280.3	17.1	2	249.6	1258.1	19.8
Chipre	1	26.0	67.0	41.8	1	29.3	57.3	51.1	2	652.9	680.0	96.9
Portugal	1	16.0	286.0	5.6	1	37.5	439.4	8.5	1	49.0	484.0	10.1
Filipinas	1	14.9	70.6	21.1	1	10.7	87.6	12.2	1	10.1	178.1	5.7
Ecuador	1	10.4	16.9	61.5	1	16.3	23.6	69.1				
Tailandia	1	9.4	749.6	1.3								
Singapur	1	3.4	18.6	18.3					1	23.0	33.0	69.7
Arabia Saudita					1	707.3	707.3	100.0				
Finlandia					2	298.9	426.3	70.1	3	479.7	1756.9	27.3
Argentina					1	26.0	502.0	5.2	1	41.0	476.0	8.6
México									2	708.0	1946.5	36.4
Nueva Zelanda									1	440.0	622.0	70.7
Irlanda									1	67.0	162.0	53.7
Irlanda del Norte									1	55.0	94.0	58.5
TOTAL	228	116907.7	371867.2	31.2	226	110681.4	366316.6	32.2	228	116394.8	363820.9	32.0

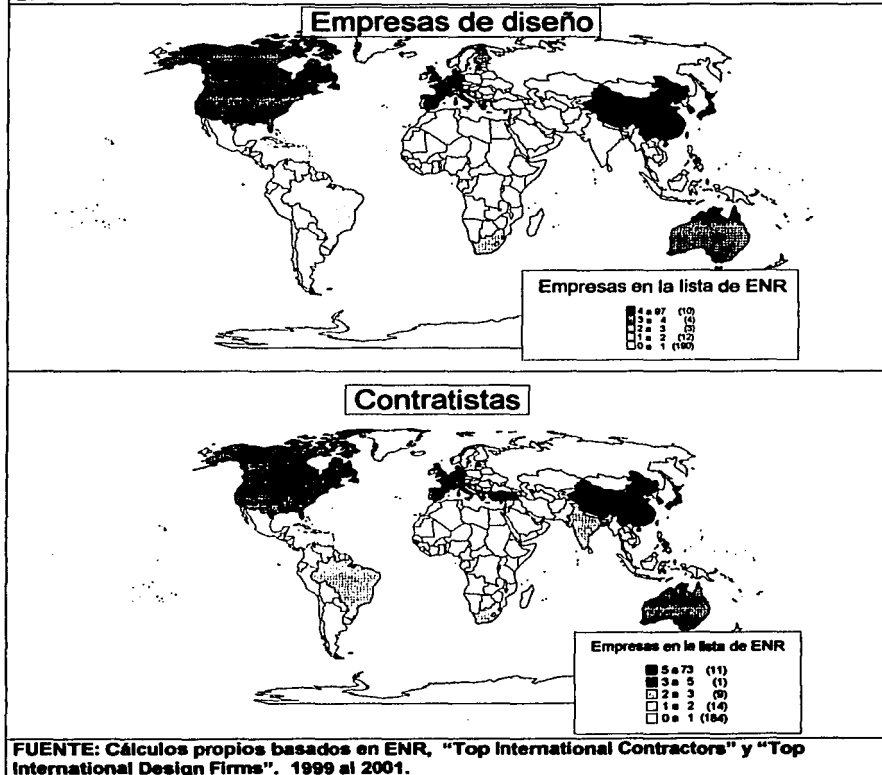
FUENTE: Cálculos propios basados en ENR, "Top International Contractors". 1999 al 2001.

De la tabla anterior puede obtenerse lo siguiente:

- Al igual que en el caso de las empresas de diseño, los países que encabezan la lista son los industrializados. Sin embargo, en este caso aparecen más países con un bajo nivel de desarrollo. Por supuesto, la tecnología requerida para diseñar una planta química requiere de un mayor grado de inversión que la tecnología de proyecto.
- Nuevamente, es Estados Unidos el país que encabeza la lista. Incluso aumentó el número de empresas de 64 a 73, aunque el nivel de facturación internacional decayó en un 13%.
- China es el segundo lugar en número de empresas, pero cae hasta el séptimo lugar en valor de contratos. Sólo dos empresas suecas facturaron más que las 33 empresas chinas de la lista. Esto puede deberse al costo de la mano de obra china, que como se verá más adelante, es muy bajo.
- Aún cuando el valor de contratos de las empresas japonesas es alto, sólo corresponde al 10% del total de sus ganancias.
- Las empresas mexicanas que aparecen en la lista de 1999 son ICA y Bufete Industrial, en los lugares 58 y 94, respectivamente. ICA aparece en segundo lugar de los contratistas en tubería de 1999, por las ganancias obtenidas en 1998. Por su parte, Bufete Industrial aparece en el quinto lugar de los contratistas en mantenimiento correspondiente a 1998, por sus ganancias de 1997. El anterior resultado no sorprende dado que la ejecución y mantenimiento es una de las funciones en que destaca favorablemente la ingeniería mexicana.¹⁷
- Los datos correspondientes al total se mantuvieron constantes, a diferencia de las empresas de diseño, en que decayó el valor contratado en el país de origen.

¹⁷ Academia Mexicana de Ingeniería. *Estado del Arte de la Ingeniería en México y en el Mundo*. Págs. 189 y 190.

FIGURA 5.1. Distribución mundial de las empresas que facturaron a escala internacional en 2000



5.2. CONTROL DEL MERCADO

Como una medida del control del mercado que tienen las empresas más fuertes, puede verse la siguiente tabla en que destaca que de 1998 a 2000 las empresas mejor colocadas aumentaron su nivel de facturación con respecto a las colocadas en posiciones inferiores en la lista de ENR.

TABLA 5.3. Ganancia acumulada de las empresas con mayores ganancias internacionales (porcentaje) ¹⁸

POSICIÓN	DISEÑO			CONSTRUCCIÓN		
	2000	1999	1998	2000	1999	1998
1	5.9	6.0	4.7	7.9	6.3	5.2
5	22.4	22.5	21.1	31.5	25.0	22.5
10	36.7	38.7	35.9	47.8	42.0	37.0
15	47.9	48.9	45.1	57.7	52.6	46.9
20	56.5	56.8	52.8	63.7	59.9	54.4
25	62.6	63.0	59.8	68.5	65.0	60.3
50	81.4	80.5	78.1	84.1	82.4	77.9
100	94.5	93.4	92.3	95.5	95.3	92.8

FUENTE: Cálculos propios basados en: ENR. "Top International Design Firms" y "Top International Contractors". 1999 al 2001.

De lo anterior puede desprenderse que la porción del mercado que tienen las empresas grandes está aumentando respecto al de las empresas pequeñas.

5.3. GANANCIAS POR CATEGORÍA DE LA EMPRESA

Hablando de diseño, las empresas que también se dedican a la construcción tienen un sector importante del mercado (alrededor de la tercera parte), al igual que las de ingeniería pura. La sorpresa radica en la caída en la facturación de 1999 a 2000 para estas empresas,

pues hablamos de una caída del 20%. Lo mismo sucede con la cantidad de empresas de este tipo. Ello podría explicar el problema, pues al ser una clasificación propia de cada empresa, el resultado numérico (absoluto) es sensible a la percepción de la empresa (subjetivo). Al mismo tiempo puede influir la ganancia reportada en cada rubro (ingeniería vs. construcción).

De cualquier modo la cantidad total de facturación entre estos tipos de empresas ha decaído, de un 83% en 1998 a 70% en el 2000. Esta diferencia se la han llevado empresas que ofrecen otro tipo de servicios, como Arquitectura.

TABLA 5.4. Empresas de diseño con mayores ganancias internacionales por categoría, 1998 – 2000
(millones de dólares)

CATEGORÍA	2000			1999			1998		
	n	INTNAL	%	n	INTNAL	%	n	INTNAL	%
Ingeniería	78	6238.1	38.1	90	6122.8	35.8	90	7068.3	41.8
Ingeniería-Construcción	49	5201.4	31.7	58	8471.9	49.2	56	7023.4	41.4
Ingeniería-Arquitectura	35	2764.1	16.9	25	1335.8	7.8	25	1497.5	8.8
Ingeniería-Arquitectura-Construcción	3	892.5	5.4	3	295.6	1.7	1	262.0	1.5
Ingeniería Geológica	1	583.2	3.6	1	486.9	2.8			0.0
Arquitectura-Ingeniería	14	357.6	2.2	9	199.0	1.2	15	283.3	1.7
Arquitectura	14	177.4	1.1	9	124.7	0.7	7	91.2	0.5
Ambiental	6	153.9	0.9	5	156.5	0.9	4	721.4	4.3
Arquitectura-Planeación	1	15.4	0.1	1	15.6	0.1	1	18.5	0.1
Construcción	1	9.9	0.1						
Ingeniería-Arquitectura-Planeación				1	4.0	0.0	1	6.8	0.0
TOTAL	202	16393.5	100	202	17212.8	100.0	200	16972.4	100.0

FUENTE: Cálculos propios basados en ENR, "Top International Design Firms". 1999 al 2001.

5.4. CALIDAD DE LAS EMPRESAS EN LA INDUSTRIA

La industria de proyectos está en una situación posiblemente más difícil que otros segmentos. Mientras el cliente se reorienta continuamente a su negocio, para cumplir con las exigencias del mercado, las empresas de ingeniería deben cambiar aún más rápidamente para satisfacer las necesidades de aquél. Al mismo tiempo, la dinámica del mercado crea

¹⁸ El porcentaje se refiere al cociente del total facturado internacionalmente por las empresas colocadas arriba o en la posición indicada en la tabla entre el total de la lista de ENR.

incertidumbre en los negocios y cambios en la demanda de trabajo, lo que genera obstáculos para el mantenimiento y mejora de la capacidad de ingeniería. De este modo, aunque el desarrollo adecuado de la ingeniería depende de factores económicos regionales, locales e incluso globales, las condiciones del mercado y los recursos disponibles, depende sobre todo de la capacidad de anticipación del futuro, para continuamente prepararse en vez de reaccionar. El financiamiento se ha vuelto un factor crítico, sobre todo en Latinoamérica, Europa Oriental, África y algunas zonas de Asia.

Por lo mismo, el énfasis debe ser a largo plazo. Por la dinámica mundial, el tiempo en el mercado se ha vuelto un factor crítico; sin embargo, al mismo tiempo hay factores que actúan contra el desempeño normal del ciclo de vida del proyecto y de la planta.

Todo esto ha dado como resultado que la empresa de ingeniería se reoriente a satisfacer al cliente más rápido, más barato y con mayor calidad. Un factor clave actualmente es el desempeño, ya que finalmente las adjudicaciones futuras de contratos se llevarán a cabo en la confianza del cliente (intangibles) en la promesa del contratista (intangibles).

CALIDAD: Calidad se define como cumplir con las expectativas del cliente. Sin embargo, dada la condición actual, usualmente hay que darle al cliente aún más (valor agregado), ya que de eso depende la obtención de nuevos contratos en el futuro.

Últimamente el sector proyectos ha fracasado en mostrar el valor agregado de una buena ingeniería, pero tarde o temprano las empresas que mejoren en todo serán las que subsistan.

RAPIDEZ: Cumplir siempre con el programa de ejecución de proyecto, y ver la forma de que el programa sea cada vez más corto. Una vez que el proyecto está en marcha, para el cliente resulta mejor que esté listo cuanto antes para empezar a producir (tiempo es dinero).

