



33
Lejón

**UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE MEXICO**

FACULTAD DE INGENIERIA

**LA INGENIERIA DE AVANZADA
EN EL MUNDO**

T E S I S

**PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA INDUSTRIAL**

P R E S E N T A N:

ROBERTO	ALEJANDRO	BARRERA	MONTES
RODRIGO	CERVELLO	GENDROP	
RUBEN	CONTRERAS	ARIAS	
HECTOR	ESQUIVEL	AGUIRRE	
ENRIQUE	GAITAN	MAUMEJEAN	



**DIRECTOR DE TESIS:
ING. MANUEL VIEJO ZUBICARAY**

MEXICO, D. F.:

1995

FALLA DE ORIGEN

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



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.

DEDICATORIAS

Es imposible dejar pasar el hecho de que durante cada una de las etapas de mi vida mucha gente ha contribuido de alguna manera, en la creación de lo que fui, soy, y seré. Gente que en múltiples formas me brindo su apoyo -aún sin saberlo-, de forma incondicional y sincera. A todos y cada uno de ellos les dedico este trabajo, que es el principio de lo que ahora me toca empezar a pagar.

DIOS MÍO... Eres el primer amigo verdadero de mi vida, con quien el conversar es tan fácil y difícil a la vez. Eres el que siempre me respalda; el que lo sabe absolutamente todo sobre mi y a pesar de ello, el que nunca me abandona.

Gracias por darme la vida y la oportunidad de vivirla.

FLAQUITA LINDA... Desde que me concebiste las penas nunca te faltaron, -creo que olvide tener mi torta bajo el brazo-; y sin embargo siempre me has defendido con uñas y dientes. Gracias por ese inmenso amor que me ha dado una vida...dejando atrás la tuya

Bendita seas, mamá.

GRUÑÓN DE PORRA..." Lo único que te puedo dejar es una educación", me decías. Pero el detalle que olvidaste mencionar es que esa educación me la iban a dar tu trabajo, tus desvelos y tu salud.

Hoy puedes ver lo que tu esfuerzo consiguió; de no ser por ti, tal vez yo no tendría una carrera universitaria.

Gracias por tu amor, papá.

GORDITO.. "Encargarte" con mi mamá llenó por completo ese gran sensación de soledad que ahora tendría si no estuvieras aquí; y hoy más que nunca puedo decirte que jamás estarás solo, que me tienes a mi para apoyarte.

De Ti espero grandes cosas y estoy seguro que las alcanzarás.

Gracias por estar aquí, Omar.

BRUJITA LATOSA... Conocerme a principios de mi carrera fue lo mejor que pudo pasarme; a partir de entonces, no existe hora en la que no tenga tu cariño, tu compañía, tu comprensión, tu amistad y tu amor. Gracias por darme todo sin pedir nunca nada a cambio.

Te amo, María Elena.

TÍA IRMA, ARMANDO Y GUSTAVO... Gracias por ser en realidad mi segunda familia. Su afecto siempre ha estado conmigo.

Los quiero mucho.

ABUELOS... Ustedes sembraron las semillas y hoy, siguen recogiendo los frutos.

**Con cariño para Salvador, Carlota, Juanita,
Domingo y Maximino.**

A mi **UNIVERSIDAD NACIONAL** le agradezco el cariño que obtuve de ella durante todos estos años. Me llevo un poco de su alma en cada uno de los pequeños grandes detalles de experiencia, que mis profesores compartieron conmigo:

INGENIEROS GABRIEL JARAMILLO Y MARTÍN BÁRCENAS... Gracias por hacer del anexo una recuerdo agradable. Nunca olvidare las palabras de aliento y amistad que siempre me demostraron.

ING. EMILIO G. URRUTIA... Gracias por tener la entereza para luchar y enseñar.

ING. DANIEL R. RESENDIZ... Gracias por creer que " Siempre hay un método mejor ".

LIC. YOLANDA ESTRADA... Gracias por tener en todo momento, el optimismo y la sonrisa a flor de piel.

ING. TORRES II... Gracias por su dedicación , energía y sobre todo, gracias por transmitir conceptos que nunca se dan en una clase.

ING. RICARDO VIDAL... Gracias por el coraje y determinación que demostró en todo momento.

ING. ELOÍSA DÁVALOS... Gracias por llevar en la sangre a la UNAM.

ING. MANUEL ZUBICARAY... Gracias por su visión a futuro, sin perder de vista la realidad.

ANIMALES... Ustedes son los mejores amigos que una persona pueda tener y, a pesar de que nuestras vidas han tomado rumbos distintos, los lazos nunca se han perdido.

Gracias, Miguel Ángel Sánchez, Miguel García, Juan e Israel Morales, Javier Morales, Bruno Islas, Jorge Corona, José Luis Dávila, Rita Carmona y Familia, Mariana Calderón, Paolín Oyuky, Tomas Almaráz, Arturo Zareo, Lorena Martínez y Juan Olascuaga.

AMIGOS DE LA F.I. ...A pesar de ser tantos en una Facultad tan grande, la amistad y compañerismo son cosas contadas.

Gracias por ser de la minoría, Arturo Morán, Victoria Ramírez, Iris Valderrama, Alberto López, Erick Consuegra, Mauricio Nava, Pedro y Claudia Guerrero, Gaby Jiménez y Fernando Palafox.

COMPAÑEROS DE TESIS... Fue agradable cooperar con todos ustedes para poder hacer de esta tesis un trabajo valioso.

Gracias, Enrique Gaitan, Rodrigo Cervello, Héctor Esquivel y Rubén Contreras.

TABLA DE CONTENIDO

1. Marco General de Referencia	1
1.1. Objetivos	1
1.2. Justificación del Estudio	1
1.3. Evolución de la Ingeniería	2
1.3.1. Los Ingenieros Industriales	2
1.3.2. Los Ingenieros Civiles	6
1.3.3. Los Ingenieros Eléctricos	14
1.3.4. Los Ingenieros Mecánicos	21
1.3.5. Los Ingenieros de Minas y Metalurgistas	25
1.3.6. Los Ingenieros Petroleros	31
2. Marco Teórico	39
2.1. Marco Conceptual	39
2.2. Conocimientos y habilidades requeridas para la Ingeniería de Avanzada	40
2.3. Planteamiento del Problema	41
2.3.1. La Ingeniería de Avanzada en el Mundo	41
3. Diagnóstico de la Situación Actual	73
3.1. Situación Geopolítica de México	73
3.2. Economía Nacional	77
3.2.1. Economía de los Estados	83
3.3. Desempleo	86
3.3.1. Población ocupada por ocupación principal según situación en el trabajo	87
3.3.2. Población ocupada por sector de actividad según situación en el trabajo	89
3.3.3. Población ocupada por ocupación principal según sector de actividad	91
3.3.4. Profesionales de la Ingeniería ocupados según ocupación principal	93
3.3.5. Tasas de desempleo por nivel de instrucción	95
3.3.6. Distribución de los profesionales de la Ingeniería según sector de actividad económica	95
3.3.7. Tasa de desocupación de los profesionales de la Ingeniería	97
3.4. Ingenieros por cada mil trabajadores (1970)	99
3.5. Ingenieros por cada mil habitantes (1985)	100
3.6. Gasto por transferencia de tecnología	100

3.6.1. Principales fuentes de financiamiento de gasto nacional en ciencia y tecnología por país	101
3.7. Distribución por disciplina académica	102
3.7.1. Matrícula de Licenciatura	108
3.8. Comparativo de México	108
3.9. Energía	120
4. Propuestas	125
4.1. Los Ingenieros frente a las nuevas condiciones de competencia	125
4.1.1. Un poco de historia	125
4.1.2. La generación de conocimientos tecnológicos	125
4.2. Liderazgo	131
4.3 Educación	133
4.3.1. Situación de la Facultad de Ingeniería, UNAM	135
4.3.2. La educación de Ingeniería en los Estados Unidos: un sistema en evolución	138
4.3.3. Conclusiones	148
5. Reflexión	151
5.1. La Ingeniería Mexicana	152
5.1.1. Calidad	153
5.1.2. Cantidad	153
5.1.3. Geografía	154
5.1.4. Situación de los estudiantes de Ingeniería de la UNAM frente a los de escuelas particulares	155
5.1.5. Situación de los Ingenieros mexicanos	156
5.2. Reflexión final	156

1. Marco General de Referencia

1.1 Objetivos

- **Objetivo General:** Conocer las tendencias de la Ingeniería de Avanzada en el Mundo.
- **Objetivos Específicos:** Determinar el impacto de las tendencias de la Ingeniería en la estructura curricular de las carreras de Ingeniería.

1.2 Justificación del Estudio

El cambio y la adaptación son las constantes del mundo en que vivimos. La humanidad, en su interminable evolución, concibe y comparte nuevas ideas, que se ven reflejadas en la relación fundamental para el desarrollo y el progreso: La Ingeniería-tecnología.

La ingeniería en el mundo se ha ido adaptando en sus diferentes áreas para resolver los problemas de la industria, la salud, demografía, economía, etc. De esta manera la ingeniería del futuro se enfoca a resolver la problemática creada por la sobre-explotación de los recursos naturales, la contaminación en todas sus formas, y otros problemas surgidos por el incremento de la población, que además en muchos países, donde los modelos de desarrollo todavía son centralistas, a su vez ocasiona otros problemas. En el campo de las comunicaciones la ingeniería jugará un papel indispensable en la realización de sistemas integrados de educación interactiva a distancia.

El campo de la medicina ha sufrido cambios revolucionarios que la han convertido en ingeniería Biomédica de avanzada, en este sentido la ingeniería encuentra un campo fértil para desarrollar nuevos sistemas y equipos. Las nuevas ingenierías de avanzada se encargarán del diseño, construcción, control y mantenimiento de sistemas y equipos de aprovechamiento de energía solar, eólica, geotérmica, etc. que requerirán ser desarrolladas para satisfacer las nuevas demandas energéticas.

Los proyectos, acuerdos y programas internacionales para la detención del calentamiento de la tierra requerirán el desarrollo de centros de distribución de gas natural para vehículos automotores, así como para maquinaria diversa. La ingeniería avanzada, entre otras cosas, tenderá a la industrialización del concreto armado y su comercialización, actividad que será importante en la creación de nuevas ciudades. Si la revolución industrial provocó la especialización de las ingenierías y esto determinó el desarrollo de la industria durante los últimos 100 años, nuevamente estamos sufriendo una revolución en la que las ingenierías tenderán a la integración de conocimientos y al desarrollo de proyectos conjuntos, en

donde la especialización pasará a segundo término. El tomar en cuenta estos constantes cambios, por parte de las universidades, permitirá que el perfil de las instituciones de enseñanza superior se adapte y vaya a la par de las nuevas tendencias. Permitiendo con ello el adecuado desarrollo de las diversas disciplinas ingenieriles.

1.3 Evolución de la Ingeniería

1.3.1 Los Ingenieros Industriales

1.3.1.1 Aspectos históricos

La ingeniería industrial nace con el amplio proceso de mecanización del trabajo que surgió a finales del siglo XVIII, denominado Revolución Industrial, y que constituye el fundamento tecnológico de la transición de la manufactura a la gran industria y que comenzó con la utilización del poder del vapor de forma anárquica y con apoyo en instrumentos simples y rudimentarios que surgieron de actividades azarosas.

Pero conforme la industria avanza y va teniendo mayores necesidades de sistematizar los procesos de producción y administración, sus herramientas, procesos, procedimientos y técnicas, se desarrollan y fundamentan cada vez más en los avances del conocimiento científico y tecnológico. De esta forma, y durante la segunda mitad del siglo XIX, surgen los principios de la teoría de la dirección, la creación de nuevos métodos de trabajo y la innovación tecnológica en talleres y fábricas, para satisfacer la necesidad de mejorar la producción, y se involucra la actividad humana en procesos sistemáticos, que posteriormente se generalizan a las actividades de transporte, comunicación, organizaciones de servicio y administración pública.

Aún así, el principio de esta disciplina como tal, le es atribuido a Frederick W. Taylor (1856-1915), ingeniero mecánico graduado en el Stevens Institute of Technology; el cual, bajo los auspicios de la ASME (American Society of Mechanical Engineers), hizo aportaciones importantes en la sistematización de dichos procesos por medio de la integración de los factores humanos, técnicos y de los materiales de producción; unió la teoría de los principios gerenciales y los métodos de análisis, dio uno de los primeros grandes enfoques sobre la dirección americana con su teoría científica, en la cual su principal objetivo era elevar la productividad dejando en segundo plano la humanización del trabajo.

Aunque casi todos los teóricos posteriores a Taylor hicieron de la producción una meta general, se enfatizaron principalmente en la relevancia de los factores humanos y en un nuevo concepto sobre la calidad de vida del trabajo; no es hasta la Segunda Guerra Mundial, donde se empiezan a

practicar los preceptos Taylorianos para aumentar la producción, y se inician los planes de incentivos y facilidades para trabajadores, se aumenta la capacidad tecnológica y los procedimientos de control de las industrias. Pero el efecto neto de todo esto era una disciplina dispersa con muy corto enfoque, apoyada principalmente en cuestiones empíricas, carente de una organización y grupo nacional que le diera coherencia y concentración, y que era considerada generalmente como una actividad subprofesional en el mejor de los casos.

Esta situación comenzó a cambiar poco después de la II Guerra Mundial. En 1948, se fundó el American Institute of Industrial Engineers (AIIE) en Columbus, Ohio. De mayor importancia fue el hecho de publicar el material que antes era confidencial y que se refería a algunos de los análisis efectuados en el transcurso de la guerra: la investigación de operaciones. La década de los años cincuenta, por tanto, fue de gran actividad en materia de transición de la época de empiricismo de antes de la guerra a métodos disponibles más cuantificados después de ella.

Es así que, la ingeniería industrial adquiere ciertas características que aún conserva en la actualidad. En 1955 se le da una definición específica que tiene que ver con el diseño, mejora e instalación de sistemas integrados de hombres, materiales y equipo para aumentar y mejorar la producción industrial. Su función se basa en el conocimiento especializado y habilidades en matemáticas, física y ciencias sociales, así como en los principios y métodos de análisis para especificar, predecir y evaluar los resultados de la producción. Para la década de los setentas, los adelantos matemáticos con aplicaciones en el área de investigación de operaciones y el desarrollo de la computadora digital de alta velocidad, cambiaron a la ingeniería industrial de una ciencia empírica no cuantitativa, a otra de considerable refinamiento matemático, logrando que fuera considerada como una ciencia formal. Con el paso del tiempo, el interés por los programas de ingeniería industrial creció y muchas universidades y colegios crearon departamentos de especialización en Canadá, Europa, Australia y América Latina. La curricula correspondiente evolucionó y adoptó cursos similares a los que se enseñan en Estados Unidos.

La gran extensión del conocimiento industrial, su aplicación en los negocios y en los problemas de la empresa, así como la continua expansión de la economía mundial, han sido factores en el desarrollo y aceptación de la carrera de ingeniería industrial. Actualmente, la ingeniería industrial es un conjunto de ciencias y técnicas en pleno desarrollo, que han surgido de la idea concebida por Taylor al aplicar los principios de la técnica, de las ciencias físicas y de la administración industrial; ideas que se han venido desarrollando y adaptando a las situaciones que se presentan con el paso del tiempo.

Los orígenes de la carrera de ingeniería industrial en México, se remontan al año de 1867 con la creación de la Escuela Superior de Ingenieros. En dicha escuela se impartían las cátedras para obtener los títulos de ingeniero civil, ingeniero en minas, ingeniero mecánico, ingeniero topógrafo, ingeniero hidrógrafo y agrimensor. Más tarde, en 1883 se crean las carreras de ensayador, telegrafista, apartador, ingeniero industrial, ingeniero de caminos puentes y canales, e ingeniero geógrafo, y se unen los de ingeniero topógrafo e hidrógrafo. La carrera de ingeniero de minas aumenta su especialidad a metalurgista.

En 1889 se crea la carrera de ingeniero electricista; el 15 de septiembre de 1897, la profesión de ingeniero de caminos puentes y canales se incorpora a la de ingeniero civil. En 1898 se anexan las carreras de ingeniería sanitaria y procedimientos de construcción. Posteriormente, en el año de 1910, la Escuela Superior de Ingenieros se integra a la Universidad Nacional, donde se instituyen las profesiones de ingeniero mecánico electricista (debido a la fusión de ingeniería mecánica e ingeniería eléctrica), e ingeniero petrolero (junto con su especialidad en exploración petrolera) en 1912 y 1927 respectivamente.

Tres años más tarde, se promulga un nuevo estatuto para la Universidad Nacional, en él, la escuela especial de ingenieros, toma el nombre de Escuela Nacional de Ingeniería que a su vez, es elevada al rango de Facultad, en 1959. Entonces se impartían las carreras de ingeniero topógrafo y geodesta, ingeniero civil, ingeniero de minas y metalurgista, ingeniero mecánico electricista, ingeniero petrolero e ingeniero geólogo. Ya en 1968, la carrera de ingeniero mecánico electricista se subdivide en las áreas industrial, eléctrica, electrónica y mecánica.

Por su parte, los Institutos tecnológicos comienzan a impartir la carrera de ingeniería industrial en el año de 1960, con opciones que respondieron a la demanda de profesionistas de este campo que se daba en ese momento, y que fueron capaces de conjugar los elementos básicos de la ingeniería y las ciencias sociales. Las opciones creadas se orientaron a las áreas de ingeniería eléctrica, mecánica y química. La característica principal del plan de estudios vigente de 1960 a 1969 en los tecnológicos fue la de una amalgama de materias de las áreas mencionadas, profundizando en la opción correspondiente. Como no estaba considerada la esencia de la ingeniería industrial clásica, en ese mismo año surgió la opción de producción. En el periodo de 1969 a 1973, el plan de estudios de ingeniería industrial, con opción en producción, estaba aún lejos de repercutir en el medio industrial, pues el 80% de sus materias correspondían a las áreas de ingeniería eléctrica, mecánica y química. Algunas de las materias que incluía el plan eran: fenómenos de transporte, mecanismos, ingeniería térmica, análisis químico cuantitativo y cualitativo, etc.

En 1973 la carrera de ingeniería industrial con opción en producción, es sustituida por la de ingeniería industrial en producción, mediante una reestructuración del plan de estudio que planteaba tres áreas: asignaturas comunes de ingeniería, asignaturas comunes de ingeniería industrial y asignaturas de la especialidad en producción. Asimismo, se disminuyeron los cursos sobre química, mecánica y eléctrica, y se ampliaron los conocimientos en el área de investigación de operaciones y de sistemas de producción. En 1978 se actualiza el plan de estudios de ingeniería industrial en producción, aunque no se modifican el objetivo ni el perfil, únicamente se incluyeron temas de vanguardia que los sectores productivos demandaban.

Este plan se mantuvo hasta 1980, cuando se convocó a profesores destacados de los institutos tecnológicos del área, para efectuar una revisión y reestructuración exhaustiva de la carrera. Esta vez se modificó el perfil, objetivo, retícula y contenidos temáticos con temas emergentes en la práctica de la ingeniería industrial. Uno de los aspectos más sobresalientes fue la consideración de asignaturas congruentes entre sí, que aglutinaran los conocimientos emergentes del área, la especialización del estudiante en un área específica y la resolución de las necesidades locales en la región de influencia del instituto. Por otra parte, cabe destacar que en el periodo de 1980 a 1989 surgieron las carreras de ingeniería industrial en planeación en los institutos tecnológicos de Colima y La Paz; ingeniería industrial en control de calidad en Querétaro; y a iniciativa del tecnológico de Tlalnepantla la carrera de ingeniería industrial pura con un enfoque hacia los procesos de fabricación, la cual fue aceptada sólo por algunos tecnológicos. Todas estas carreras nacieron con base en necesidades regionales muy particulares, lo que hizo que carecieran de una aceptación general y que a partir de 1989, entraran en proceso de liquidación.

A través del tiempo, el campo de aplicación del ingeniero industrial ha variado y se ha ampliado conforme la industria crece y se van sofisticando sus procesos productivos; por eso, el ingeniero industrial se ha transformado de ser un ingeniero de métodos y de distribución de planta, a ser un integrador y coordinador de las diversas fases de la producción, que tienen que ver con los recursos materiales y técnicos, con el fin de elevar la capacidad competitiva de las industrias.

1.3.1.2 Situación Actual¹

La ingeniería industrial, no fue considerada como una ciencia formal hasta la aparición de una nueva transición tecnológica: la segunda revolución industrial. Ella inicia en la década de 1970, encabezada por una

¹ FUENTE: Consejo del Sistema Nacional de Educación Tecnológica, COSNET, Noviembre 1994. Manual de Ingeniería Industrial, Vol. 1, Editorial Limusa.

serie de cambios importantes, los cuales, representan cambios dramáticos ocurridos en el mundo de los negocios e involucran esencialmente cuatro elementos:

- Globalización
- El crecimiento computacional
- El surgimiento de la información en vía rápida
- La reestructuración de las corporaciones.

A partir de tales sucesos, la ingeniería industrial de los años ochenta cuenta con instrumentos cada vez más refinados para analizar sus problemas y diseñar sistemas nuevos y mejorados, muestra de ello es el drástico progreso en la productividad manufacturera de la industria estadounidense. En el proceso, sin embargo, esta disciplina ha tenido que contemplar su descomposición en subespecialidades. Por otro lado, la nueva propensión de la carrera también está creando nuevas relaciones dentro de las compañías. Aquellas que alguna vez utilizaron estructuras organizacionales en forma de pirámide, ahora cuentan con operaciones más favorecidas que las anteriores. Una de las razones, es una vez más, la tecnología de información.

La jerarquía administrativa continua decayendo ya que la tecnología está habilitando la democratización dentro de las empresas, lo que implica dar más poder a la gente. Esta nueva distribución de la autoridad ha traído además, un nuevo énfasis de competencia y de valorización del personal; dejando a un lado la posición o los títulos. Todos estos cambios forman parte de la nueva tendencia a la que se ha enfocado la ingeniería industrial, en donde se establece el rediseño de procesos, reestructuración de relaciones, cambio de la cultura de la corporación, y alteración de las actitudes entre los empleados en forma positiva: la **reingeniería**.

1.3.2 Los Ingenieros Civiles

El término Ingeniería Civil fue utilizado por primera vez en el Siglo XIX para distinguir a la recientemente reconocida profesión de la Ingeniería Militar, hasta entonces preeminente. Desde los tiempos más remotos, sin embargo, los ingenieros han participado en actividades tanto de paz como de guerra, y muchos de los trabajos de Ingeniería Civil de tiempos antiguos y de la edad media -como los baños públicos romanos, caminos, puentes, y acueductos; los canales Belgas, las defensas marítimas holandesas, las catedrales góticas francesas, y numerosos monumentos más- revelan una historia continua de inventiva, genio y experimentación persistente en este tipo de construcción.