PRECIO: Obtener la tecnología de ejecución que permita tanto realizar la ingeniería a un costo menor como diseñar de forma que se cumpla con el menor costo. Dado su carácter cuantificable, se puede analizar un promedio de costos en diversas partes del mundo.

TABLA 5.5. Costo aproximado de la hora hombre en 1995 (Dólares)

Japón	100
Europa	60
Estados Unidos	50
Taiwán / Corea	25
México	25
India	10-15
China	3-5

FUENTE: Construction Industry Institute.¹⁹

Lógicamente, el precio incluye parte de la sofisticación y la posibilidad de desarrollar tecnología.

Por supuesto que la tabla anterior puede resultar engañosa, pues no se consideran factores de importancia como la productividad de la ingeniería. Una baja productividad puede bajar los costos de la hora hombre, pero tomará más tiempo llevar a cabo el proyecto – en cuyo caso el costo total no será proporcional al costo de la hora hombre individual.

¹⁹ Cole, Doy. "Ingeniería y Construcción, Globalización del Sector de Procesos de Hidrocarburos". Estado del Arte y Perspectivas de la Ingeniería en México y en el Mundo, 1995. Pág. 351.

CAPÍTULO 6. PROYECTOS EN LA INDUSTRIA PETROQUÍMICA Y DE REFINACIÓN

6.1. PROYECTOS A NIVEL MUNDIAL.

Dada su importancia, profundizamos en el estudio del estado actual de la ingeniería de proyectos para las industrias petroquímica y de refinación a nivel mundial.

6.1.1. Distribución de proyectos geográfica y por tipo

De acuerdo con un estudio del Construction Industry Institute, la industria petroquímica enfrentaría la siguiente proporción de proyectos respecto al tipo y zona geográfica entre 1996 y 2000.

TABLA 6.1. Perspectiva quinquenal del valor de proyectos en la industria petroquímica (1996-2000)		
(Miles de millones de dólares)		
Asia Pacífico / India	42	Refinación de petróleo
Norteamérica	18	Petroquímica / polímeros
Oriente medio / África	17	LNG / Procesamiento de gas
Latinoamérica	12	Fertilizantes / Gas-based chemicals
Europa occidental	8	Etileno
Europa oriental	5	
	102	102

FUENTE: Construction Industry Institute²⁰

Tal como se había mencionado en el capítulo referente a la Industria Química, las zonas geográficas más atractivas para el desarrollo de la Ingeniería de Proyectos no son necesariamente las que reportan una mayor producción. Ello se comprueba con el valor de la

²⁰ Cole, Doy. "Ingeniería y Construcción, Globalización del Sector de Procesos de Hidrocarburos". Estado del Arte y Perspectivas de la Ingeniería en México y en el Mundo, 1995. Págs. 346 y 347.

industria de proyectos por área, donde se puede ver que la zonas más activas para el desarrollo de proyectos es el Lejano Oriente. Asimismo, se puede ver que el tipo de proyecto con un mayor valor comercial durante el lustro pasado fue el de refinación, seguido de proyectos petroquímicos y procesamiento de gas.

Aunque el valor de proyectos es un indicativo real del grado de inversión que se está dando, no es representativo de la cantidad de proyectos que se están llevando a cabo, debido a diferencias en tamaños y alcances de proyectos. En este caso se puede recurrir a la información que proporciona Hydrocarbon Processing al respecto:

TABLA 6.2. Proporción de proyectos por tipo, 1991,1996,2001

TIPO	1991		1996		2001		TOTAL	
	n	%	n	%	n	%	n	%
Petroquímica	355	42.4	483	51.3	287	45.1	1125	46.6
Refinación	270	32.3	245	26.0	178	27.9	693	28.7
Otros	134	16.0	109	11.6	94	14.8	337	14.0
Gas Natural	78	9.3	104	11.1	78	12.2	260	10.8
TOTAL	837	100.0	941	100.0	637	100.0	2415	100.0

FUENTE: Cálculos propios basados en HPI Construction Boxscore

De la tabla se puede ver que la mayoría de los proyectos en la industria petroquímica se refieren específicamente a la obtención de productos intermedios o terminados (alrededor del 50%), seguido por proyectos para refinación (30%). El resto se refiere principalmente a servicios auxiliares y acondicionamiento de productos de desecho (14%) y a tratamiento de gas natural (10%).

Lógicamente, la proporción de los tipos de proyecto ha variado poco en la última década. Aún así, destaca el ligero decremento en proyectos relacionados con la refinación y el incremento en proyectos petroquímicos.

TABLA 6.3. Proyectos activos en la Industria Petroquímica a Nivel Mundial, 1991-2001
(cantidad de proyectos)

REGIÓN	TIPO	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Estados Unidos	Refinación	212	204	176	167	148	128	102	88	99	98	99
	Petroquímicos	203	209	171	139	164	188	188	180	123	115	109
	Gas	60	43	37	30	30	45	62	59	40	27	40
	Otros	86	104	79	83	67	64	50	47	37	33	42
	Total	561	560	463	419	409	425	382	374	299	273	290
Canadá	Refinación	18	20	15	12	15	12	11	10	16	35	32
	Petroquímicos	19	18	18	16	17	17	22	23	12	17	13
	Gas	51	18	16	32	10	14	35	13	10	20	19
	Otros	33	27	15	9	10	8	4	5	9	15	19
	Total	121	83	64	71	52	51	72	51	47	87	83
MÉXICO	Refinación	21	16	23	25	19	21	13	40	46	n/d	n/d
	Petroquímicos	31	37	24	34	22	28	25	22	31	n/d	n/d
	Gas	2	2	2	8	8	8	13	13	7	n/d	n/d
	Otros	0	0	1	10	9	5	4	1	1	n/d	n/d
	Total	54	55	50	77	64	62	56	76	85	n/d	n/d
SUBTOTAL TLCAN	Refinación	251	240	214	204	182	161	126	138	161	n/d	n/d
	Petroquímicos	253	264	213	191	203	233	215	225	166	n/d	n/d
	Gas	113	63	55	70	48	67	110	85	57	n/d	n/d
	Otros	119	131	95	102	86	77	58	53	47	n/d	n/d
	Total	736	695	577	567	525	538	510	501	431	n/d	n/d
América Latina (incluye México)	Refinación	120	128	164	155	161	161	152	175	157	179	173
	Petroquímicos	184	177	138	121	129	147	143	137	122	131	131
	Gas	12	16	13	20	27	23	41	42	33	24	22
	Otros	37	35	36	32	41	37	25	21	27	29	32
	Total	353	356	351	328	358	368	361	375	339	363	358
Europa	Refinación	168	183	267	277	280	239	243	219	214	208	222
	Petroquímicos	281	222	238	222	237	286	279	251	237	269	255
	Gas	23	28	31	25	20	24	28	18	12	23	34
	Otros	88	105	102	90	72	87	76	66	63	74	85
	Total	560	538	638	614	609	638	628	554	526	574	596
África	Refinación	40	44	46	33	33	38	51	57	78	89	85
	Petroquímicos	41	36	32	23	31	32	36	39	34	42	50
	Gas	14	12	15	13	13	9	12	14	18	14	17
	Otros	13	6	8	8	8	6	9	8	11	13	19
	Total	108	98	101	77	83	85	108	118	141	158	171

TABLA 6.3. Proyectos activos en la Industria Petroquímica a Nivel Mundial, 1991-2001 (continuación)

Medio Oriente	Refinación	49	57	68	48	56	79	87	113	99	92	112
	Petroquímicos	116	127	111	99	95	100	110	141	122	159	201
	Gas	17	27	23	16	11	17	26	22	33	47	68
	Otros	17	23	23	23	28	34	30	37	32	30	46
	Total	201	234	225	186	190	230	253	313	286	328	429
Lejano Oriente	Refinación	212	221	262	268	284	286	268	266	231	218	196
	Petroquímicos	633	575	574	594	680	696	620	545	431	397	419
	Gas	39	45	51	60	59	62	56	47	40	47	48
	Otros	72	75	79	84	109	100	77	95	88	75	62
	Total	956	916	966	1006	1132	1146	1021	953	790	737	745
Australasia	Refinación	45	50	46	39	32	43	45	38	9	13	12
	Petroquímicos	60	61	63	53	58	72	73	58	38	27	31
	Gas	17	16	16	12	9	18	16	13	13	15	15
	Otros	10	11	8	10	10	10	11	9	6	8	6
	Total	132	138	133	114	109	143	145	118	66	63	64
TOTAL	Refinación	864	907	1044	999	1009	986	959	966	903	932	931
	Petroquímicos	1539	1425	1345	1269	1411	1540	1451	1374	1119	1157	1209
	Gas	233	205	202	208	179	212	276	228	199	217	263
	Otros	356	386	350	339	343	346	282	288	273	277	333
	Total	2992	2923	2941	2815	2942	3084	2968	2856	2494	2583	2736

Fuente: Hydrocarbon Processing. HPI Construction Boxscore, 1991 a 2001

Aún cuando esta perspectiva no concuerda completamente con el valor de proyectos llevados a cabo, es evidente que se debe principalmente a diferencias en costos de proyecto. Sin embargo, se mantiene el orden de importancia de cada una de las áreas geográficas.

Destaca el decremento en la cantidad de proyectos en Estados Unidos; en 2001 fueron prácticamente la mitad que en 1991, tras una caída constante a lo largo de todo el periodo. Lo mismo sucede en Canadá, donde la disminución en proyectos de gas natural y petroquímicos impactó en el total de proyectos, aún cuando aumentaron los proyectos de refinación. En América Latina el nivel de actividad se ha mantenido constante, aunque la demanda se ha trasladado de petroquímicos a refinación (14%). Específicamente en México ha habido bastantes altibajos, pero con tendencia negativa a partir de 1995 – tras la crisis – y cierto repunte hacia 1998. En Europa se presentó un aumento de proyectos a mediados de la década, debido al incremento de proyectos de refinación (1993-1995) y posteriormente de proyectos

petroquímicos (1996-1997). Caso contrario ocurrió en África, donde hubo cierta depresión del mercado entre 1994 y 1997, pero se ha recuperado hasta mejorar la situación de principios de la década. Lo mismo sucedió en Medio Oriente, donde el repunte ha sido tal que actualmente se llevan a cabo el doble de proyectos que en 1991. En el Lejano Oriente se presentó un repunte a mediados de la década, principalmente por proyectos petroquímicos, situación que se revirtió hacia 1998 y se llegó a un nivel inferior que en 1991. Australasia, con altibajos para finalmente decaer hacia finales de la década.

Finalmente, el total de proyectos a nivel mundial ha permanecido relativamente constante, aunque la tendencia ha sido a la baja en los últimos años, tras la disminución en la cantidad de proyectos en Estados Unidos y el Lejano Oriente, zonas que impactan mayormente al total por ser las zonas más activas.

6.1.2. Distribución geográfica de proyectos por país de origen de la empresa.

Se hace este análisis con el fin de cuantificar de alguna manera la influencia de empresas extranjeras a nivel mundial. En la tabla 6.4 se muestran la cantidad de proyectos que desempeñaron las empresas con mayor cantidad de proyectos agrupadas por región de origen según Hydrocarbon Processing, así como un desglosado de los proyectos realizados en el país de origen (locales), en la región de origen (regionales) y fuera de la región de origen (externos).

Como siempre, son los países más industrializados los que conceden la licencia al resto del mundo: encabezan la lista las empresas estadounidenses y europeas. En el caso de

ingeniería y construcción se suman las del Lejano Oriente, aunque estas últimas siguen dando servicio a proyectos locales y regionales, más que externos.