1.3.2.1 Aspectos históricos²

Los inicios de la Ingeniería Civil como una disciplina separada pueden encontrarse en la fundación en Francia en 1716 del Corps des Ponts et Chaussés ("Tropa de Puentes y Caminos"). Sus maestros escribieron libros que se convirtieron en trabajos estándar en la mecánica de materiales, máquinas e hidráulica, y prominentes Ingenieros Ingleses aprendieron Francés para leerlos. Conforme el diseño y cálculo desplazaron fórmulas empíricas y el conocimiento experto -hasta entonces la experiencia acumulada del Ingeniero Militar- fue codificado y formulado, el ingeniero no militar pasó a tener un papel principal. Artesanos, albañiles, molineros, constructores de herramientas e instrumentos con talento y, en muchas ocasiones autodidactas, se convirtieron en ingenieros civiles.

En la Gran Bretaña, James Brindley empezó como molinero y se convirtió en el principal constructor de canales del siglo; John Rennie era un aprendiz de molinero que eventualmente construyó el nuevo Puente de Londres; Thomas Telford era un albañil que se convirtió en el principal constructor de caminos de Inglaterra y el primer presidente de la Institution of Civil Engineers (Institución de Ingenieros Civiles).

John Smeaton, el primer hombre en llamarse a sí mismo "Ingeniero Civil," era originalmente un constructor de instrumentos. Su diseño del Faro de Eddystone, con su trabajo en ladrillos entretrejido, se basaba en la experiencia e intuición de un artesano, y en el mismo año (1759) describió a la Royal Society sus experimentos con modelos a escala de molinos de agua y viento para determinar sus eficiencias.

Los trabajos de Smeaton eran respaldados por investigaciones a fondo y sus servicios se requerían constantemente. En 1771 Smeaton fundó la Society of Civil Engineers (Ahora conocida como "Smeatonian Society").

La École Polytechnique fue fundada en París en 1794 y la Bauakademie se inició en Berlín en 1799, pero no existieron escuelas de este tipo en Inglaterra por otras dos décadas. Fue esta falta de oportunidad para estudios científicos lo que condujo a un grupo de jóvenes, en 1818 a fundar la Institution of Civil Engineers. Hubo desarrollos similares en otros lugares: Irlanda, Suiza, Austria, Holanda, hasta que a mediados del siglo XIX se fundó la American Society of Civil Engineers.

El siglo siguiente produjo instituciones similares en casi todos los países del mundo. Entretanto, la educación formal en ciencias de la Ingeniería se volvió ampliamente disponible conforme otras naciones siguieron las huellas de Francia y Alemania. En la Gran Bretaña las universidades, tradicionales, asientos de aprendizaje clásico, se negaban a

²Fuente: University of Chicago: "Encyclopaedia Britannica" University of Chicago Press; Chicago, Illinois, E.U.

abrazar las nuevas disciplinas. El University College de Londres fundado en 1926 brindó un amplio rango de estudios académicos y ofreció un curso de filosofía mecánica. El King's College de Londres primero enseñó Ingeniería Civil en 1838, y en 1840 la Reina Victoria fundó la primera división de Ingeniería civil y mecánica, en la Universidad de Glasgow. En los E.U., el Rensselaer Polytechnic Institute, fundado en 1824, ofreció los primeros cursos en ingeniería civil en aquel país. El número de universidades a través del mundo con facultades de Ingeniería, que incluyen a la Ingeniería Civil, aumentó rápidamente en el siglo 19 y principios del 20, al unirse Rusia, Japón y países de Latinoamérica. La Ingeniería Civil es hoy día enseñada en universidades de todos los continentes.

1.3.2.1.1 México³

El cambio que habría de permitir al ser humano pasar de la condición de simple recolector nómada a la de sedentario se produjo muy lentamente. La agricultura tuvo una importancia definitiva en dicho cambio. El trabajo del campo transformó el tipo de vida del hombre primitivo, obligándolo a instalarse en un área determinada. Esto le indujo a construir su casa con materiales cada vez más resistentes, en contraste con las chozas de los primeros tiempos que, según se sabe, fueron sencillos refugios de paja y ramas.

Hacia 1800 años antes de nuestra era, aparecieron las primeras aldeas sedentarias en el valle de México. Los pobladores de estas principales aldeas habitaron chozas construidas de palos entretejidos con techos de paja; en esta etapa se desarrollaron las técnicas y estilos cerámicos.

En Cuicuilco, al sur del valle de México, existe un basamento de grandes dimensiones formado por una serie de conos truncados superpuestos, de tamaño decreciente, de finales del preclásico. Cerca del pueblo de Tlapacoya hay otro centro que fue en parte contemporáneo de Cuicuilco y en el que se puede apreciar también una incipiente planificación. Tlapacoya es un sitio de transición entre el preclásico y el clásico. El horizonte clásico se caracteriza por grandes centros urbanos, el desarrollo de una sociedad teocrática así como por la evolución de determinadas artes y tecnologías.

En la construcción de Teotihuacán se aplican sistemas de ingeniería que eran bastante avanzados para su época. Según R. Weitlandes y J. Leonard "uno de los más grandes pasos de la civilización es la planificación de una ciudad como Teotihuacán." Teotihuacán destaca como la ciudad sagrada de grandes monumentos en la que el arquitecto se ha expresado por medio de la línea recta. Su edificio más importante es la

³Fuente: León: "Los Ingenieros en México", S.E.P. México

pirámide del Sol, que consta de varias superposiciones, tiene aproximadamente 250m por lado en la base y casi 70m de altura. Para evitar que se produjeran deslizamientos por el peso tan enorme de las grandes pirámides de Teotihuacán, se procuró hacer los taludes tan tendidos que su inclinación casi coincide con el ángulo natural de desplazamiento de las tierras. En el edificio llamado Templo de las Columnas, de El Tajín, se han encontrado los restos derrumbados de un grueso techo fabricado con argamasa, ligeramente abovedado en la parte inferior. Como el piso de la estancia no muestra ninguna huella de que tuviera soportes aislados, se llegó a la conclusión de que este techo fue colado de una sola pieza. La argamasa fue preparada a base de cal mezclada con arena, concha marina, piedra pómez y fragmentos de cerámica. De acuerdo con estudios del INAH se cree que antes de hacer el colado llenaban de tierra la habitación y una vez secado, se extraía aquélla, que hacía la función de cimbra.

La cultura maya alcanzó un alto grado de desarrollo en la construcción de edificios y, desde el siglo VIII, erigió varios en Tikal con dos, tres y hasta cinco pisos. En muchos de estos edificios no hay huellas de escaleras interiores, por lo que se supone que éstas fueron exteriores y de madera. Sin embargo, la torre de Palenque, de varios pisos, cuenta en su interior con una escalinata que da acceso a las plantas superiores. Los mayas utilizaban comúnmente en sus construcciones la bóveda falsa o de saledizo. Estas bóvedas se encontraban construidas por sillares de piedras salientes, las superiores en relación a las inferiores, hasta unirse en un vértice que cerraba con una pequeña laja atravesada. No era pues un verdadero arco dovelado, cuyo centro de gravedad residía en la piedra del vértice o clave, es decir, piedras acuñadas por compresión, sino un arco saledizo cuya estabilidad dependía de los muros de los cuales se desprendía dicho arco. Estos arcos eran semejantes a los usados por las más viejas culturas en Grecia, Asiria y Egipto.

El ciclo de las grandes culturas prehispánicas se cierra con la cultura azteca. En medio del lago de Texcoco se erigió la más importante de sus ciudades: México-Tenochtitlan, donde se construyeron grandes templos y palacios. Muchas de sus formas de construcción procedían de culturas anteriores, como la tolteca y la teotihuacana. Así, dieron la misma aplicación a la madera en los muros para aumentar su resistencia de carga con el fin de soportar los pesados techos de tierra, siendo común el uso de las vigas, a manera de trabes, para sostener los techos; además tenían ideas muy claras sobre consolidación de suelos.

En calles y calzadas descubrieron y aplicaron el uso de puentes de madera, varios de ellos removibles, y en algunos lugares contaban con banquetas a lo largo de las aceras. Aun cuando a esta cultura no se le ha reconocido su capacidad para la construcción de bóvedas, éstas se realizaron, ya que los baños o *temazcallin* eran claramente abovedados pues

tenían la forma de media esfera, en cuyo interior se acumulaba el vapor provocado para el baño.

Con la toma de Tenochtitlan por los españoles se marcó el fin del imperio mexica y la antigua capital se transformó en asiento de un nuevo gobierno, operándose un cambio radical en su arquitectura, urbanismo, religión y costumbres. En la época colonial, para la construcción de ciudades en lugares planos, se hacía generalmente una traza ajedrezada y, en los montañosos, se seguían los accidentes del terreno, de donde resultaban calles tortuosas e inclinadas.

Para la edificación de templos los constructores emplearon las técnicas utilizadas en Andalucía ya que, abundando la madera y mano de obra, era sencillo tender techos de vigas y armaduras sobre tres naves: además así podían construirse iglesias de gran capacidad.

En esta época, en algunas de las técnicas de construcción se aprecia una fusión de procedimientos aztecas y europeos: se incorpora, por ejemplo, el uso combinado del ladrillo cocido, la argamasa de cal y arena; los techados de ladrillo delgado cocido sostenido sobre traveses o vigas de madera, así como el hincado de troncos como base de las cimentaciones. Los primeros constructores de templos y edificios en la ciudad de México hubieron de afrontar la poca resistencia de los suelos, en los que no se podía excavar para las cimentaciones en virtud de que a muy poca profundidad encontraban agua, por lo que las edificaciones se erigieron sobre muy reducidos cimientos o sin éstos, partiendo las obras del nivel natural del piso, lo que pronto ocasionó que los edificios altos y pesados comenzaran a hundirse, como sucedió con los conventos de Santo Domingo y San Agustín. Para evitar esta inestabilidad en las construcciones, especialmente en iglesias y palacios, se procedió a hincar estacas de madera, tan juntas como era posible, y sobre ellas se hacía la cimentación correspondiente. En algunos casos, como fueron la erección de la catedral de México, el Palacio Nacional, la casa de Cortés (Monte de Piedad), se utilizó como cimentación la de los propios templos o palacios prehispánicos.

Resueltos en buena parte los problemas de cimentación, a fines del siglo XVI empezaron a construirse edificios de estilo renacentista y plateresco. Del XVII hasta fines del XVIII predominan en las edificaciones el barroco mexicano: en él se emplean materiales como el tezontle, la chiluca y el tecalo.

En la construcción de casas-habitación se incorpora el uso del tepetate, que a su resistencia de carga sumaba su fácil corte y ligereza de peso. La última década del siglo pasado y la primera de éste se distinguieron por la construcción de edificios monumentales, entre los que tienen especial relevancia la iniciación del Palacio de las Bellas Artes, los edificios de Correos y Telégrafos de la Ciudad de México, así como el correo y el faro de Veracruz y el de Tampico, éste último integrado por una

torre de forma hexagonal y de 40m de altura cuya estructura es totalmente metálica. Al comenzar el presente siglo se habían construido en la Ciudad de México, edificios de 4 y 5 pisos, y no fue sino hasta el año de 1930 cuando se erigió el primero de 8 niveles; en el mismo año causó sensación el primer "rascacielos," La Nacional (1933), marcó el inicio de nuevas técnicas de construcción y el comienzo de formas modernas. El doctor Nabor Carrillo Flores buscó nuevos caminos para la aplicación de la mecánica de suelos y la elasticidad a la ingeniería civil, que permitieran resolver problemas de urgente necesidad en México y también en el extranjero.