Tanto en el caso de tecnología de producto como de ejecución, en los países latinoamericanos se presenta una mayor adquisición a empresas estadounidenses y en el resto del mundo a empresas europeas, quizá por influencias geográficas, económicas e incluso políticas.

Licencia. Destaca un muy elevado porcentaje de proyectos en que se otorga la licencia fuera del país de origen de la empresa. Evidentemente, esto se debe a que para vender una tecnología lo único que se necesita es tener el desarrollo. Más allá de quién compre el conocimiento, lo único que compra es justamente la tecnología de producto, lo cual implica que no se lleve a cabo ningún trabajo posterior. Prácticamente todas las licencias otorgadas provienen de Norteamérica y Europa, e incluso la compra de licencias entre estadounidenses y europeos es amplia.

Ingeniería. Aunque la cantidad de proyectos externos disminuye respecto al otorgamiento de licencias, sigue presentándose un porcentaje elevado en este rubro. La compra de ingeniería entre estadounidenses y europeos sigue siendo amplia, pero esta tendencia disminuye porque la elaboración de ingeniería implica costos adicionales respecto al traslado de recursos al lugar del proyecto.

Construcción. Se mantiene la tendencia en la disminución de proyectos externos respecto a la ingeniería y la licencia. En este caso quizá el motivo más importante es que el conocimiento de diversos factores del país donde se construye el proyecto sigue siendo determinante para la adjudicación del contrato.

Destaca que de las empresas latinoamericanas que aparecen – Petrobras en licencia, Bufete Industrial en ingeniería y Tenenge en construcción – ninguna figura con algún proyecto fuera del país de origen. Asimismo, ninguna empresa de Australasia o África tuvo una participación importante por la cantidad de proyectos que llevó a cabo.

TABLA 6.4. Distribución Geográfica de Proyectos de las 50 primeras empresas con mayor número de proyectos por tipo y área, 1991, 1996, 2001

	TOTAL		LOCAL		REGIONAL		EXTERNO		Estados Unidos	Europa	Lejano Oriente	Canadá	América Latina	Medio Oriente	África	Australasia
	n	%	n	%	n	%	n	%								
LICENCIA																
Estados Unidos	472	109	23.1	0	0.0	363	76.9	109	92	118	16	53	51	11	22	
Europa	443	29	6.5	95	21.4	319	72.0	52	124	141	8	33	57	13	15	
Lejano Oriente	23	8	34.8	8	34.8	7	30.4	1	1	16	0	1	2	0	2	
Canadá	18	0	0.0	0	0.0	18	100.0	0	4	7	0	3	4	0	0	
Latinoamérica	11	11	100.0	0	0.0	0	0.0	0	0	0	0	11	0	0	0	
Medio Oriente																
África																
Australasia																
TOTAL	967	157	16.2	103	10.7	707	73.1	162	221	282	24	101	114	24	39	
INGENIERÍA																
Estados Unidos	503	261	51.9	0	0.0	242	48.1	261	79	48	16	45	26	15	13	
Europa	477	60	12.6	112	23.5	305	63.9	54	172	112	2	32	63	19	23	
Lejano Oriente	196	90	45.9	56	28.6	50	25.5	2	3	146	0	7	30	0	8	
Canadá	29	15	51.7	0	0.0	14	48.3	7	0	0	15	4	0	1	2	
Latinoamérica	10	10	100.0	0	0.0	0	0.0	0	0	0	0	10	0	0	0	
Medio Oriente																
África																
Australasia																
TOTAL	1215	436	35.9	168	13.8	611	50.3	324	254	306	33	98	119	35	46	
CONSTRUCCIÓN																
Estados Unidos	282	166	58.9	0	0.0	116	41.1	166	43	10	10	25	11	12	5	
Europa	251	49	19.5	60	23.9	142	56.6	25	109	51	4	14	33	10	5	
Lejano Oriente	196	85	43.4	60	30.6	51	26.0	1	3	143	0	8	23	4	12	
Canadá	29	18	62.1	0	0.0	11	37.9	7	0	0	18	3	0	1	0	
Latinoamérica	9	9	100.0	0	0.0	0	0.0	0	0	0	0	9	0	0	0	
Medio Oriente	9	9	100.0	0	0.0	0	0.0	0	0	0	0	0	9	0	0	
África																
Australasia																
TOTAL	776	336	43.3	120	15.5	320	41.2	199	155	206	32	59	76	27	22	

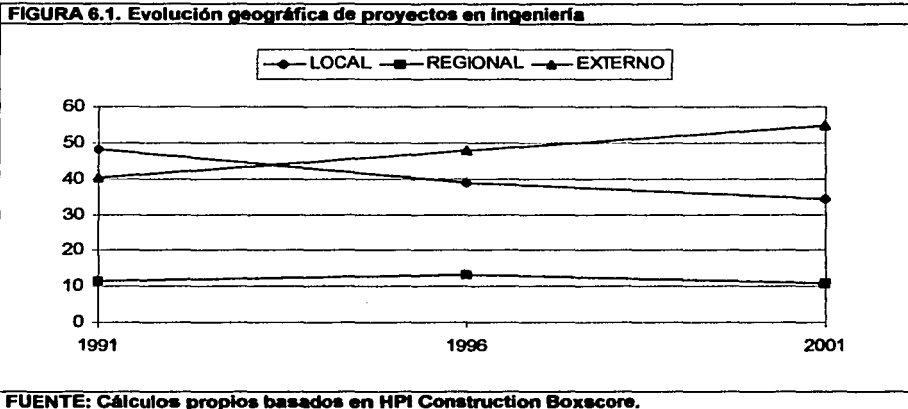
FUENTE: Cálculos propios basados en HPI Construcción Boxscore

6.1.3. Evolución geográfica de proyectos internacionales en ingeniería.

TABLA 6.5. Evolución geográfica de proyectos en ingeniería

AÑO	TOTAL	LOCAL		REGIONAL		EXTERNO	
		CANTIDAD	PORCENTAJE	CANTIDAD	PORCENTAJE	CANTIDAD	PORCENTAJE
1991	478	230	48.1	55	11.5	193	40.4
1996	515	200	38.8	68	13.2	247	48.0
2001	299	103	34.4	32	10.7	164	54.8

Fuente: Cálculos propios basados en HPI Construction Boxscore



Tal como muestran la tabla y la figura, a lo largo de la última década se ha presentado un desplazamiento de proyectos elaborados en el país de origen hacia el extranjero. Los proyectos regionales (esto es, elaborados dentro de la región pero fuera del país de origen) se mantuvieron en un nivel relativamente constante.

6.1.4. Proyectos en que la empresa contratista realiza varias fases

TABLA 6.6. Porcentaje de proyectos en que la empresa realiza varias actividades, 1991, 1996, 2001

REGIÓN	LICENCIA-INGENIERÍA				INGENIERÍA-CONSTRUCCIÓN				TODO			
	n	1991	1996	2001	n	1991	1996	2001	n	1991	1996	2001
Estados Unidos	27	32.0	43.9	25.9	40	62.7	72.8	60.0	17	19.0	17.3	17.6
Canadá	10	20.0	17.6	18.2	11	69.6	84.2	45.5	7	12.5	25.0	14.3
América Latina	23	6.1	38.2	52.2	22	67.7	63.4	63.6	15	7.7	13.8	40.0
Europa	73	29.8	45.9	43.8	50	81.6	79.8	90.0	36	24.7	38.5	33.3
África	7	33.3	14.3	25.0	6	40.9	83.3	72.7	2	21.1	0.0	16.7
Medio Oriente	33	12.1	29.1	26.4	34	50.0	64.9	71.1	29	6.9	16.7	18.8
Lejano Oriente	100	24.8	29.1	39.0	63	61.4	66.2	57.1	55	21.0	15.5	29.1
Australasia	5	13.6	26.9	0.0	5	70.0	73.1	20.0	3	16.7	11.8	0.0
TOTAL	319	25.1	35.7	35.4	247	65.0	70.9	66.8	171	18.9	21.3	26.3

FUENTE: Cálculos propios basados en HPI Construction Boxscore

De la anterior tabla puede verse que, aunque no es siempre cierto, sí existe una tendencia hacia la elaboración de proyectos llave en mano. En todos los casos se percibe un aumento en el porcentaje de proyectos en que una sola empresa lleva a cabo 2 o más tareas: actualmente, en 35% de los proyectos hace la ingeniería la empresa que otorgó la licencia, 10% más que hace 10 años; en 67% de los proyectos la empresa que hace la ingeniería construye; e incluso en 26% de los casos la misma empresa se encarga de llevar a cabo todas las fases del proyecto, contra 19% en la anterior década.

En América Latina, se ve uno de los aumentos más dramáticos en proyectos que hace la ingeniería la misma empresa que da la licencia: de 6% a 50%. Lo mismo sucede con proyectos en que la misma empresa lleva a cabo todo el proyecto, con un aumento del 8% al 40%. Los proyectos IPC permanecieron estables, en aproximadamente 65%.

Destaca el caso europeo, en que 90% de los proyectos son IPC, contra 80% en la anterior década, además de un significativo aumento en las demás áreas.

Sin embargo, en el Lejano Oriente se detecta una disminución en proyectos IPC, aunque se pueden observar aumentos significativos en licencia – ingeniería y licencia – ingeniería - construcción. Dada la cantidad de proyectos que se realizan en la zona actualmente, tiene un efecto importante en el total.

6.1.5. Proyectos en que varios contratistas hacen la misma fase

TABLA 6.7. Porcentaje de proyectos que se realizan con alianzas, 1991,1996,2001

REGIÓN	LICENCIA				INGENIERÍA				CONSTRUCCIÓN			
	n	1991	1996	2001	n	1991	1996	2001	n	1991	1996	2001
Estados Unidos	40	8.5	6.7	2.5	57	2.2	1.2	1.8	41	0.6	0.9	2.4
Canadá	11	9.1	16.7	0.0	20	2.3	8.0	25.0	11	4.2	5.3	0.0
América Latina	26	4.8	3.3	7.7	36	13.6	5.4	2.8	33	3.0	2.8	30.3
Europa	92	5.0	8.3	5.4	106	1.9	8.4	6.6	59	2.0	4.4	11.9
África	10	18.2	14.3	0.0	14	15.4	14.3	6.7	6	0.0	16.7	16.7
Medio Oriente	33	3.0	3.6	12.5	41	9.8	19.2	34.7	34	20.6	18.6	10.6
Lejano Oriente	112	11.4	6.4	4.5	139	13.2	5.2	22.3	65	5.0	2.5	9.2
Australasia	5	8.0	0.0	0.0	8	17.9	4.5	25.0	6	5.0	0.0	66.7
TOTAL	376	8.4	6.3	6.1	482	6.9	6.7	17.2	274	3.6	4.4	12.8

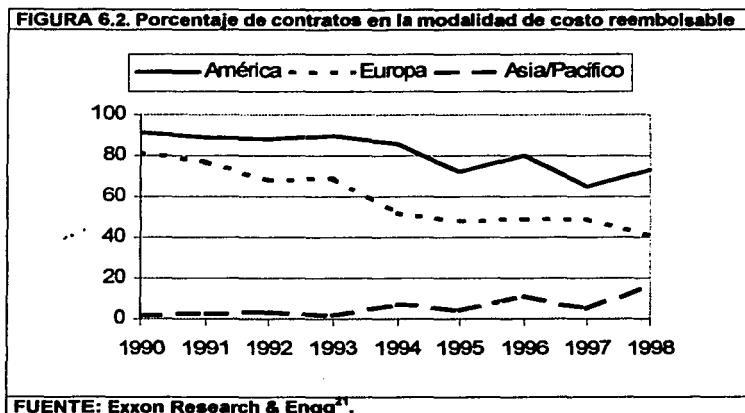
FUENTE: Cálculos propios basados en HPI Construction Boxscore

De igual interés resulta la cantidad de proyectos en que se unen dos o más empresas para llevarlo a cabo, o se contrata a dos o más empresas para realizar distintos aspectos de una misma fase del proyecto. En este caso, a pesar de la disminución de alianzas para el licenciamiento (2.3%), resulta importante el crecimiento de empresas comunes en el caso de la ingeniería (6.9% a 17.2%) y en la construcción (3.6% a 12.8%).

En este caso, América Latina parece llevar tendencia contraria en ingeniería, pues se detectaron disminuciones en el número de proyectos que realizan empresas de ingeniería conjuntamente. Los incrementos más significativos ocurren en el Medio y el Lejano Oriente, para el caso de la ingeniería, y en América Latina y Europa para la construcción.

6.1.6. Tipos de contratos.

A fin de cuantificar los tipos de contratos a los que están expuestas las firmas de ingeniería y construcción, recurrimos a la información obtenida por Exxon R & E.



Con la figura anterior se verifica que la opción preferida para la ejecución de proyectos tiende a ser, cada vez más, la de precio alzado. Destaca la caída que han tenido los contratos a costo reembolsable a lo largo de la década en América y Europa, siendo en este continente la caída más notable, de 80% a 40% en diez años. Aunque en Asia ha aumentado la cantidad de proyectos llevados a cabo con esta opción, está lejos de ser la opción preferida. Tras el aumento apenas llegó a ser del 18%.

²¹ Tomado de H P Impact. Hydrocarbon Processing, noviembre de 1999

6.1.7. Niveles de facturación

Solamente como información, presentamos las empresas con mayor nivel de facturación en refinación y petroquímica los últimos años. Lógicamente, la correlación entre proyectos desarrollados y las ganancias internacionales es alta.

TABLA 6.8. Empresas con mayor facturación a nivel internacional en refinación y petroquímica, 1999 – 2001						
LUGAR	2001		2000		1999	
	EMPRESA	\$ MMUSD	EMPRESA	\$ MMUSD	EMPRESA	\$ MMUSD
DISEÑO						
1	ABB Lummus Global	538.7	ABB Lummus Global	571.7	ABB Lummus Global	519.8
2	JGC	346.0	Foster Wheeler	234.0	Foster Wheeler	379.7
3	Kellogg Brown & Root	249.0	JGC	227.0	JGC	313.0
4	TECHNIP	196.1	Fluor	189.0	Fluor Daniel	254.0
5	Foster Wheeler	191.0	Jacobs Engineering	137.1	Kellogg Brown & Root	146.0
6	Fluor Corp.	135.5	SNC-Lavalin	91.2	Daetm Engineering	98.2
7	Jacobs	126.2	Kellogg Brown & Root	63.0	AGRA	78.5
8	SNC-Lavalin	88.0	SKEC	61.2	Raytheon	71.0
9	SKEC	66.9	Stone & Webster	50.0	Black & Veatch	67.0
10	Parsons Corp.	41.2	Snamprogetti SpA	47.0	Parsons	68.0
11	Snamprogetti SpA	39.0				
12	Washington Group	24.0				
13	CTCI Corp.	13.4				
14	Técnicas Reunidas	13.0				
15	URS Corp.	10.9				
CONSTRUCCIÓN						
1	TECHNIP	1838.6	JGC	1587.0	Kellogg Brown & Root	2132.0
2	Fluor	1234.6	Kellogg Brown & Root	1340.0	JGC	1840.0
3	JGC	1099.0	Snamprogetti SpA	1068.0	Foster Wheeler	1745.7
4	SKEC	835.6	Fluor	910.0	Fluor Daniel	1702.0
5	Kellogg Brown & Root	796.0	SKEC	764.8	TECHNIP	1399.0
6	Consolidated Contractors	684.0	Parsons	758.0	Snamprogetti SpA	1070.0
7	ABB Lummus Global	640.8	Foster Wheeler	752.0	Chiyoda	914.0
8	Foster Wheeler	523.0	Consolidated Contractors	700.0	Consolidated Contractors	700.0
9	Snamprogetti SpA	481.0	ABB Lummus Global	579.9	ABB Lummus Global	616.9
10	Parsons	288.0	Raytheon	428.0	SKEC	486.8
11	PCL Construction	247.0				
12	Chicago Bridge & Iron	171.0				
13	Técnicas Reunidas	151.0				
14	Bouygues	136.0				
15	Washington Group	102.0				

Fuente: ENR.

6.2. PROYECTOS EN MÉXICO.

6.2.1. Situación general

TABLA 6.9. Situación general de proyectos en la industria petroquímica mexicana, 1992-2000

TRIENIO		1992-1994	1995-1997	1998-2000
Alianzas en licencias	Muestra	113	136	83
	Ocurrencias	16	12	6
	Porcentaje	14.2	8.8	7.2
Alianzas en ingeniería	Muestra	130	154	68
	Ocurrencias	12	39	11
	Porcentaje	9.2	25.3	16.2
Alianzas en construcción	Muestra	103	127	53
	Ocurrencias	4	2	1
	Porcentaje	3.9	1.6	1.9
Licencia – ingeniería	Muestra	103	130	53
	Ocurrencias	5	11	3
	Porcentaje	4.9	8.5	5.7
Proyectos IPC	Muestra	100	125	46
	Ocurrencias	55	71	36
	Porcentaje	55.0	56.8	78.3
Proyectos LEPC	Muestra	89	110	33
	Ocurrencias	5	11	3
	Porcentaje	5.6	10.0	9.1

FUENTE: Cálculos propios basados en HPI Construcción Boxscore

De la tabla anterior se pueden sacar las siguientes conclusiones:

Destaca, en primer lugar, que el número de alianzas para licenciar el proyecto ha disminuido a la mitad, igual que en el resto del mundo, donde se presentó una disminución del 2%. La proporción de alianzas en ingeniería aumentó aunque tuvo su máximo hacia mediados de la década. Y el número de alianzas en la construcción decayó, aunque el nivel siempre fue muy bajo.

En segundo lugar, la cantidad de proyectos en que la misma empresa realiza varias fases ha aumentado hacia finales de la década, al igual que en el resto del mundo, aunque en

diferentes proporciones. No olvidemos que en este análisis PEMEX es el cliente mayoritario – de hecho, se podría decir que en este caso el mercado es prácticamente un monopsonio – así que se ve distorsionado por la existencia de un único comprador. Por ejemplo, en el último trienio se refleja negativamente la contratación de SKEC para reformar las refinerías de Cadereyta y Madero, en la parte de alianzas en ingeniería, pues una buena parte de los proyectos en esta etapa se concedieron a esta única empresa. Igualmente influye el efecto de los proyectos llevados a cabo en las refinerías de Tula y Salamanca, ya que una parte importante de éstos fue adjudicada a empresas extranjeras, como Snamprogetti en el caso de Tula.

6.2.2. Empresas con mayor actividad

Las empresas con mayor actividad en el mercado de proyectos en la industria petroquímica mexicana son las que se muestran en la siguiente tabla. Las primeras columnas indican los proyectos que cada empresa llevó a cabo por su cuenta; las segundas, los proyectos que realizó ya sea con 1 o más socios, o en que no llevó a cabo todo el proyecto. La última columna muestra el total de proyectos en que participó. Debido a los proyectos en que una misma empresa realiza varias fases, el total no coincide con la suma de los demás datos; en todo caso debe ser mayor o igual que el resultado desglosado.

TABLA 6.10. Empresas con mayor cantidad de proyectos en la industria mexicana petroquímica y de refinación, 1992 – 1999 (número de proyectos)

CONTRATISTA	PAÍS	SOLO			ALIANZA			TOTAL
		LIC	ING	CON	LIC	ING	CON	
Bufete Industrial	México	1	30	20	0	0	0	30
IMP	México	16	8	2	5	0	0	26
SKEC	Corea del Sur	0	22	24	0	0	0	24
Snamprogetti	Italia	0	6	20	0	12	0	20
Merichem	Estados Unidos	17	14	4	0	0	0	17
TPA Inc	Estados Unidos	13	3	0	0	7	0	16
UOP	Estados Unidos	14	2	2	2	0	0	16
Kellogg	Estados Unidos	11	8	0	0	0	0	13
PEMEX	México	0	0	12	0	0	0	12
IFP	Francia	8	0	0	3	0	0	11
Foster Wheeler	Estados Unidos	6	0	0	1	5	0	10
ABB Lummus	Estados Unidos	2	1	0	6	0	0	8
Pritchard	Estados Unidos	6	6	0	0	0	0	6
Fluor Daniel	Estados Unidos	0	5	3	0	0	0	5
Propak	Canadá	0	5	5	0	0	0	5
CDTECH	Estados Unidos	1	0	0	3	0	0	4
Ford Bacon & Davies LLC	Estados Unidos	4	4	1	0	0	0	4
Parsons	Estados Unidos	4	0	0	0	0	0	4
CIGSA	México	0	0	3	0	0	0	3
German Linde	Alemania	2	1	0	1	0	0	3
HRI	Estados Unidos	1	0	0	1	2	0	3

FUENTE: Cálculos propios basados en HPI Construction Boxscore

La empresa con mayor número de proyectos fue Bufete Industrial, con un total de 30. De éstos llevó a cabo un total de 11 para empresas privadas y el resto para PEMEX. Los proyectos que aparecen se distribuyen entre todos los tipos (refinación, petroquímicos...). La gran mayoría de los contratos que obtuvo fueron hasta 1996, fecha en que inician las asignaciones fuertes a empresas extranjeras. Destaca que no participó en ninguna alianza en estos 30 proyectos.

En segundo lugar aparece el Instituto Mexicano del Petróleo, que participó principalmente dando la licencia o haciendo la ingeniería. Casi todos los proyectos en que

figura el IMP son de refinación y tratamiento de gas natural. La empresa con que trabajó conjuntamente fue ABB Lummus.

SKEC, empresa sudcoreana que llevó a cabo la reforma de las refinerías de Cadereyta y Madero, empezó con un nivel de actividad fuerte hacia 1996, aunque anteriormente ya había realizado algunos proyectos en Madero y Salina Cruz.

Snamprogetti debe su nivel de actividad a los diversos proyectos en la refinería de Tula entre 1994 y 1998, donde llevó a cabo la construcción de 20 proyectos y la ingeniería de 18, 12 de ellos conjuntamente con empresas como Foster Wheeler, TPA y HRI.

Merichem trabajó en el licenciamiento y la ingeniería de diversos proyectos de tratamiento de gasolinas y endulzamiento de LPG en diversas refinerías del país.

La presencia de TPA se debe principalmente al licenciamiento de proyectos para obtención de azufre o limpieza de agua de desecho en las refinerías de Cadereyta y Tula, entre 1994 y 1998. En algunos casos hizo la ingeniería conjuntamente con Snamprogetti, en la refinería de Tula.

UOP, empresa estadounidense subsidiaria de Dow Chemical, concedió la licencia para proyectos de refinación, remoción de dióxido de carbono y purificación de hidrógeno en todos los proyectos en que participó, colaborando además en la ingeniería de un par de proyectos de etilbenceno y estireno en La Cangrejera.

Kellogg, actualmente fusionada con Brown & Root y subsidiaria de Halliburton, participó principalmente en proyectos de obtención de amoniaco y craqueo, dando la licencia y elaborando la ingeniería. No participó en ningún proyecto con Bufete Industrial, a pesar de la sociedad establecida entre estas empresas, dado que lo prohíbe la Ley de Adquisiciones y Obras Públicas.