1.3.2.2 Situación Actual

La Ingeniería Civil mexicana⁴ ha avanzado de una manera impresionante a lo largo de los años. Ejemplos de este avance son el gran número de proyectos que se llevan a cabo utilizando las mas avanzadas tecnologías, por mencionar algunas de ellas:

- La industria de la construcción puede beneficiarse mucho de las tecnologías, productos y conceptos de lo que hoy se conoce como ahorro de energía. Por lo que respecta a la envolvente de un edificio, los avances en la tecnología del "encristalado" han sido revolucionarios en esta última década: los ventanales ya no representan una desventaja sino más bien una oportunidad. En los edificios de antaño, las necesidades de iluminación y ventilación generalmente se subsanaban mediante el diseño de las ventanas. Pero en los últimos 40 años, el enfriamiento mecánico y la iluminación fluorescente cambiaron la forma de los edificios y la manera de trabajar. En la actualidad dependemos más de la tecnología que del diseño. En pocas palabras, el diseño arquitectónico involucra un diseño cuidadoso de las formas que se adapte a las necesidades de sus ocupantes aprovechando la luz, el calor y el aire fresco.

- El fenómeno de consolidación por pérdida de humedad que experimenta una gran parte del subsuelo del Valle de México, en la zona lacustre , obliga a los técnicos mexicanos a buscar respuestas claras y precisas en la materia. En términos generales, una cimentación debe satisfacer la necesidad doble de, por un parte, impedir que la construcción deforme el terreno por sobrecarga y, por otra, permitir que el edificio se asiente a la misma velocidad que lo hace el suelo pero manteniéndose siempre vertical ante la carga estática y en caso de presentarse carga sísmica. Es en aquellos casos en los cuales los edificios no se comportan de acuerdo a estos parámetros en los que se hace necesaria una "microcirugía," como la que se realizó en el Hospital Gonzalo Castañeda, en la cual se

⁴ Fuente: Revistas "Obras" e "Ingeniería Civil," ediciones varias.

retiró la junta existente de un centímetro y el edificio descendió sin afectar las construcciones adyacentes.

•Sin la espectacularidad de grandes obras como puentes, presas o líneas del metro y autopistas, existe un área de la ingeniería civil mexicana que tan discreta como eficientemente viene realizando una labor de capital importancia. La restauración estructural, y con ella todas las especialidades vinculadas, se ha venido desarrollando en el país a lo largo de las últimas décadas, incorporando a los avances tecnológicos y la experiencia de anteriores generaciones, la imaginación y capacidad de los ingenieros mexicanos. En la ciudad de México, caracterizada por sus suelos blandos, la conservación de grandes estructuras, algunas de ellas monumentos históricos como la Catedral, suele atribuirse a la calidad de la construcción original. Así, los ingenieros especialistas en la materia son justamente motivo de orgullo. Tienen ante sí un serio desafío, que por cierto no se limita a la ciudad de México, y lo están enfrentando sin espectacularidad pero con alta eficiencia, la cual ha merecido el reconocimiento internacional.

•En el aspecto carretero, se está promoviendo la utilización del concreto hidráulico, el cual presenta menor tiempo de construcción, mantenimiento casi nulo, larga vida útil y menores costos de operación para el usuario.

Debido a que la ingeniería civil ha mantenido un desarrollo constante desde sus inicios en nuestro país, sus funciones son equiparables a cualquier ingeniería civil que se realice en el mundo, por lo tanto podemos enfocarnos de lleno a las labores de un ingeniero civil independientemente de donde realice él su labor. Las funciones del Ingeniero Civil pueden ser divididas en tres categorías -aquellas que él realiza antes de la construcción (estudios de factibilidad, investigaciones de localización, y diseño), aquellos realizados durante la construcción (el tratar con clientes, ingenieros consultores y contratistas), y aquellas desarrolladas después de la construcción (mantenimiento e investigación); todas éstas son tratadas a continuación:

Estudios de Factibilidad

Ningún proyecto hoy en día se empieza sin un estudio a fondo, a veces muy largo, del objetivo y los factores que afectan su logro, ni sin estudios preliminares de planes posibles que lleven a un esquema recomendado, tal vez con alternativas. Los estudios de factibilidad pueden cubrir métodos alternativos -e.g., puente contra túnel, en el caso de cruces de agua- o, una vez decidido el método, la elección de la ruta. Los problemas económicos así como de Ingeniería deben ser considerados.

Investigaciones de localización

Una investigación preliminar de la localización es parte del estudio de factibilidad, pero una vez que un plan ha sido adoptado, una investigación más a fondo es usualmente necesaria. El dinero gastado en un estudio riguroso de suelo y subestructuras puede evitar posteriores gastos económicos -en trabajos remediales o en cambios necesarios en los métodos de construcción.

Diseño

Los resultados de la investigación en análisis estructural y la tecnología de materiales han abierto los caminos para diseños más racionales, nuevos conceptos de diseño y mayor economía de materiales. La teoría de estructuras y el estudio de materiales han avanzado juntos conforme más y más análisis refinados de esfuerzo en estructuras y pruebas sistemáticas se han realizado. El diseñador moderno no solo tiene teorías avanzadas para asistirle e información de diseño fácilmente disponible, por lo que sus diseños estructurales pueden ser ahora más rigurosamente analizados por computadoras. Aunque la mayoría de los trabajos tienen un contenido estructural, la ingeniería civil no se encuentra confinada al diseño de estructuras.

El diseño de los trabajos de ingeniería puede requerir la aplicación de la teoría de diseño de muchos campos -e.g., hidráulica, termodinámica o física nuclear. En la actualidad, la Ingeniería civil se encarga, en el área del diseño, de la creación de grandes plantas hidroeléctricas, termoeléctricas, puentes y un sinnúmero de proyectos que han de beneficiar a grandes sectores de la población.

Construcción

La promoción de los trabajos de ingeniería civil puede ser iniciada por un cliente privado, pero el grueso del trabajo hoy día es llevado a cabo para grandes corporaciones, autoridades gubernamentales, sean centrales o locales, o para juntas y autoridades públicas. Muchas de estas tienen sus propios departamentos de ingeniería, pero en lo que concierne a grandes proyectos, es usual emplear ingenieros consultores.

Al ingeniero consultor se le puede pedir primero llevar a cabo un estudio de factibilidad; entonces él recomienda un plan y brinda un costo tentativo. El es responsable por diseñar de los trabajos, proveer especificaciones, dibujos, y documentos legales en detalle suficiente para buscar precios competitivos, y certificar el término de su trabajo.

En el área de la construcción, la Ingeniería Civil se encarga de la elaboración y puesta en marcha de programas que involucran proyectos de

todos tamaños: desde trenes de alta velocidad y enormes túneles, como el que une Calais y Dover, en el canal de La Mancha, hasta caminos secundarios que conecten poblaciones diminutas.

Mantenimiento

El contratista mantiene los trabajos a satisfacción del ingeniero consultor. La responsabilidad de mantenimiento se extiende a trabajos subordinados y temporales, donde estos forman parte de la construcción total. Después de la construcción, un periodo de mantenimiento se lleva a cabo por el contratista, y el pago final del precio del contrato se retiene hasta ser liberado por el ingeniero consultor.

Los departamentos centrales y locales de ingeniería y obras públicas tienen que ver principalmente con el mantenimiento para el cual emplean mano de obra directa.

Investigación

El desarrollo, no menos que la invención, necesita el apoyo de la investigación, ésta se lleva a cabo por agencias gubernamentales, fundaciones industriales, las universidades y otras instituciones. La mayoría de los países tienen agencias controladas por el gobierno, como el United States Bureau of Standards y el National Physical Laboratory of Great Britain; en México, el Instituto de Ingeniería, que cuenta con gran prestigio a nivel internacional, ya que está involucrado en un amplio espectro de investigación en edificios, caminos y carreteras, hidráulica, contaminación del agua, y otras áreas. Muchos de sus proyectos son para empresas paraestatales pero otros dependen en mayor parte de ingresos provenientes de trabajos de investigación promovidos por la industria privada.

1.3.3 Los Ingenieros Eléctricos

1.3.3.1 Antecedentes históricos

Una de las primeras aplicaciones de la ingeniería en el mundo fue la del alumbrado. Los procedimientos rudimentarios utilizados antes de la colonia y las técnicas empleadas para el alumbrado durante el virreinato pueden considerarse como aspectos anteriores de los modernos sistemas de la actualidad, cuyo desarrollo ha sido posible gracias a los grandes progresos de la ingeniería eléctrica. En el año de 1879 se instaló la primera planta generadora de energía eléctrica en el país, que fue térmica, con capacidad de 1.8 Kw de potencia; se empleó para mover la maquinaria de la fábrica textil Haysler y Portillo en León Guanajuato.

Con la generación eléctrica se hizo llegar este nuevo avance al alumbrado, y en 1891 se instalaron en la ciudad de México las primeras 40 lámparas de arco. Cinco años más tarde se tendió la primera línea de transmisión (primera en América Latina) en los minerales del Real del Monte, llevándose la energía a las minas de la Regla, Coacoyungo, y San

Sebastián. También se llevó la corriente eléctrica a la ciudad de Pachuca, para 1897 México contaba ya con un alumbrado público de 332 lámparas de 2000 bujías y 196 de 1500 bujías; la corriente eléctrica la suministraba una planta termoeléctrica instalada en Nonoalco con capacidad de generación de 4.8 MW. La utilización de la energía eléctrica en los transportes se inició en 1898 al inaugurar la primera línea de tranvías eléctricos, con un tramo de 2 Kms de vías. La capacidad eléctrica generada al finalizar el siglo era de 31 MW. En las primeras décadas del presente siglo se generó un notable avance en la energía eléctrica, entre 1928 y 1932 surgió la nueva compañía eléctrica de Chapala y cobró importancia la American Foreign Co. Las tres grandes empresas, Mexican, Chapala y American, comenzaron a adquirir las pequeñas compañías y a crear subsidiarias, propiciando la formación de monopolios, disímiles entre ellos ya que suministraban energía de diferentes frecuencias.

El 29 de diciembre de 1933 se expidió el decreto que creó la Comisión Federal de Electricidad misma que no pudo ser constituida sino hasta 1937; un año después se inició la construcción de la planta hidroeléctrica de Ixtapantongo. La generación por medio de plantas termoeléctricas se ha desarrollado fundamentalmente en las áreas de nuestro país donde no ha sido posible crear las obras hidráulicas adecuadas, pero en las que hay disponibilidad de combustible necesario para dicha generación, por ejemplo la planta termoeléctrica de Salamanca que genera energía eléctrica para León y para Guadalajara con un voltaje de 230 kW.

Por lo que respecta a la energía geotérmica en 1955 se iniciaron en México los primeros trabajos en el pozo de vapor número 1 de Pathé Hidalgo; el 20 de noviembre de 1959 funcionó la primera planta experimental de energía geotérmica con capacidad de producción de 3 MW que hasta la fecha abastece a varios poblados de la región. La primera planta geotérmica de América Latina se construyó en Cerro Prieto Baja California, con dos unidades de 87.5 MW cada una. Entre 1959 y 1960, la Comisión Federal de Electricidad puso en marcha varias plantas con capacidad total de 308 MW, con lo que el total de la capacidad instalada en la República Mexicana ascendió a tres millones de kW.

Las plantas más importantes puestas en servicio hacia mediados de la década de los sesentas fueron la de Temascal, Oax., con 154 MW en cuatro unidades de 38.5 MW cada una; la tercera unidad de El Fuerte, Sin., con 20 MW; las dos primeras unidades de Catemaco, Ver., con un total de 8 MW; y una ampliación en Villahermosa, Tab., con 8 MW. En esta misma década se encontraban en construcción veinte plantas, con capacidad total de 1,900 MW.