PEMEX aparece en la lista tras la construcción de una docena de proyectos varios, la mayoría de ellos hasta 1995. En ningún caso hizo la ingeniería. Obviamente, en todos los casos se trata de proyectos donde el cliente es el mismo Petróleos Mexicanos. Sin embargo, se decidió mantenerlo en la lista aunque no se trata de una empresa de ingeniería o construcción.

IFP (Institut Français du Pétrole) otorgó la licencia para una oncenena de proyectos. Independientemente, la mayoría consistió en isomerizadoras o producción de TAME. Asimismo, con Catalytic Distillation Technologies (CDTECH) licenció proyectos de obtención de MTBE, el último de los cuales concluyó hacia 1996.

Foster Wheeler concedió la licencia o hizo la ingeniería de proyectos varios, principalmente en la refinería de Tula. Trabajó conjuntamente con Snamprogetti y HRI para llevar a cabo la ingeniería.

6.2.3. Origen de las empresas en el mercado mexicano de proyectos

TABLA 6.11. País de origen de la empresa contratista, proyectos petroquímicos en México

LICENCIA			INGENIERÍA			CONSTRUCCIÓN		
PAÍS	CANTIDAD	%	PAÍS	CANTIDAD	%	PAÍS	CANTIDAD	%
Estados Unidos	90	64.3	Estados Unidos	50	34.7	México	41	37.3
México	18	12.9	México	38	26.4	Corea del Sur	24	21.8
Francia	10	7.1	Corea del Sur	22	15.3	Italia	20	18.2
Internacional	9	6.4	Internacional	12	8.3	Estados Unidos	12	10.9
Alemania	5	3.6	Canadá	7	4.9	Canadá	7	6.4
Reino Unido	4	2.9	Italia	6	4.2	Reino Unido	2	1.8
Japón	2	1.4	(Desconocido)	3	2.1	España	2	1.8
Canadá	1	0.7	España	3	2.1	(Desconocido)	2	1.8
(Desconocido)	1	0.7	Alemania	2	1.4			0.0
		0.0	Francia	1	0.7			0.0
TOTAL	140	100.0	TOTAL	144	100.0	TOTAL	110	100.0

NOTA: (Desconocido) se refiere a que no se cuenta con información del país de origen de la empresa

FUENTE: Cálculos propios basados en HPI Construction Boxscore

De la anterior tabla se desprende lo que ya se esperaba: a mayor grado de tecnología requerida, menor la cantidad de proyectos llevados a cabo por empresas mexicanas. Destaca que el 63% de las licencias se compraron en los Estados Unidos, por sólo 13% de empresas mexicanas (concretamente, el IMP). Todas las demás proceden de países altamente industrializados.

En ingeniería mejora la situación mexicana, con 26% de contratos ganados por 34% de empresas estadounidenses. Debido a los proyectos que hizo SKEC, se ve un 15% para Corea del Sur. Snamprogetti no refleja su actuación en la tabla porque en muchos casos compartió el proyecto con empresas de otro país; en todo caso lo refleja en el 8% que correspondió a alianzas entre empresas de distinto país.

Finalmente, en el caso de la construcción todavía las empresas mexicanas llevan la delantera con 37% - ni siquiera la mayoría de los proyectos - y la situación se ha agravado porque la tendencia a contratar empresas mexicanas ha disminuido en los últimos años (i.e. de esos 41 proyectos, la mayoría son de hace 5 años o más). Siguen Corea del Sur e Italia por los proyectos de reforma de las refinerías de Cadereyta, Madero y Tula, y hasta el cuarto lugar las empresas estadounidenses con 10% del total de contratos asignado.

CAPÍTULO 7. RECURSOS HUMANOS DE LA INGENIERÍA MEXICANA

La existencia de recursos humanos capacitados y experimentados es de vital importancia para el desarrollo adecuado de la ingeniería de proyectos. Asimismo, son indudablemente estos recursos humanos quienes tendrán que responder por la situación actual de la ingeniería.

7.1. Análisis cualitativo

Se presenta aquí un resumen de los resultados de un estudio publicado en 1993 por la Academia Mexicana de Ingeniería. Para lo anterior se asume que la situación de los recursos humanos para ingeniería no ha variado fuertemente en este lapso, dado que la modificación de esta situación corresponde a un proceso que lleva tiempo.

De las áreas de oportunidad más importantes para este trabajo que se mencionan en el estudio de la Academia Mexicana de Ingeniería, destacan:

- **Conceptualización de Principios Básicos.** Insuficiente infraestructura para investigación y desarrollo en algunas áreas, así como mal aprovechamiento de ésta en general.
- **Aplicación de Principios.** No se documenta la tecnología en forma de paquetes tecnológicos útiles y hay una reducida capacidad de innovación, aunque sí existe capacidad de adaptación de tecnologías extranjeras a condiciones locales.

- **Operación.** Aún cuando es un área fuerte de nuestra ingeniería, no hay asimilación formal de tecnología, y por ende no se capitalizan experiencias.
- **Enseñanza de la Ingeniería.** Desvinculación entre oferta y demanda de ingenieros, no hay una exigencia de certificación y los planes de estudio no incorporan los puntos de vista de la industria.
- **Administración de la Ingeniería.** Escasez de administradores competentes en ingeniería y tecnología.
- **Formación.** Capacidades de comunicación poco desarrolladas, descuido por aspectos macroeconómicos y sociales en la solución de problemas técnicos.
- **Interrelacionales.** Malos promotores de sí mismos y de la profesión, dificultades para el trabajo en equipo y las relaciones interdisciplinarias e internacionales.

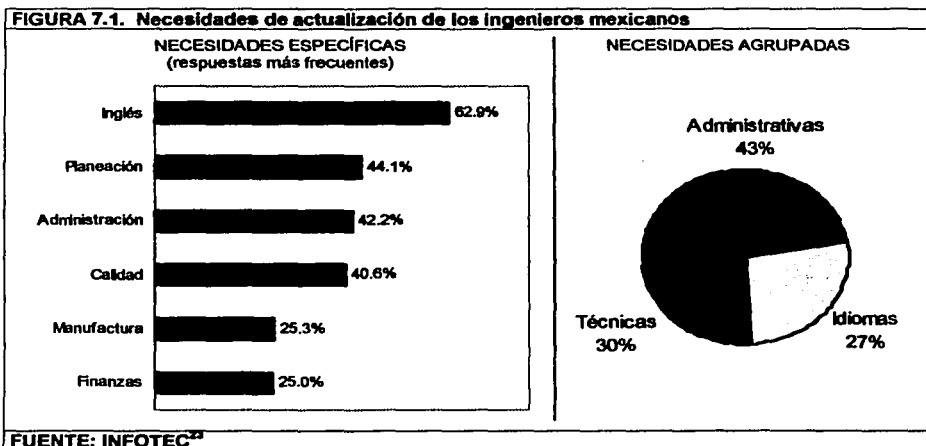
ÁREA	CONCEPTO	FUNCIÓN	FORTALEZA
Funciones sustantivas	Conceptualización de Principios Básicos	Investigación y desarrollo, metodologías	2
	Aplicación de Principios Básicos	Capacidad de cálculo y diseño	3
	Operación	Ejecución, producción y mantenimiento	5
Funciones complementarias	Enseñanza de la Ingeniería	Capacitación	2
	Administración de la Ingeniería	Gerencia y supervisión	1
Aspectos generales	Formación	Visión, cultura, autoaprendizaje	3
	Interrelacionales	Trabajo en equipos multidisciplinarios, relaciones con otros sectores e internacionales	1
NOTA: La Academia Mexicana de Ingeniería no presenta una escala numérica sino estados, como "muy fuerte" (5) o "muy débil" (1).			
FUENTE: Academia Mexicana de Ingeniería²²			

Las carencias más visibles se presentan en las funciones más necesarias para la ingeniería de proyectos, como son interrelación, gerencia de proyecto y documentación de

²² Academia Mexicana de Ingeniería. Estado del Arte de la Ingeniería en México y en el Mundo. Págs. 187-193

tecnología. Igualmente preocupante, destaca la debilidad en rubros que ya se han mencionado anteriormente como fundamentales para el mantenimiento – no crecimiento – de empresas en el nuevo entorno mundial, tales como enseñanza y capacitación, indispensable para mantener al día la capacidad ingenieril, capacidad de innovación y, nuevamente, la interrelación.

Para subrayar las necesidades de los ingenieros respecto a capacidades y habilidades, podemos recurrir al mismo estudio de la Academia Mexicana de Ingeniería donde se presenta una encuesta realizada a 2,463 ingenieros, donde se les cuestionó los conocimientos o habilidades en que requerían actualizarse para mejorar su desempeño profesional.



²³ Academia Mexicana de Ingeniería. *Estado del Arte de la Ingeniería en México y en el Mundo*. Pág. 181

La suma de necesidades específicas no es 100% debido a la posibilidad de múltiples respuestas. El resultado de la encuesta habla por sí mismo. La respuesta más frecuente, el inglés, sería imprescindible no solamente para la internacionalización de la ingeniería mexicana, sino para mejorar la capacidad de entendimiento de la ingeniería exterior, ya que como sabemos en este lenguaje se publican gran cantidad de documentos técnicos relacionados con el desempeño profesional de los ingenieros. Todas las demás respuestas más frecuentes se relacionan fuertemente con un adecuado desarrollo de la ingeniería de proyectos.

7.2. Análisis cuantitativo.

De acuerdo con la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES), en el año 2000 la población de estudiantes a nivel licenciatura en el área de Ingeniería y Tecnología²⁴ fue de 514,463 alumnos, o bien 32.45% del total de alumnos matriculados. El número de egresados de esta área en 1999 fue de 54,065 y el número de titulados fue de 34,156²⁵. Lo anterior indica que cada año surgen en México alrededor de 30,000 nuevos ingenieros, cifra que se ha mantenido aproximadamente igual los últimos 10 años.

²⁴ Incluye algunas carreras que no son propiamente del área de ingeniería, como es el caso de Arquitectura.

²⁵ ANUIES. Estadísticas de la Educación Superior. 2000.

TABLA 7.2. Opciones educativas en Ingeniería en México

ÁREA DE LA INGENIERÍA	CARRERAS	PLANES DE ESTUDIO		
		PÚBLICAS	PRIVADAS	TOTAL
Industrial	22	109	111	220
Eléctrica y Electrónica	51	132	80	212
Mecánica y Eléctrica	35	119	84	203
Civil	14	78	50	128
Química	24	78	42	120
ING. PROYECTOS	146	516	367	883
OTRAS	74	114	26	140
TOTAL	220	630	393	1023

FUENTE: Cálculos propios basados en ANUIES²⁶

Aunque un análisis específico de planes de estudio se sale del alcance del presente trabajo, hay algunos comentarios que se hacen imprescindibles tras la información obtenida.

De la tabla 7.2 podemos ver el esfuerzo que supondría la modificación de planes de estudio de las carreras de ingeniería que más se relacionan con la ingeniería de proyectos. Destaca que en el país existen alrededor de 220 carreras relacionadas a la ingeniería, pero el total de planes de estudio sube a un millar por las carreras que se imparten en distintas instituciones de educación superior. Tomando nada más las áreas que se relacionan mayormente con la ingeniería de proyectos, hablamos de 883 planes de estudio, 516 para instituciones de régimen público y 367 de régimen particular. Ello sin tomar en cuenta las modificaciones que necesariamente tendría que sufrir la docencia para acoplarse a los nuevos planes.

Sin embargo, dada la situación que vive la ingeniería mexicana y dada la sensación de los propios ingenieros sobre las áreas donde requieren mejor capacitación, la necesidad de modificaciones es apremiante.

²⁶ ANUIES. Catálogo de carreras de licenciatura.

Asimismo, en el estudio antes mencionado de la Academia Mexicana de Ingeniería, se menciona que la cantidad de Horas Hombre ejecutadas por la industria de proyectos en 1991 fue de alrededor de 12.2 millones, de las cuales 7.2 millones (59.1%) correspondió a las principales firmas de ingeniería²⁷.

No se cuenta con un estimado actualizado de las horas hombre facturadas en nuestro país; sin embargo, en 1991 Bufete Industrial facturó alrededor del 20% de las horas hombre totales en la industria. Tomando en cuenta los problemas por los que atraviesa esta empresa actualmente y la nueva tendencia a comprar ingeniería extranjera, podemos estimar que las horas hombre actualmente facturadas por empresas mexicanas ha disminuido con respecto a la anterior década.

²⁷ Academia Mexicana de Ingeniería. Estado del Arte de la Ingeniería en México y en el Mundo. Pág. 156

CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos en el presente trabajo, la ingeniería mexicana de proyectos – en realidad, la ingeniería mexicana en general – se encuentra en un punto crítico de su desarrollo. Es indispensable comprender que la ingeniería no es solo efecto, sino también clave del desarrollo del país.

Es urgente renovar la infraestructura para que la ingeniería de proyectos mexicana sea competitiva a nivel mundial. Tenemos que olvidar la idea de competir con base en menores costos. La clave consiste en emplear un mínimo de recursos productivos, no derrochar los improductivos. En el largo plazo, las empresas productivas son las que compiten. Sobre todo en este tiempo en que las condiciones del mercado pueden fluctuar de un día para otro, no se puede confiar en la existencia eterna de un factor de producción barato.

Lo anterior aplica, principalmente, para los recursos humanos. Es urgente modificar aspectos claves en la formación de los ingenieros. Los aspectos en que nuestra ingeniería muestra sus mayores deficiencias son básicos para la supervivencia en el nuevo entorno. Tenemos que encontrar la manera de que la ingeniería mexicana se administre a sí misma y destaque sus beneficios a la sociedad en general. No podemos aspirar a colocar a nivel mundial la ingeniería mexicana si los ingenieros tienen debilidades para relacionarse, máxime si hacia el futuro la habilidad de relacionarse con profesionales de diferentes entornos y culturas será de importancia vital. En el nuevo entorno, se requiere de profesionales que no solo dominen los aspectos técnicos de su área, sino que sean competentes en muchas otras habilidades que permitan a nuestra ingeniería trascender fronteras. Es indispensable modificar

planes de estudio para acoplar la ingeniería mexicana al nuevo entorno, cuanto antes. Por compleja que parezca la tarea, cada 5 años – el tiempo que duran la mayoría de las carreras de ingeniería – surgen alrededor de 150,000 nuevos ingenieros. Son principalmente los ingenieros que tienen que estar conscientes de los enormes retos que experimentará su profesión en los años por venir.

Si la innovación no ha sido una de las preocupaciones de nuestra ingeniería, es momento de empezar a darle el lugar que merece puesto que cada vez será más difícil reducir la brecha con los países que sí han invertido en el desarrollo de tecnologías nuevas. No podemos aspirar a un desarrollo económico vigoroso con la usual “estrategia” de comprar la tecnología – y en todo caso adecuarla a condiciones locales – puesto que ahora será más difícil que nos vendan el conocimiento cuando para las empresas extranjeras resultará más rentable producir aquí y ocupar posiciones privilegiadas del mercado. Asimismo, la inversión en tecnología es una de las herramientas fundamentales para tener la capacidad de adecuarse a un entorno continuamente cambiante y extremadamente competido. En la industria química, hubo un desdén hacia las primeras etapas de la ingeniería, como son la investigación y desarrollo, el diseño conceptual, la ingeniería básica e incluso la ingeniería de detalle. Debido a que la parte más rentable en un proyecto es la construcción y puesta en operación, se perdió interés en la base. El problema es que la nueva tendencia sea la contratación de proyectos EPC. Solamente el que domine los aspectos necesarios para llevar a cabo la totalidad de un proyecto aspirará a un puesto en el mercado mundial.

Diversos supuestos clave del neoliberalismo no se están cumpliendo. Uno es que ningún agente económico tenga un efecto determinante en el comportamiento del mercado. De entrada en el mercado de proyectos petroquímicos son pocas las empresas que podrían

requerir de ingeniería de proyectos, mientras que en el de refinación se presenta un monopsonio – contraviniendo el principio de desregulación – a saber Petróleos Mexicanos. A pesar de ser empresa estatal, en la última década ha dejado de lado políticas de Estado para contratar servicios de cualquier empresa en el mundo, “llave en mano”. Como cualquier empresa global, PEMEX tendría el derecho de escoger la forma como llevar a cabo sus proyectos y quién debe llevarlos a cabo; como monopolio estatal, NO. Por un lado se mantiene el control estatal en la extracción y proceso de hidrocarburos – manteniéndolo como uno de los pocos sectores “libres” del neoliberalismo – pero por el otro, se abre el mercado y se asignan los proyectos claves de los últimos años a empresas extranjeras, decisión que ha pesado fuertemente para las empresas mexicanas y tarde o temprano, minará la capacidad de los mexicanos para hacer su propia ingeniería en el ámbito de proyectos petroquímicos.

Otro supuesto básico de la teoría de la ventaja comparativa que no se ha cumplido es la estabilidad macroeconómica. Justo en el momento más importante para el mercado mexicano – el año 1995, tras la entrada en vigor del TLCAN – tuvimos una de las peores crisis de la historia. Ese año se perdió la estabilidad, nuestra moneda se devaluó 100% y se encareció enormemente el crédito, condiciones para mantener la eficiencia microeconómica.

El análisis de la Industria Química Mexicana arroja que ésta no permite una gran posibilidad de desarrollo de la ingeniería de proyectos, toda vez que en la última década ha disminuido en gran medida su actividad y el mercado de proyectos se nutre justamente del crecimiento de la industria a la cual sirve. El estancamiento en la producción puede minar seriamente la capacidad productiva de México en el mediano plazo, tras la desaparición de la infraestructura material y humana requerida para sostenerla.

El estudio que se hizo de la propia ingeniería de proyectos reveló que se trata de una disciplina compleja, y resulta impensable la idea de recuperar el terreno perdido en el corto plazo, si es que se puede recuperar la pérdida en la capacidad para desarrollar proyectos. Como se vio, es un campo que requiere gran cantidad de conocimientos y habilidades, en suma, gente de mucha experiencia para llevar adelante un proyecto de la envergadura de poner en operación una planta química.

Ahora bien, si el mercado interno presenta grandes áreas de oportunidad para la ingeniería mexicana, el mercado externo aún más. Como se vio en la parte correspondiente a la situación mundial de la ingeniería de proyectos, el mercado internacional está muy competido, pero a la vez con empresas que en cierto modo ya dominan el mercado, y cuya participación porcentual en la facturación total aumenta cada vez más, dificultando el nacimiento de nuevas empresas.

De cualquier manera, las empresas mexicanas tendrán que luchar por cualquier oportunidad que se presente, en cualquier lugar del mundo. Las que reconozcan que los segmentos industriales se relacionan con la macroeconomía mundial y reorienten la empresa adecuadamente, tendrán más posibilidades de subsistir. Como se vio en el desarrollo del presente trabajo, la situación de todas las empresas del mundo está en una situación comprometedoras: tras el aumento en la contratación de proyectos llave en mano, el riesgo del proyecto recae mayormente en el contratista. Es por esto que el acceso a capital fresco todo el tiempo se vuelve determinante. Esto se puede lograr con alianzas nacionales o internacionales que aumentan la posibilidad de financiamiento, pero en todo caso hay que fortalecer aspectos relacionales que faciliten la integración de empresas mexicanas en el mercado mundial. Si la tendencia en los últimos años y que seguirá en los próximos es reestructurarse

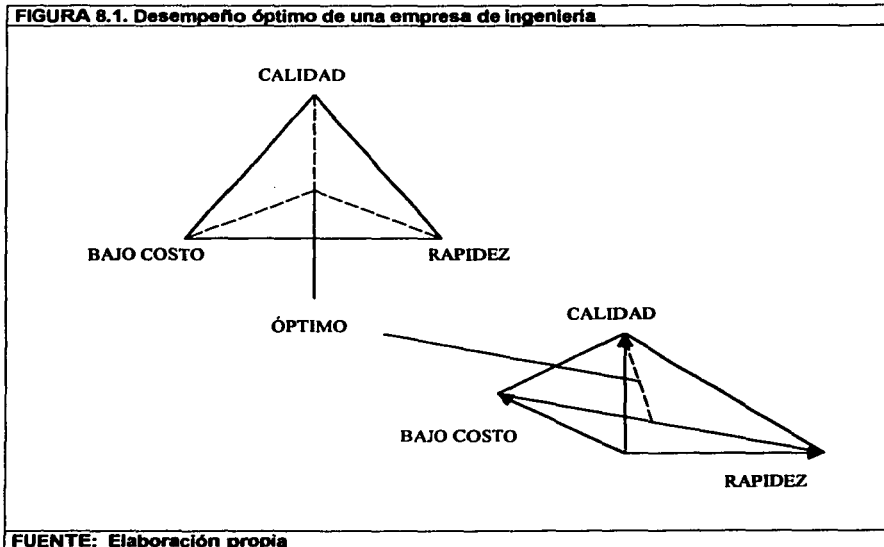
(reorganizaciones, consolidaciones, adquisiciones, diversificaciones, expansiones, contracciones, sociedades, operaciones conjuntas), hay que orientarse hacia el mercado mundial. Por supuesto, no hay receta para globalizarse. Cada empresa debe analizar sus áreas de oportunidad y examinar las diversas alternativas para determinar la mejor forma de hacerlo, pero siempre será imprescindible basar la competitividad en calidad, rapidez y precio.

Usualmente el compromiso entre calidad, rapidez y precio se expresa gráficamente como un triángulo cuyos vértices corresponden a un desempeño perfecto. Sin embargo, el hecho de que un proyecto sea de baja calidad o que se haga en un tiempo más largo del requerido no implica que sea barato (de hecho, a la larga un proyecto barato siempre sale más caro). De manera que una representación gráfica más adecuada podría ser la de un tetraedro, donde el óptimo se encuentra en el centro pero cada una de las características del proyecto es independiente de las otras dos (permitiendo que un proyecto sea caro y malo a la vez, pero manteniendo la condición de que nunca un proyecto puede ser excelente, rápido y barato al mismo tiempo).

Por lo expresado anteriormente, no debe entenderse que debemos adoptar actitudes globalifóbicas o xenofóbicas. De hecho, la entrada de empresas extranjeras a nuestro país puede ser conveniente, siempre y cuando su labor justifique realmente su presencia en nuestro mercado y su estancia permita transferencia de tecnología, incrementando nuestro nivel de capacidad tecnológica. Pero el entorno ha cambiado, y debemos ajustarnos al cambio. Nunca antes estuvieron las empresas de ingeniería mexicanas en una situación tan difícil como la que enfrentan actualmente. Es urgente tomar medidas drásticas que revitalicen el sector que, de lo contrario, desaparecerá en muy poco tiempo. Hablando en lenguaje neoliberal, tal parecería

que simplemente la ingeniería no es una de nuestras ventajas comparativas. Sin embargo, estamos hablando de un bien intangible, un área que depende únicamente del ser humano mismo y su capacidad para desarrollar tecnología, de actitud. No podemos aceptar simplemente que “no tenemos una ventaja comparativa”, que el problema es que enfocamos nuestras fuerzas hacia un área donde es conveniente económicamente que nos lo hagan otros. No podemos aceptar la idea de que en un futuro México sea un simple “maquilador” de ingeniería, que dependa de la ingeniería que le vendan “llave en mano”, incapaz de desarrollar su propia tecnología para solucionar los grandes problemas nacionales.