Las más importantes eran:

Hidroeléctricas

La del Infiernillo, en Michoacán y Guerrero, con 672 MW; la de Mazatepec, Pue., con 209MW; la de Cupatzio, Mich., con 73 MW; la del Novillo, Son., con 90 MW; la de Santa Rosa, Jal., con 61 MW; y la de La Venta, Gro., con 30 MW.

Termoeléctricas

La de Monterrey, N.L., con 225 MW; la de Tijuana, B.C.N., con 225 MW y la de Poza Rica, Ver., con 117 MW.

Del 1º de septiembre de 1958 al 31 de agosto de 1960, la Comisión Federal de Electricidad puso en servicio 12 plantas generadoras y amplió 7 más, con una inversión para el mes de septiembre de 1960 de 810 millones de pesos. Con la cooperación de los gobiernos estatales y de los usuarios de la región, de septiembre de 1956 a septiembre de 1960 se electrificaron 210 poblaciones, con 400,000 habitantes en total. También fueron construidas líneas de transmisión para electrificar a 324 poblaciones más, cuyos habitantes sumaban 600,000. Entre los años de 1960 y 1980 se quintuplicó aproximadamente el sector eléctrico tanto en la capacidad instalada como en la capacidad de generación de energía eléctrica.

Un acuerdo presidencial, publicado en el Diario Oficial de 1967 contribuyó a que se diera un paso decisivo en el proceso de integración al disponer la disolución y liquidación de 19 empresas filiales de la Comisión General de Electricidad. De esta manera la CFE tomó a su cargo la responsabilidad directa del suministro de los servicios eléctricos de las poblaciones que antes habían sido atendidas por empresas particulares. De 1967 a 1972 siguieron dándose algunas incorporaciones algunas de ellas fueron la Hidroeléctrica El Salto (Durango) La Resolana (Jalisco) entre otras. Dentro de una política de subsidios con la que se pretendió sostener el ritmo de desarrollo del país, se impuso a algunas empresas estatales -entre ellas la CFE- la carga de absorber parte del desarrollo, al no modificar sus tarifas al mismo ritmo con que crecía el costo de la vida, el valor de los equipos, operaciones, salarios y prestaciones. Es hasta después de 11 años de encontrarse en vigor estas tarifas cuando en 1973 se hace una revisión para aliviar el déficit que cargaba esta compañía.

En los años 80's el avance en la integración del sector eléctrico puede expresarse en términos de considerables ventajas que se aprovechan en bien del país. La unificación administrativa y técnica de los sistemas, integrada bajo una misma dirección dentro de un organismo público descentralizado, como lo es la CFE, permite apreciar en su conjunto los requerimientos que demanda el desarrollo del país y, al mismo tiempo reúne criterios, formula programas y fija objetivos que evidentemente resultan benéficos para la Industria Eléctrica Nacional.

1.3.3.2 Situación actual

Existen varias formas de producir electricidad, quemando combustibles fósiles en calderas a vapor, quemando desperdicios o biomasa para producir calor, plantas nucleares generadoras de energía, energía hidroeléctrica, energía termosolar, voltaica solar, geotérmica, así como generadores impulsados por el viento. Existen otras formas de energía pero de menor importancia. La gran mayoría de la energía eléctrica en los Estados Unidos y México es producida por generadores impulsados por turbinas a vapor encendidas a base de combustibles fósiles. En los Estados Unidos, aproximadamente el 25% de la energía eléctrica es generada por plantas nucleares, mientras que México sólo tiene una planta nuclear en operación.

Sin embargo, toda la naturaleza de la industria de los servicios de energía eléctrica está cambiando substancialmente. Hasta hace 15 años, la respuesta a las necesidades adicionales de energía eléctrica era construir una nueva estación central generadora de energía eléctrica y los sistemas de transmisión de altos voltajes asociados con ello. Los costos de capital de las estaciones centrales generadoras de energía han aumentado tan substancialmente que ahora se espera usar otros sistemas. La mayoría de estos aumentos se ha debido a la alza de los costos asociados con los controles ambientales necesarios para limpiar las emisiones que salen de las chimeneas. Como todos sabemos tenemos a nuestra disposición un suministro finito y medible de petróleo, gas natural y carbón. El combustible fósil más barato y fácil de usar es el gas natural. El carbón es el segundo combustible fósil más barato, pero México no tiene suficiente suministro de carbón y cualquier nueva generación de energía a gran escala por este medio probablemente necesitará ser importado de otro país, por lo tanto debemos planear nuestra producción de energéticos para poder utilizarlos de la mejor forma posible.

El mejor enfoque para administrar nuestros recursos energéticos es usar sistemas con los cuales podamos analizar las necesidades en varias áreas del país, para posteriormente comparar las mejores fuentes de energía disponibles para cubrir esa necesidad específicamente. La población más densa en México está al sur del país en tanto que la parte norte y occidental del país tienen una población menos densa. Entonces, algunas regiones estarían mejor abastecidas por una estación central generadora de energía en tanto que otras partes estarían mejor abastecidas con una generación distribuida. México todavía tiene bastante potencial para instalaciones hidroeléctricas adicionales. Su costo inicial es alto, mas sin embargo no se incurre en gastos de combustibles. Además se crearían más lagos mexicanos para pesca. Grandes áreas de los E.U.A. y de México tienen un potencial lo bastante grande como para poder instalar plantas de energía termosolar. El laboratorio Sandia en Nuevo México es el principal centro de estudios de

energía solar en los E.U.A. . Un proyecto nuevo de investigación es el uso de los colectores solares que seguirán al sol y transferirán el calor a través de un tubo para la transferencia de calor a base de sodio líquido que haría funcionar un motor Sterling que a su vez , impulsaría un generador. Otro sistema propuesto sería el uso de un dispositivo de espejos cubriendo varios cientos de hectáreas, cuya energía captada se concentraría en un colector central, que después transferiría el calor a una caldera a vapor utilizando un medio de transferencia de calor a base de sodio líquido.

Abreviando, los ingenieros deben examinar cada opción que esté disponible y utilizar la opción que proporcione la mejor respuesta a largo plazo. Sin embargo, las necesidades de electricidad tenderán al uso de la energía nuclear ya que es el método más barato y seguro para generar energía eléctrica, además de ser la más limpia en lo que se refiere al impacto en el medio ambiente. Se proyecta que con los costos tan bajos que tendrá el combustible nuclear , el costo de generación por Kilowatt-Hora será menor en un futuro cercano, que el costo de las plantas accionadas por carbón. Nuestros combustibles fósiles tienen un suministro limitado, por lo que se deben explotar muchos otros usos, enfocados a productos químicos, medicinales, plásticos, etc. En planes a futuro se pretende que la CFE construya plantas nucleares en el norte de México y así poder vender energía nuclear a los E.U.A. mediante las interconexiones eléctricas.

CAPACIDAD INSTALADA POR TIPO DE PLANTA (MW)										
Año	Hidro eléctrica	Termoeléctrica								TOTAL
		Combustible	Ciclo Combinado	Turbo gas	Combustión interna	Dual	Geotermia	Carbón	Nuclear	
1981	6550	7486	1223	1539	118		180	300		17936
1982	6550	8325	1223	1686	101		205	300		18390
1983	6532	8655	1223	1698	91		205	600		19004
1984	6532	8929	1227	1760	107		205	600		19360
1985	6532	9599	1450	1789	112		425	900		20807
1986	6532	9949	1450	1789	111		535	900		21266
1987	7546	10299	1550	1789	111		650	1200		23145
1988	7749	10450	1624	1792	89		650	1200		23554
1989	7760	11301	1618	1778	82		700	1200		24439
1990	7804	11367	1687	1778	82		700	1200	675	25293
1991	7931	12553	1826	1777	115		720	1200	675	26797
1992	7931	12788	1818	1777	149		730	1200	675	27068
1993	8171	12574	1818	1777	149	1400	740	1900	675	29204*

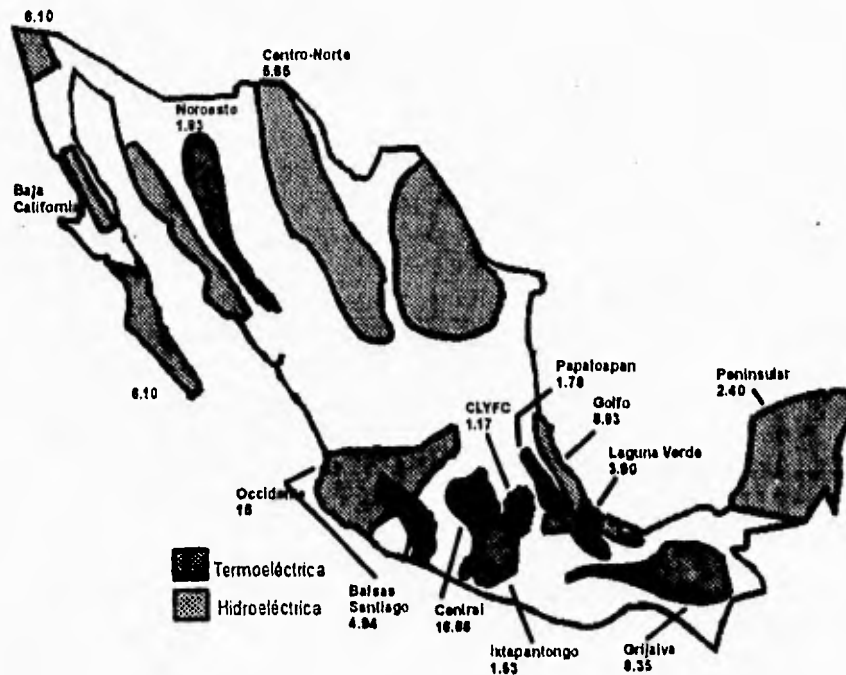
* Aproximadamente en diciembre de 1994, entraron en operación comercial las siguientes 13 unidades de centrales eléctricas con una capacidad total de 2613 MW :Hidroeléctricas :Aguamilpa (3x320).

Combustóleo y gas: A.Lopez Mateos (2x350), Tobolobampo II (1x160).
Ciclo combinado:F.Carrillo Puerto (1x80).Geotermia:Azufres y humeros
(13MW).Dual :Petacalco (2x350).

CAPACIDAD INSTALADA EFECTIVA		
TIPO	MÉGAWATTS	PARTICIPACION (%)
HIDROELECTRICA	8171	27.98
TERMOELECTRICA	21033	72.02
COMBUSTOLEO Y GAS	12574	43.06
DUAL	1400	4.79
TURBOGAS:	1777	6.09
Fijas	1634	5.60
Moviles	143	0.49
Ciclo Combinado	1817	6.22
Combustion Interna	149	0.51
GEOTERMIA	740	2.53
NUCLEAR	675	2.31
CARBÓN	1900	6.51
TOTAL	29204	100.00

NUMERO DE CENTRALES Y UNIDADES		
TIPO	No. CENTRALES	No. UNIDADES
HIDROELECTRICA	75	210
%	47	38
TERMOELECTRICA	83	341
%	53	62
TOTAL	100	100

GENERACION BRUTA POR TIPO DE PLANTA (GWh)		
TIPO	TOTAL	PORCENTAJE
HIDROELECTRICA	26235.08	20.73
TERMOELECTRICA	79022.73	62.44
FUENTES ALTERNAS	21308.02	16.84
Combustóleo y gas	68339.02	53.99
Dual	2148.09	1.70
Ciclo combinado	7981.28	6.31
Turbogás	277.14	0.22
Combustion interna	277.23	0.22
Carbón	10500.14	8.30
Geotermia	5877.02	4.64
Nuclear	4930.85	3.90
TOTAL	126565.83	100.00



1.3.4 Los Ingenieros Mecánicos

1.3.4.1 Aspectos históricos

Una de las más grandes responsabilidades de la ingeniería mecánica ante la sociedad es el diseño, fabricación y operación productiva de la maquinaria, equipo y bienes de capital que el país requiere para sus actividades económicas.