FIGURA 8.1. Desempeño óptimo de una empresa de ingeniería



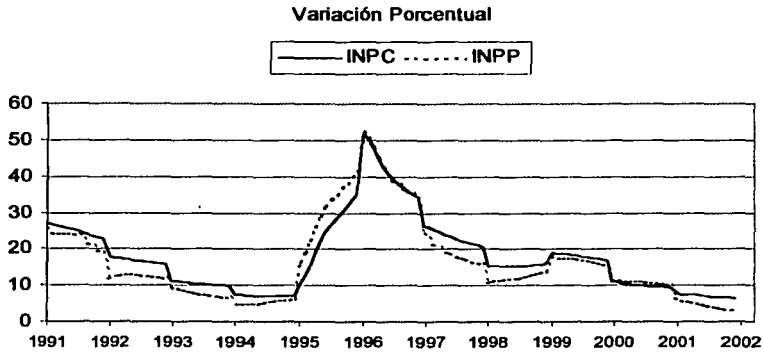
FUENTE: Elaboración propia

ANEXO A. VARIABLES MACROECONÓMICAS.

Se presentan gráficos de variables macroeconómicas específicas, que pueden ser de utilidad para ilustrar algunas de las ideas expresadas en el presente trabajo.

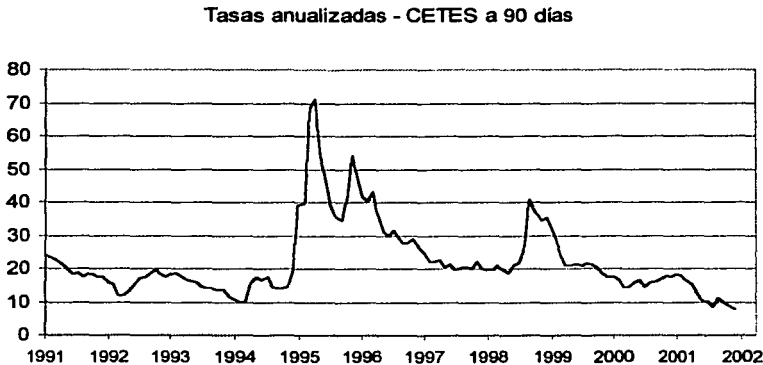


FIGURA A2. Inflación en México



FUENTE: Banco de México. Índices de Precios. Tomado del Banco de Información Económica, INEGI

FIGURA A3. Tasas de interés en México



FUENTE: BMV. Indicadores Bursátiles. Tomado del Banco de Información Económica, INEGI

FIGURA A4. Cotización del Dólar Estadounidense



FUENTE: Banco de México. Indicadores Económicos. Tomado del Banco de Información Económica, INEGI

ANEXO B. TRATADOS DE LIBRE COMERCIO DE MÉXICO

Los tratados internacionales que México ha negociado y aprobado en las últimas dos décadas son los siguientes:

TABLA B1. Tratados de libre comercio de México con el exterior	
TRATADO	ENTRADA EN VIGOR / ADHESIÓN
Acuerdo General sobre Aranceles y Comercio (OMC) ²⁸	1985
TLC de América del Norte	1994
TLC México - Bolivia	1995
TLC México - Costa Rica	1995
TLC Grupo de los Tres ²⁹	1995
TLC México - Nicaragua	1998
ACE México - Uruguay	1999
TLC México - Chile	1999
TLC México - Israel	2000
TLC México - Unión Europea ³⁰	2000
TLC México - Triángulo del Norte ³¹	2001

FUENTE: Secretaría de Economía

Además de los tratados expuestos anteriormente, México sostiene actualmente negociaciones con Ecuador, Jamaica, Panamá, Perú y Trinidad y Tobago.

Cabe destacar que en todos los acuerdos listados en la tabla anterior existen acuerdos relacionados al comercio de servicios, área de mayor interés para el presente trabajo.

²⁸ De mayor interés para el presente trabajo es el Acuerdo General sobre Comercio de Servicios, instituido en 1995 tras la creación de la OMC ese mismo año, como resultado de las negociaciones de la Ronda de Uruguay del Acuerdo General sobre Aranceles y Comercio (GATT por sus siglas en inglés). México se adhirió en 1985 al mencionado acuerdo, que actualmente cuenta con 144 países miembros.

²⁹ México, Colombia y Venezuela.

³⁰ Alemania, Austria, Bélgica, Dinamarca, España, Finlandia, Francia, Holanda, Irlanda, Italia, Luxemburgo, Portugal, Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte, la República Helénica y Suecia.

³¹ El Salvador, Guatemala y Honduras.

Asimismo, la naturaleza de la negociación fue muy similar en todos los tratados que ha firmado nuestro país.

Por supuesto que no se pretende incluir un análisis jurídico de los principios establecidos en estos tratados; sin embargo, haremos simplemente algunos comentarios generales respecto de las negociaciones:

- Se incluyen principios generales del libre comercio como trato nacional, trato de nación más favorecida e inexistencia del requisito de presencia local, aunque con diferentes restricciones, como es el caso del TLCAN, en que la última condición se sujeta a la legislación estatal o local en vigor.
- Se manifiesta la necesidad de certificación del prestador del servicio en el país donde lo prestará, ya sea temporal o permanentemente, mediante procesos transparentes que garanticen la calidad del servicio prestado pero que no sean más gravosos de lo necesario para garantizarla. Para ello, en muchos de los casos se plantea la formación de consejos o comités para la elaboración conjunta de normas para la evaluación y acreditación de los profesionales interesados en prestar sus servicios fuera del país de origen. El mecanismo empleado consiste en el otorgamiento de licencias con base en revalidación de estudios, exámenes, experiencia, educación continua o conocimiento local, entre otras.
- En algunos casos se plantea el establecimiento de sistemas de cooperación, que provean a los prestadores de servicios información en relación a aspectos comerciales y técnicos del suministro de servicios y a la posibilidad de obtener tecnología en materia de servicios.

METODOLOGÍA.

En las tablas en que se indica que la información proviene de cálculos propios, se siguió con la metodología que a continuación se explica.

Hydrocarbon Processing Construction Boxscore.

Para las tablas concernientes a nivel mundial se obtuvo el total de proyectos iniciados en los años 1991, 1996 y 2001, para abarcar la anterior década. Dicha información se solicitó directamente a Gulf Publishing Company y se introdujo a una base de datos, de la cual se hicieron las consultas pertinentes. En el caso de las tablas concernientes a México, se obtuvo el total de proyectos activos desde el año 1992 a 1999, tal como lo publica Hydrocarbon Processing, en los meses de febrero, junio y octubre de cada año. Con dicha información se elaboró una tabla de proyectos activos que posteriormente se introdujo a base de datos para hacer las consultas pertinentes.

Debido a que no siempre se cuenta con el total de datos para todos los proyectos involucrados, en todas las tablas donde se muestran porcentajes se indica también la cantidad de proyectos totales que correspondieron a la "muestra" para validar el resultado, y en algunos casos también las "ocurrencias" que conducen al porcentaje indicado.

Tabla 6.2. Proporción de proyectos por tipo. En esta tabla, 'n' representa la cantidad de proyectos de cada tipo para cada año en cuestión, de manera que el total corresponde a la suma de proyectos de dicho año, y la columna del total corresponde a la suma de proyectos de cada tipo.

Tabla 6.4. Distribución geográfica de proyectos de las 50 primeras empresas con mayor número de proyectos por tipo y área. En este caso se hizo la suma de los proyectos que cada empresa desarrolló en cada región del mundo, y las 50 primeras por fase (licencia, ingeniería y construcción) se agruparon por país y se sumaron sus totales. Las columnas representan un desglose de los proyectos realizados como se explica:

LOCAL, proyectos realizados en el país de origen

REGIONAL, llevados a cabo en la región de origen, pero fuera del país de origen

EXTERNO, fuera de la región de origen

Las siguientes columnas representan la cantidad de proyectos ejecutados por área geográfica.

Tabla 6.5. Evolución geográfica de proyectos en ingeniería. Para complementar la información de la tabla anterior en el caso de la ingeniería, se siguió con la misma consulta pero separada por año de inicio del proyecto.

Tablas 6.6 y 6.7. Porcentaje de proyectos en que la empresa realiza varias actividades / porcentaje de proyectos que se realizan con alianzas. En este caso, 'n' representa la cantidad mínima de proyectos por año para los que se contaba con la información necesaria para hacer el cálculo; por ejemplo, en el caso de Licencia – Ingeniería, corresponde al mínimo de proyectos en los que se conoce a la empresa que otorgó la licencia y a la empresa que llevó a cabo la ingeniería entre 1991, 1996 y 2001. El porcentaje se refiere al cociente de cantidad de proyectos en que se cumple la condición estudiada, entre el total de proyectos en que se conoce la información necesaria.

Tabla 6.9. Situación general de proyectos en la industria petroquímica mexicana. Para contar con muestras más representativas se dividió la década en trienios, donde 'muestra'

es la cantidad de proyectos para los cuales se cuenta con información suficiente, 'ocurrencias' la cantidad de proyectos que cumplen con la condición especificada en la tabla y 'porcentaje' el cociente de las dos últimas.

Tabla 6.9. Empresas con mayor cantidad de proyectos en la industria petroquímica mexicana. En este caso se hizo la cuenta del total de proyectos en que participó la empresa en cuestión, tomando en cuenta la condición que se muestra en cada columna.

Tabla 6.11. País de origen de la empresa contratista. Cuenta de proyectos para los que se tiene información de cada fase, agrupados por país de origen de la empresa contratista.

Engineering News Record.

En el caso de las tablas provenientes de Engineering News Record, la información se bajó directamente de internet y se hicieron las consultas adecuadas.

Tablas 5.1 y 5.2. País de origen de la empresas de diseño o construcción, respectivamente, con mayores ganancias internacionales. Se sumaron el total de ganancias de las empresas que aparecen en la lista de cada año, agrupadas por país. 'INT / TOT' se refiere al cociente del valor facturado a nivel internacional entre el total facturado. Finalmente, 'n' corresponde al total de empresas que aparecen en la lista, del país que se indica.

Tabla 5.3. Ganancia acumulada de las empresas con mayores ganancias internacionales. Indica el cociente del total facturado a nivel internacional de las primeras n empresas que aparecen en la lista, entre el total facturado a nivel internacional ese año.

Otros.

Tabla 4.8. La Industria Petroquímica Mexicana. Aprovechamiento de la capacidad instalada, se refiere al cociente de la producción en toneladas a la capacidad instalada en toneladas para el año en cuestión. Autosuficiencia se refiere al cociente del consumo aparente a la producción, donde el consumo aparente es la suma de la producción más las exportaciones menos importaciones. El porcentaje del valor de producción es el cociente del valor de la producción de cada subrama entre la producción total, en pesos.

TABLA 7.2. Opciones educativas en ingeniería en México. Se consultó el catálogo de carreras en México de la página web de la ANUIES, y se hicieron las sumas pertinentes en base de datos.