Históricamente México ha sufrido una fuerte dependencia de la importación de estos bienes, particularmente después de la Segunda Guerra Mundial, época considerada como el inicio de la industrialización del país. Esta industrialización se da como consecuencia de la política de sustitución de importaciones, y es estimulada por la limitación en el abastecimiento provocado por la guerra.

Algunos factores que dificultaron el desarrollo de la industrialización en México son:

1. El período de maduración requerido para su desarrollo ,
2. La carencia de una infraestructura de proveedores de partes y componentes,
3. La incipiente capacidad de formación de ingenieros mecánicos con buena capacidad en diseño de máquinas y,
4. La orientación del país hacia la producción de bienes de consumo caracterizados por una menor complejidad tecnológica y mayor necesidad de venta. Hacia los años sesenta se inicia la producción de equipos de transporte, maquinaria agrícola, máquinas herramienta, motores eléctricos de capacidad media, maquinaria para la construcción, grúas, calderas, intercambiadores de calor, transformadores y motores de combustión interna. Esto se desarrolla en general, con bajos niveles de integración nacional y modesta participación de la ingeniería nacional.

En los setentas, principalmente en la segunda mitad, después del descubrimiento de los yacimientos petroleros y el valor estratégico que este energético tiene a nivel internacional, se inducen grandes proyectos de inversión privada, pública y extranjera, originando por un lado nuevamente la importación masiva de bienes de capital y por el otro, grandes proyectos de fabricación de forja pesada y equipo para minería, turbinas, transformadores de alta potencia, y gran impulso al transporte colectivo, entre otras áreas.

Sin embargo la industria continuó retrasada respecto a las demandas del país, ya que para los países industrializados representa entre el 35 y el 40 % del valor agregado de la industria manufacturera, mientras que en México fue de 13% en 1960 a 18.8% en 1970 y alcanzando 22% en 1981, año en que logramos los mayores volúmenes de producción. En 1986 cae a 16.4% nivel en el que aproximadamente continuamos.

De hecho de 1979 a 1981 se duplicó la importación de bienes de capital, equivaliendo al 52% de las exportaciones de petróleo y gas.

Considerando que fue en 1981 cuando se alcanzó el máximo nivel de producción y desarrollo, a continuación se muestra la situación lograda en los principales sectores, en materia de autosuficiencia productiva (capacidad de abastecimiento local) y número de empresas existentes.

SECTOR FABRICANTE	AUTOSUFICIENCIA	EMPRESAS
Maquinaria agrícola	80%	25
Equipo petrolero	70%	14
Maquinaria y equipo eléctrico	66%	75
Equipo para industria química	75%	242
Bombas y compresores	53%	18
Maq. y eq. para industria alimentaria	44%	150
Máquinas y herramientas	6%	25
Maquinaria para movimiento de tierra	15%	6
Maquinaria y equipo para la minería	30%	9
Maquinaria y equipo textil	1%	45
Maquinaria y equipo para plástico	25%	7

Tabla 1-1

Fuente: INFOTEC

1.3.4.2. Situación Actual

Actualmente la industria metalmecánica y aquella fabricante de bienes de capital tienen una infraestructura eficientada debido a la crisis, en la cual se identificaron las siguientes contribuciones de la ingeniería:

En el campo siderúrgico, se pueden identificar varias áreas de fortaleza, como las siguientes:

- Fabricación de hierro esponja, alternativa desarrollada por la empresa Hojalata y Lámina. Hylsa tiene registradas 53 patentes en Estados Unidos de Norteamérica.
- Estaciones de metalurgia secundaria, desarrolladas y patentadas por el Instituto Mexicano de Investigaciones Siderúrgicas (IMIS) en E.E.U.U. Tecnología aplicada en México por el grupo SICARTSA y Altos Hornos de México, S.A.
- Refinación de acero mediante sople combinado
- Plataformas petroleras
- Fabricación de maquinaria y equipo para moldeado de vidrio.
- Aleaciones de Zinc-Aluminio-Cobre (Zinalco), por el Instituto de Materiales de la UNAM.

Entre otros.

Fuente: Segundo Congreso Internacional de Ingeniería 1991

Industria Automotriz

La industria automotriz mexicana, otra importante área de aplicación de la ingeniería mecánica, nace en el año de 1925 cuando Ford instala la primera planta de ensamble en la Villa: desde entonces hasta 1962 la industria se dedica a ensamblar vehículos a partir de material llamado "CKD" de importación, con una muy lenta incorporación de partes nacionales que apenas alcanza en 25-50 % para finales de los cincuentas.

Dentro de este contexto, la labor de la ingeniería mecánica mexicana es sumamente limitada y en general se reduce a la selección de componentes y, en algunos casos, a la adaptación de éstos a las condiciones de México. En la naciente industria de autopartes hacia finales de los años cincuentas existe la fabricación de algunas partes tales como amortiguadores, balatas, radiadores, bujías llantas y otros, pero en general orientados a un mercado de reposición y no de "equipo original (es decir, para la fabricación de vehículos)."

En estos casos, la ingeniería mecánica empieza a tomar mayor importancia al verse en la necesidad (o ante la oportunidad) de establecer los procesos de manufactura para estos productos, generalmente copiando y adaptando los de la casa matriz o licenciante de la tecnología.

El decreto presidencial de 1962 cambió esta situación al exigir a la industria una integración del 60%, incluyendo obligatoriamente la incorporación del motor. Es a raíz de este decreto que la industria de autopartes realmente se desarrolla, si bien el esquema no cambia substancialmente, permaneciendo como: componer tecnología y asimilarla más en procesos que productos. De cualquier manera, esta transferencia tecnológica fuertemente incrementada contribuye al impulso de la ingeniería, más con la finalidad de asimilar-adaptar que con la de diseñar.

Durante los años setentas la industria crece en volumen rápidamente mas no en la independencia tecnológica, dentro de un mercado protegido, pero con miras hacia el incremento en las exportaciones para compensar el serio problema del desequilibrio en la balanza comercial.

A partir de la crisis de 1982, dentro del marco del decreto de racionalización de 1983 y dada la gran contracción subsecuente del mercado, la industria se orienta fuertemente a los mercados externos, principalmente Estados Unidos. En estas épocas el gran reto para la ingeniería es alcanzar y superar los estándares de calidad internacionales, al mismo tiempo que se controlan o abaten los costos de producción para lograr la competitividad.

Finalmente el decreto de apertura de 1989 coloca a la industria, especialmente el sector autopartes, ante su gran reto. La subsistencia de las

empresas mexicanas independientes dependerá de su capacidad para generar tecnología propia en combinación con alianzas estratégicas a nivel mundial. La alternativa es la absorción por parte del capital extranjero que puede dar la respuesta a la ingeniería.

Fuente : Academia Mexicana de Ingeniería, segundo congreso internacional de Ingeniería 1991.

1.3.5 Los Ingenieros de Minas y Metalurgistas

1.3.5.1 Aspectos históricos

La actividad minera en México tiene sus orígenes desde tiempos prehispánicos. Los metales se destinaban principalmente a la ornamentación y a objetos cuyo propósito era rendir culto a sus deidades. Se ha comprobado que los indígenas trabajaron el oro, la plata, el cobre, plomo, el estaño y el mercurio. En cambio el hierro lo aprovecharon de manera muy limitada, en combinaciones tales como la pirita, la hematita, y la marcasita, las cuales se usaban para elaborar espejos tallados a manera de ofrendas.

Los indígenas contaban con conocimientos básicos de metalurgia ya que se ha comprobado que se hacía uso de aleaciones de varios metales, como por ejemplo el cobre y plata, cobre y oro, plomo y cobre, y cobre y estaño (para bronce de distintas durezas). Los procesos de fundición usados se asemejaban mucho a los utilizados hoy en día, como aquellos que utilizan moldes de arena en verde y de "cera perdida."

Con el impacto socio-cultural que produjo la colonia, se introdujeron una serie de procedimientos que revolucionaron paulatinamente el beneficio de los minerales. Se trajeron herramientas especiales y se capacitó en estas nuevas técnicas de fundición y extracción.

Métodos tan trascendentes como el beneficio de patio fueron introducidos, inventado por el español Bartolomé de Medina en la hacienda de La Purísima y Grande de Pachuca entre 1554 y 1555. También se le conoce con el nombre de "procedimiento mexicano". El sistema de beneficio de patio tenía la ventaja del ahorro de combustible. Este procedimiento se mejoró en numerosas ocasiones antes de la introducción del beneficio por cianuración. Este sistema trascendió notablemente en la metalurgia a nivel mundial.

Para este periodo de la vida nacional, la producción de oro y plata en toneladas se percibía de la siguiente manera:

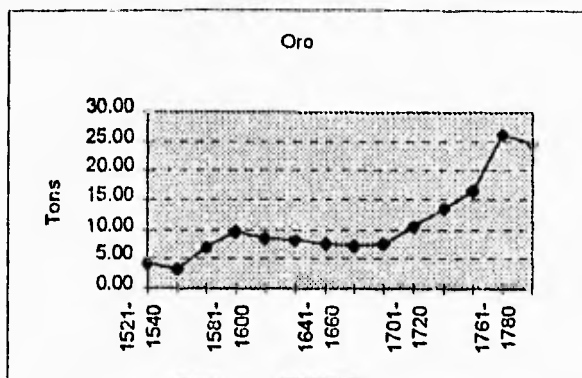


Gráfico 1-1

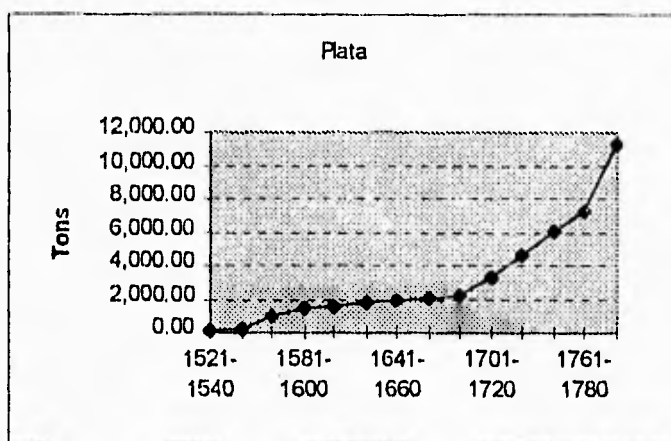


Gráfico 1-2

Fuente: Enciclopedia de México, Vol. IX, SEP 1988.

En cuanto al periodo correspondiente a la guerra de independencia, se observa una gran baja en la actividad económica de la minería, debido al abandono de las minas y asimismo a la carencia de azogue y hierro y demás elementos indispensables para el laboreo y el beneficio.

En los primeros años de vida independiente, se dió la penetración de capitales extranjeros en la minería mexicana. Se originó una libertad para nacionalizar las empresas y contar legalmente con capitales extranjeros, prohibidos durante la colonia.

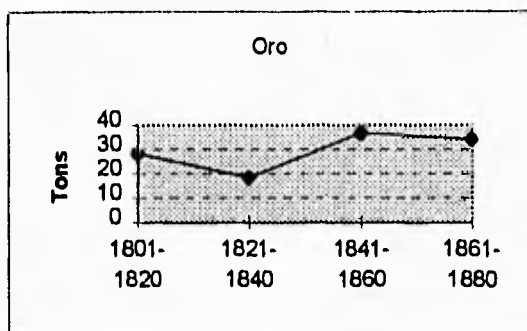


Gráfico 1-3

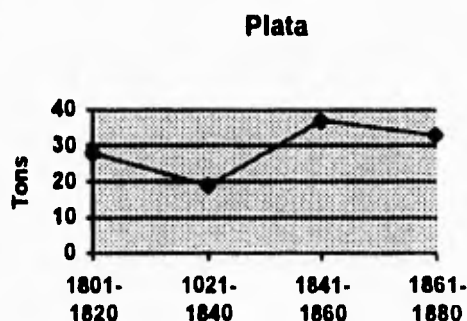


Gráfico 1-4

Fuente: Enciclopedia de México, Vol. IX, SEP 1988.

Después de la Reforma y de la intervención Francesa, varios factores contribuyeron a estimular la industria minera: la consolidación de la paz, el desarrollo de las comunicaciones ferroviarias y marítimas, iniciado en 1873; los privilegios legales que el gobierno otorgó a los mineros, las inversiones de capital extranjero en gran escala; el uso de nuevos y modernos sistemas de beneficio; la introducción de la energía eléctrica; el establecimiento de industrias conexas; el descenso de los costos industriales y el aumento de la población. En el régimen de Porfirio Díaz la actividad económica con mayor impulso de expansión fue la minería. Más de un millar de minas se encontraban trabajando metales preciosos en la península de Yucatán. Los metales extraídos eran los preciosos (Oro y Plata) y los industriales (zinc, plomo, carbón, mercurio, cobre, antimonio, grafito, y hierro). El siguiente cuadro ilustra el crecimiento de la Producción, en Toneladas:

Productos	1880- 1881	1890- 1891	1900- 1901	1910- 1911
Carbón	-	-	528	1352
Oro	$14 \cdot 10^{-4}$	$13 \cdot 10^{-4}$	$13 \cdot 10^{-3}$	$37 \cdot 10^{-3}$
Plata	$71.4 \cdot 10^{-2}$	1.023	1.816	2.305
Zinc	-	-	1	1.7
Mercurio	-	-	0.1	0.2
Cobre	-	-	28	52
Plomo	-	-	79	120
Hierro	-	-	3	59

Tabla 1-2

Fuente: Enciclopedia de México, Vol. IX, SEP 1988.

El periodo moderno de la minería en México (hasta 1961) comprende la creación de una nueva legislación en el tema, que entre otras cosas, exigía un mínimo de producción periódica que garantizara el establecimiento de trabajos regulares, la cual debía comprobarse también periódicamente. El 7 de Agosto de 1930 se publicó la Ley Minera de los Estados Unidos Mexicanos, que eliminó los aspectos radicales que afectaban los intereses mineros extranjeros. Esta ley fue reformada en numerosas ocasiones. En estas reformas se contemplaban dos tipos de concesiones: las de cateo (que autorizaban y amparaban los trabajos para el descubrimiento de criaderos minerales susceptibles a explotación, con un periodo de duración de dos años) y las de explotación, que permitían la apropiación y beneficio de las sustancias minerales que se extrajeran, y la instalación de plantas de beneficio de preparación mecánica.

La producción minera resultó ser como se muestra a continuación, en Toneladas:

Minerales	1925	1930	1935	1940	1945	1950	1955	1970
Oro	24,541	21,807	21,223	27,468	15,530	12,693	11,941	9,718
Plata	2,990	3,178	2,351	2,570	1,900	1,528	1,380	1,360
Carbón	1,445* 10 ³	1,294* 10 ³	1,255* 10 ³	816*10 ³	914*10 ³	912*10 ³	1,342* 10 ³	1,775* 10 ³
Cobre	51,336* 10 ³	73,412* 10 ³	39,373* 10 ³	37,602* 10 ³	61,680* 10 ³	61,698* 10 ³	54,676* 10 ³	60,330* 10 ³
Hierro	76,495* 10 ³	61,787* 10 ³	67,224* 10 ³	70,163* 10 ³	175,165* 10 ³	285,738* 10 ³	429,246* 10 ³	521,356* 10 ³
Plomo	171,767* 10 ³	232,931* 10 ³	184,193* 10 ³	196,253* 10 ³	205,315* 10 ³	238,078* 10 ³	210,815* 10 ³	190,670* 10 ³
Zinc	45,770* 10 ³	12,084* 10 ³	135,921* 10 ³	114,955* 10 ³	209,940* 10 ³	223,520* 10 ³	269,399* 10 ³	262,423* 10 ³
Grafito	5,839* 10 ³	5,853* 10 ³	6,976* 10 ³	12,327* 10 ³	23,634* 10 ³	24,626* 10 ³	29,341* 10 ³	34,316* 10 ³
Fluorita	-	-	-	-	-	65,667* 10 ³	228,605* 10 ³	336,945* 10 ³

Tabla 1-3

Fuente: INEGI: Estadísticas históricas de México, 1985

1.3.5.2 Situación Actual

La desaceleración en el ritmo de expansión en las economías más industrializadas, la competencia, las sustituciones y reciclajes en varios productos inciden negativamente en la situación económica internacional de los metales y minerales. En los últimos seis años los únicos minerales que presentaron demandas significativas fueron los minerales preciosos. El cierre de algunas minas, plantas de tratamiento y fundiciones marcó el rumbo a las empresas mineras para revisar su situación interna: efficientarse, modernizar su estructura administrativa, reducir sus costos e implementar tecnología de vanguardia para lograr mantenerse en la competencia y alcanzar la calidad. La producción de cobre, zinc, hierro, carbón mineral y celestita alcanzaron en 1993 sus niveles más altos en lo que va de este siglo. La producción de oro y la plata fue la mayor en las últimas cinco décadas. México mantuvo un destacado lugar en la producción relativa a 20 minerales y metales.

La firma del TLC, la expedición del reglamento de la nueva Ley Minera, la aprobación y publicación de la Ley de Inversiones Extranjeras son iniciativas que han atraído el interés de los inversionistas mineros

nacionales y extranjeros que podemos constatar con la gran actividad minera registrada en la parte noroeste de México.

El valor de la producción minero-metalúrgica nacional correspondiente al periodo Enero-Diciembre de 1993 importó N\$7,759 millones que representa un descenso de 1.7% con respecto al año anterior. La participación de México en la producción mundial en 1993 fue la siguiente: ocupamos el primer lugar en la producción de plata, celestita y sulfato de sodio, el segundo en Bismuto, cadmio y mercurio; tercero en fluorita y antimonio; cuarto lugar en la producción de arsénico y grafito; quinto lugar en plomo; sexto en zinc y manganeso; séptimo en sal. barita y molibdeno; octavo en feldespato; noveno en yeso y décimo en la producción de azufre.

De acuerdo con algunos indicadores, los niveles de empleo directo que generó en 1993 la industria minera alcanzaron los 165,000 trabajadores. La industria minera ha representado a través de la historia de nuestro país una de las más importantes fuentes en la generación de empleo, apoyando con esto al bienestar social y al impulso en el desarrollo de las regiones, así como de la infraestructura nacional. Para 1994 se tienen 21 proyectos nuevos en etapa de exploración avanzada, en diferentes estados de la República, con esto se generarán nuevos empleos, tan necesitados por toda la sociedad.

La producción minera para el año de 1993 fue la siguiente:

Mineral	Toneladas
Oro	9,792
Plata	2,136
Plomo	153,563
Cobre	301,151
Zinc	369,697
Cadmio	3,323

Tabla 1-4

Fuente: Cámara Minera de México

En 1993 la industria minera participó con el 3.7% del PIB, se observa que esta participación ha descendido con respecto a años anteriores desde 5.3 en 1989 y 1990, pasando por 4.2 en 1991 y 3.8 en 1992.

La balanza comercial minero-metalúrgica se ha comportado de la siguiente manera:

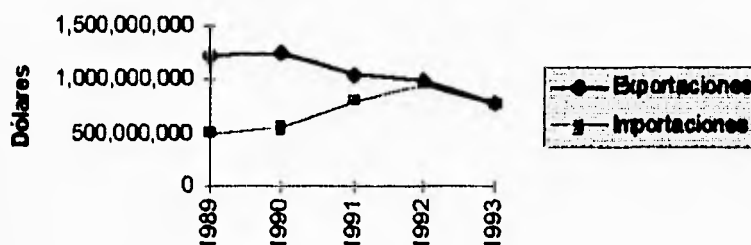


Gráfico 1-5

Fuente: Subgerencia de Estudios Económicos del CRM, con base en datos de SHCP, BM, CAMIMEX, y SNTMMSRM e IMSS.

1.3.6. Los Ingenieros Petroleros

1.3.6.1. Aspectos Históricos

Durante la época previa a la conquista, las tribus que habitaron el territorio mexicano utilizaron el petróleo como material de construcción, medicina, pegamento, impermeabilizante y como incienso para sus ritos religiosos. Los totonacas, habitantes del estado de Veracruz, lo recogían de la superficie de las aguas para utilizarlo como medicina y como iluminante. Algunas tribus que habitaron las costas mexicanas lo masticaban para limpiar y blanquear la dentadura.

Más tarde con la llegada de la conquista y la colonización, las sustancias aceítíferas adquirieron cierto valor, ya que las leyes mineras mantuvieron el dominio de las vetas y yacimientos para la corona, la cual se reservaba el privilegio de otorgar los derechos de explotación.

Estos principios de dominio imperaron en la legislación minera durante el siglo XVIII y casi todo el siglo XIX. En el marco de estas épocas se generaron hechos importantes relacionadas con el hidrocarburo:

El emperador Maximiliano estableció, el 6 de julio de 1865, la reglamentación del laboreo de las sustancias que no eran metales preciosos. (Artículo 22, de las Reales Ordenanzas para la Minería de la Nueva España). En resumen, se decía que nadie podría explotar minas de sal, carbón de piedra,

betún, petróleo y piedras preciosas sin la concesión del Ministerio del Fomento.

19 años después, bajo la presidencia de Manuel González, fue expedido un documento en el cual se modificaba de manera importante el papel del estado sobre el dominio de los productos del subsuelo. El 22 de noviembre de 1884 quedó aprobado el "Código de Minas de los Estados Unidos Mexicanos," en cuyo artículo 10 se especificaba que aquellos productos del subsuelo y la superficie, los mismos que Maximiliano había puesto bajo el dominio del estado, eran propiedad exclusiva del dueño del terreno. Por lo tanto el propietario no tenía necesidad de hacer denuncia ni recibir adjudicación especial y podía explotarlos con relativa amplitud, pues el hidrocarburo todavía no era un producto con posibilidades de utilidad industrial.

La ley expresa para el hidrocarburo apareció en 1892, al decretar Porfirio Díaz, el 4 de junio, la derogación del Código de Minas. El documento estaba dirigido prácticamente a los inversionistas extranjeros y otorgaba a los dueños de tierras el derecho de explotar los recursos naturales del subsuelo, sin necesidad de denuncia. Esta ley abría las puertas de la explotación del petróleo a las compañías extranjeras. La explotación que comprendía combustibles, minerales, aceites y aguas minerales, debía cubrir un impuesto federal de propiedad, y eso era todo. Pero el General Díaz fue todavía más lejos, al expedir leyes complementarias y específicas del petróleo. En ellas, aparte de ratificar los principios de la ley de 1892, mostró su generosidad con una serie de prebendas y privilegios al inversionista extranjero. Lo anterior dio lugar al establecimiento de los consorcios petroleros americanos e ingleses, los cuales no dudaban en hacer valer su poder. La Mexican Petroleum Company of California, Waters Pierce Oil Company, el Águila, la Standard Oil Company, y la Pearson and Son; constituyen los más importantes ejemplos de los resultados de las concesiones otorgadas.