Cabe destacar que en algunos de estos casos los resultados obtenidos son un indicativo de la tendencia actual que siguen las variables que se miden, ya que no se cuenta con información completa referente a la totalidad de proyectos desarrollados en el mundo.

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 2.1. Mitos y realidades de la tecnología.....	10
TABLA 3.1. Los proyectos en la industria química son altamente multidisciplinarios.....	19
TABLA 3.2. Pasos fundamentales de un proyecto en la Industria Química.....	20
TABLA 4.1. Valor de Producción de la Industria Química a Nivel Mundial.....	39
TABLA 4.2. Participación de diferentes sectores en la producción a nivel mundial.....	40
TABLA 4.3. Distribución geográfica de la Industria Química.....	40
TABLA 4.4. Datos claves en la Industria Química Mexicana, 1991-2000.....	41
TABLA 4.5. Participación porcentual del valor de insumos en el valor de producción, 1991-1998.....	42
TABLA 4.6. Distribución Geográfica de la Industria Química Mexicana.....	44
TABLA 4.7. La Industria Química Inorgánica Mexicana, 1993-2000 (toneladas).....	45
TABLA 4.8. La Industria Mexicana de Refinación (miles de barriles diarios).....	46
TABLA 4.9. La Industria Petroquímica Mexicana, 1996-1999.....	48
TABLA 5.1. País de Origen de las empresas de diseño con mayores ganancias internacionales, 1998-2000.....	52
TABLA 5.2. País de origen de los contratistas con mayores ganancias internacionales, 1998-2000.....	54
TABLA 5.3. Ganancia acumulada de las empresas con mayores ganancias internacionales (porcentaje).....	57
TABLA 5.4. Empresas de diseño con mayores ganancias internacionales por categoría, 1998 - 2000.....	58
TABLA 5.5. Costo aproximado de la hora hombre en 1995.....	60
TABLA 6.1. Perspectiva quinquenal del valor de proyectos en la industria petroquímica (1996-2000).....	61
TABLA 6.2. Proporción de proyectos por tipo, 1991,1996,2001.....	62
TABLA 6.3. Proyectos activos en la Industria Petroquímica a Nivel Mundial, 1991-2001.....	63
TABLA 6.4. Distribución Geográfica de Proyectos de las 50 primeras empresas con mayor número de proyectos por tipo y área, 1991, 1996, 2001.....	68
TABLA 6.5. Evolución geográfica de proyectos en ingeniería.....	69
TABLA 6.6. Porcentaje de proyectos en que la empresa realiza varias actividades, 1991, 1996,2001.....	70
TABLA 6.7. Porcentaje de proyectos que se realizan con alianzas, 1991,1996,2001.....	71
TABLA 6.8. Empresas con mayor facturación a nivel internacional en refinación y petroquímica, 1999 - 2001.....	73
TABLA 6.9. Situación general de proyectos en la industria petroquímica mexicana, 1992-2000.....	74
TABLA 6.10. Empresas con mayor cantidad de proyectos en la industria mexicana petroquímica y de refinación, 1992 - 1999.....	76
TABLA 6.11. País de origen de la empresa contratista, proyectos petroquímicos en México.....	78
TABLA 7.1. Fortalezas y debilidades de la ingeniería mexicana.....	81
TABLA 7.2. Opciones educativas en ingeniería en México.....	84
TABLA B1. Tratados de libre comercio de México con el exterior.....	95

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 3.1. Ciclo de vida del proyecto	21
FIGURA 3.2. Estimado de costos del proyecto	36
FIGURA 3.3. Factores aprendidos que conducen al éxito en la ejecución de proyectos	38
FIGURA 4.1. Participación estatal al PIB de la Industria Química Mexicana	44
FIGURA 4.2. Indicadores de la Industria Mexicana de Refinación, 1990-2000	47
FIGURA 4.3. Indicadores de la Industria Petroquímica Mexicana, 1996-1999	49
FIGURA 5.1. Distribución mundial de las empresas que facturaron a escala internacional en 2000	56
FIGURA 6.1. Evolución geográfica de proyectos en ingeniería	69
FIGURA 6.2. Porcentaje de contratos en la modalidad de costo reembolsable	72
FIGURA 7.1. Necesidades de actualización de los ingenieros mexicanos	82
FIGURA 8.1. Desempeño óptimo de una empresa de ingeniería	91
FIGURA A1. Producto Interno Bruto de México	92
FIGURA A2. Inflación en México	93
FIGURA A3. Tasas de interés en México	93
FIGURA A4. Cotización del Dólar Estadounidense	94

BIBLIOGRAFÍA.

Libros.

1. Samuelson y Nordhaus. Economía. 14ª ed. Ed. McGraw-Hill. España, 1992.
2. Dornbusch, Fischer. Macroeconomía. 6ª ed. Ed. McGraw-Hill. España, 1994.
3. Colegio Nacional de Economistas. México; Perspectivas de una Economía Abierta. Ed. Porrúa. México, 1993.
4. Cleland, David y King, William (editores). Project Management Handbook. Ed. Van Nostrand Reinhold. Estados Unidos de América, 1988.
5. Kimmons, Robert y Loweree, James (editores) Project Management. A Reference for Professionals. Ed. Marcel Dekker. Estados Unidos de América, 1986.
6. Kerridge, Arthur E. y Vervalin, Charles H. (editores). Engineering & Construction Project Management. Gulf Publishing Company. Estados Unidos de América, 1986.
7. Navarrete, Pablo F. Planning, Estimating, and Control of Chemical Construction Projects. Marcel Dekker. Estados Unidos de América, 1995.
8. Whittaker, Roy. Project Management in the Process Industries. John Wiley & Sons. Estados Unidos de América, 1996.
9. Peters, Max S. et al. Plant Design and Economics for Chemical Engineers. 4ª ed. McGraw-Hill Higher Education. Estados Unidos de América, 1990
10. PMI. Design-Procurement-Construction Specific Interest Group. The ABCs of DPC: A Primer on Design-Procurement-Construction for the Project Manager. Estados Unidos de América, 1998.

11. Frankel. Project Management in Engineering Services and Development. Butterworks. Reino Unido, 1990
12. Hajek, Victor G. Management of Engineering Projects. 3ª ed. Ed. McGraw-Hill. Estados Unidos de América, 1965.
13. Ludwig, Ernest E. Applied Project Engineering and Management. 2ª ed. Golf Publishing Company. Estados Unidos de América, 1988.
14. Corzo, Miguel Ángel. Introducción a la Ingeniería de Proyectos. Ed. Limusa. México, 1982.
15. Asociación Nacional de la Industria Química. Anuario Estadístico de la Industria Química Mexicana 1999. México, 1999.
16. Asociación Nacional de la Industria Química. Anuario Estadístico de la Industria Química Mexicana 2001. México, 2001.
17. Secretaría de Energía. Petroquímica 1998. Anuario Estadístico. México, 1999.
18. Secretaría de Energía. Petroquímica 1999. Anuario Estadístico. México, 2000.
19. Petróleos Mexicanos. Anuario 2001. México, 2001.
20. INEGI. La Industria Química Mexicana. México, 1998

Conferencias.

1. Gómez, Leopoldo y Aguilar, Julio. "Efecto de Variables Macroeconómicas en la Evaluación Financiera de Proyectos de Inversión". Septuagésima Quinta Reunión a Nivel de Expertos de ARPEL. Ingeniería de Proyectos. PEMEX / IMP / ARPEL. México, 1990.

2. AMI / CONACYT. Memoria del congreso internacional: El Estado del Arte y Prospectiva de la Ingeniería en México y en el Mundo. México, 1991.
3. AMI / CONACYT. Memoria del segundo congreso internacional: El Estado del Arte y Prospectiva de la Ingeniería en México y en el Mundo. México, 1993.
4. AMI / CONACYT. Memoria del tercer congreso internacional: Presente y Futuro de la Ingeniería en México y en el Mundo. México, 1995.
5. AMI / CONACYT. Mesa Redonda sobre Retos y Oportunidades del Tratado de Libre Comercio para la Ingeniería Mexicana. Dentro del Tema Problemática del Desarrollo Tecnológico Nacional. México, 1995.
6. Ackoff, Russell L. Oportunidad sin Paralelo para México, en la Nueva Economía Global. Ciclo de Conferencias Debate – Academia Mexicana de Ingeniería. México, 1991.
7. Jiménez Espriú, Javier. El Futuro de México sin Ingeniería Mexicana. Academia Mexicana de Ingeniería. México, 1997.

Tratados Comerciales.

1. Acuerdo General sobre Comercio de Servicios.
2. Tratado de Libre Comercio de América del Norte.
3. Tratado de Libre Comercio México – Bolivia.
4. Tratado de Libre Comercio México – Costa Rica.
5. Tratado de Libre Comercio del Grupo de los Tres.
6. Tratado de Libre Comercio México – Nicaragua.
7. Acuerdo de Cooperación Económica México – Uruguay.

8. Tratado de Libre Comercio México – Chile.
9. Tratado de Libre Comercio México – Israel.
10. Tratado de Libre Comercio México – Unión Europea.
11. Tratado de Libre Comercio México – Triángulo del Norte.

Artículos.

1. Segil, Lorraine. “Global Work Teams: A Cultural Perspective”. PM Network. Marzo de 1995.
2. Minor, W. Richard. “Stranger in a Strange Land. The American Project Manager Working Abroad”. PM Network. Marzo de 1993.
3. Grove, Hallowell, Smith. “A Parallel WBS for International Projects”. PM Network. Marzo de 1993.
4. Tissebaum, Carlos. “So you want to be a Project Engineer”. Chemical Engineering, Noviembre de 1993.
5. Hall, Stephen. “Building a Team for Design Projects. Chemical Engineering”, Septiembre de 1990.
6. Harding, Jeffrey. “A Crash Course in Project Engineering. Chemical Engineering”, Julio de 1995.
7. Oliver. “40 Rules of Thumb for Trouble – Free Projects”. Chemical Engineering. Abril de 1993.
8. Andia, D. “Project Practices for Success”. . Hydrocarbon Processing. Diciembre de 1998.

9. Hunter, David. "Closing out the Century". Chemical Week. Vol. 161, Iss 49. Dec 22- Dec 29 1999.
10. Construction Industry Institute. "Vision 2020". Estados Unidos de América, 1999.
11. Hydrocarbon Processing Construction Boxscore. Solicitud de consulta a la base de datos de Gulf Publishing Company para todos los proyectos iniciados en 1991, 1996 y 2001.

Internet.

1. Engineering-News Record. <http://www.enr.com>
2. Hydrocarbon Processing. <http://www.hydrocarbonprocessing.com>
3. Chemical Week. <http://www.chemicalweek.com>
4. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. <http://www.inegi.gob.mx>
5. Asociación Nacional de la Industria Química. <http://www.aniq.org.mx>
6. Facultad de Química de la Universidad Nacional Autónoma de México. <http://www.fquim.unam.mx>
7. Academia Mexicana de Ingeniería. <http://www.ami.org.mx>
8. Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior. <http://www.anuies.mx>
9. Secretaría de Energía. <http://www.energia.gob.mx>
10. Secretaría de Economía. <http://www.economia.gob.mx>
11. Petróleos Mexicanos. <http://www.pemex.gob.mx>
12. Construction Industry Institute. <http://construction-institute.org>
13. Building Commissioning Association. <http://www.bcxa.org>

14. Organización Mundial de Comercio. <http://www.wto.org>

15. CEFIC. <http://www.cefic.org>

16. United Nations Economic Commission for Europe. <http://www.unece.org>