La llegada de la revolución no alteró la marcha de la producción petrolera; su ritmo de ascenso comenzó precisamente en 1911 y continuó así a la caída del presidente Díaz. Cuando Francisco I. Madero ocupó la presidencia, expidió un decreto por medio del cual se establecía un impuesto especial del timbre sobre la producción petrolera (3 de junio de 1912). Además, ordenó que se efectuara un registro de las compañías que operaban en el país. Posteriormente, Venustiano Carranza continuó con la reglamentación e investigación de la industria en favor de la nación, creando en 1915 la Comisión Técnica del Petróleo. Asimismo, la constitución de 1917 afianzó para la nación, la propiedad de la tierra y los recursos naturales. Otro acontecimiento importante durante la gubernatura de Venustiano Carranza, es el hecho del surgimiento de los sindicatos. Las arbitrariedades

laborales cometidas por los patrones de las compañías petroleras dieron lugar a un sinnúmero de huelgas y manifestaciones diversas que, poco a poco, llevaron a las uniones de obreros a conseguir condiciones de trabajo más justas. En época de Carranza se presentaron innumerables huelgas de obreros, que continuaron con la aparición de el presidente Lázaro Cárdenas. El resultado más importante que se consiguió por las huelgas fue el peritaje exhaustivo de los estados financiero y operativo de las empresas.

Encontrándose presionadas, las compañías emprendieron ataques contra los peritos y contra las autoridades de trabajo. Tal rebeldía llevó al general Cárdenas a tomar la decisión de expropiar el 18 de marzo de 1938.

Así, la ya Industria Petrolera Mexicana, comenzó su camino arduo y penoso hacia la consolidación mundial.

1.3.6.2. Situación Actual

La industria petrolera mexicana se ha venido caracterizando en años recientes por un importante aumento en sus índices de productividad. Veremos a continuación los datos que proporcionan la información para aseverar tal situación. Primeramente, el nivel de la producción bruta nacional de petróleo crudo se ha comportado de la siguiente manera:

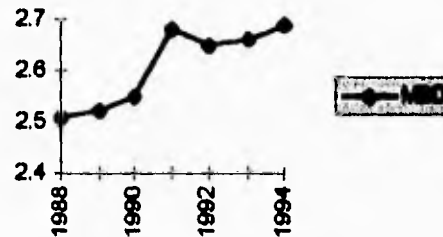
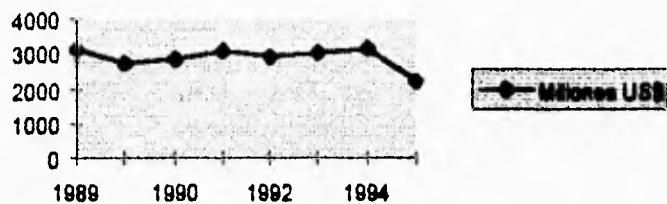


Gráfico 1-6

Fuente: Reforma, con datos de Pemex y la International Energy Agency

Los subproductos más importantes del petróleo son el combustóleo y las gasolinas. Esto es lógico ya que ambos son combustibles utilizados en grandes cantidades diariamente en el país. Sin estos, la maquinaria que mueve a nuestra nación no podría funcionar.

Por otro lado, la inversión que se ha registrado en la industria petrolera mexicana ha seguido el siguiente patrón:

**Gráfico 1-7**

Fuente: Reforma, con datos de Pemex y la International Energy Agency

En base a la información anterior, comprobamos que pese a que la inversión en la industria petrolera ha registrado altibajos, la producción ha registrado una tendencia a la alza.

Ahora bien, si se desea comparar la evolución de la producción bruta nacional petrolera con aquella del sector industrial, se puede hacer uso de la siguiente tabla., dada en miles de nuevos pesos, para precios de 1980:

Periodo	Total Nacional	Sector Industrial	Industria Petrolera
1987	7,852,942	3,339,512	246,632
1988	786,787	3,418,097	247,863
1989	7,992,825	3,614,235	261,299
1990	8,408,969	3,833,779	279,033
1991	8,750,957	3,980,699	285,554

Tabla 1-5

Fuente: *La Industria Petrolera en México* 1993, INEGI

La industria petrolera en México también ha sufrido cambios en cuanto al número de efectivos que ésta ha empleado a lo largo de años recientes. Tenemos como ejemplo de su comportamiento el siguiente gráfico:

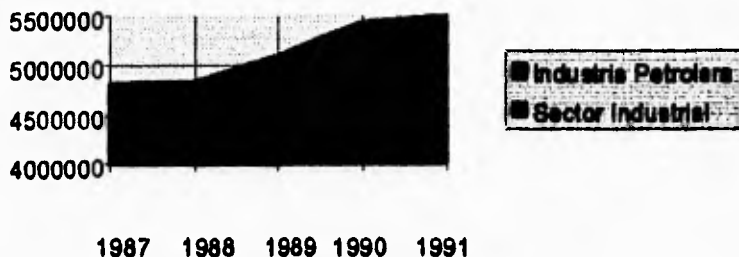


Gráfico 1-8

NOTA: los datos de esta gráfica no representan en estricto sentido el número de personas ocupadas en cada actividad, sino el número promedio de puestos remunerados que se estima fueron requeridos para la producción. En consecuencia, una misma persona podría ocupar uno o más de dichos puestos dentro de una o varias actividades económicas.

El Sector Industrial incluye las grandes divisiones: minería, manufacturas, construcción, electricidad, gas y agua.

La Industria Petrolera incluye las ramas de extracción de petróleo crudo y gas natural, petróleo y derivados y petroquímica básica.

FUENTE: INEGI, DGE "Sistema de Cuentas Nacionales de México"

Las reservas probadas es otro importante parámetro que nos indica el periodo esperado de vida que tiene en México la industria petrolera. Se puede hacer un pronóstico con base en los niveles actuales de producción y las reservas en sí. Veamos el comportamiento de estos factores:

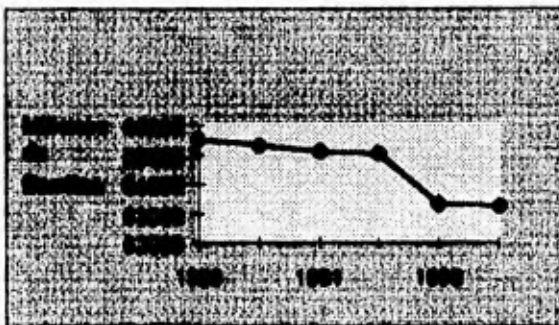


Gráfico 1-9

FUENTE: REFORMA, con datos de PEMEX

Durante 1994 las reservas probadas de hidrocarburos cayeron 2 por ciento, al pasar de 64 mil 516 millones de barriles a 63 mil 220 millones de barriles, el cual se estima lo suficiente como para un periodo de 48 años.

Ya Hemos visto la participación de la industria petrolera en la economía mexicana, así como el número de efectivos que se emplean. Veamos ahora la participación de la industria petrolera en el comercio exterior de México para el periodo 1987-1992.

Exportaciones



Gráfico 1-10

FUENTE: Estadísticas del Comercio Exterior de México (varios números) INEGI, DGE.

Importaciones

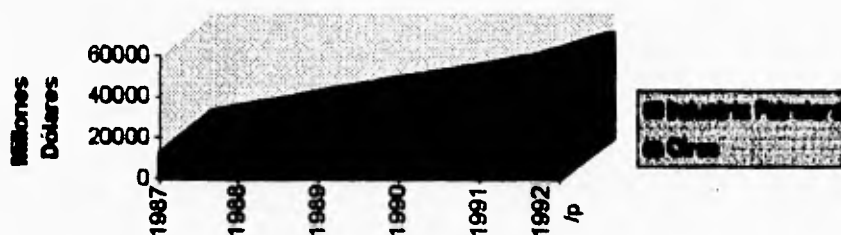


Gráfico 1-11

/p Planeado

FUENTE: Estadísticas del Comercio Exterior de México (varios números) INEGI, DGE.

Cabe mencionar que los productos que se importan son básicamente subproductos o refinados, como por ejemplo la gasolina *Magna SIN*, que requiere de un proceso de fabricación más complejo.

Cabe mencionar que los productos que se importan son básicamente subproductos o refinados, como por ejemplo la gasolina *Magna SIN*, que requiere de un proceso de fabricación más complejo.

Por otro lado, del volumen total de la producción, a lo largo de los últimos 7 años, aproximadamente el 60% se destina al consumo del mercado nacional, mientras que el resto se destina a la exportación.

2. Marco teórico

2.1 Marco conceptual

La ingeniería siempre ha estado estrechamente vinculada con la tecnología, la economía y la sociedad. Su papel ha sido el de satisfacer adecuadamente las necesidades del mundo cambiante. Con objeto de cumplir con los objetivos definidos en el presente trabajo, se hace necesaria la introducción de una serie de conceptos que delimiten el campo de estudio, así como el alcance del mismo.

Se ha discutido sobre la imperiosa necesidad de un cambio radical en la forma en que se ha venido haciendo ingeniería a nivel mundial. Esto se ve afectado desde el mismo proceso de la enseñanza, hasta la manera en que se desarrolla.

Para entender el rumbo que el mundo está tomando, y a la vez ser competentes dentro de éste, debemos definir la situación actual, así como los factores que la han provocado. Aquí es donde entra el concepto de Geopolítica. Dentro de este concepto -que se explicará posteriormente- caben todos aquellos factores de índole económico, político, social y filosófico. Es, en realidad, el reflejo de este mundo en que vivimos.

Por su parte el concepto "Ingeniería de Avanzada" encierra todos aquellos factores que determinan la obtención de una ingeniería actualizada, y más *ad hoc* a las necesidades que han de surgir en nuestro entorno, que incluye a nuestro país, y a nuestro futuro inmediato. Factores como por ejemplo, el mejoramiento de sistemas de producción y la competitividad de la planta productiva, o bien el uso racional de recursos naturales que incluye la defensa de nuestros frágiles ecosistemas; o tal vez avances importantes en el campo de las biotecnologías enfocadas a la medicina e investigación.

Es importante tener en cuenta la geopolítica debido a que marca las limitaciones que la ingeniería de avanzada requiere conocer para su desarrollo. En efecto, la geopolítica es la base y el corazón mismo de la Ingeniería de avanzada, ya que de las necesidades de aquélla, surgen las respuestas de ésta.

Para explicarlo más claramente, podemos definir a la ingeniería de avanzada como un "sistema borroso" (*Fuzzy System*) cuyas fronteras no están -ni estarán- claramente delimitadas. Entendámoslo como una nube que cambia en forma y tamaño de acuerdo al paso del tiempo o a las cambiantes requisiciones de la naturaleza. En el caso de la Ingeniería de avanzada, las requisiciones que la afectan son marcadas por un sinnúmero de factores como por ejemplo: la educación, la economía, la industrialización,

geopolítica, liderazgo, gobernantes, problemas sociales, globalización, efficientización, etc.

2.2 Conocimientos y habilidades requeridas para la Ingeniería de Avanzada

•Conocimientos

- Ciencias básicas de la Ingeniería aplicada. Estas incluyen conocimientos básicos de matemáticas y física (que comprende principios de mecánica, electricidad, termodinámica, etc.)
- Conocimientos de punta (aplicables en las áreas) en ciencia y tecnología, comprensión y correcta aplicación del método científico, dominio de un idioma extranjero (fundamentalmente Inglés) a un nivel tal que no haya barreras ni en lo técnico ni en el plano de los negocios.
- Conocimientos y un cierto dominio de aspectos económico-administrativo-financieros, como la evaluación de proyectos, Ingeniería Financiera, Administración, Contabilidad y Costos, Ingeniería Económica, etc.

•Habilidades

- Visión para plantear y resolver problemas, sorteando con éxito cualquier obstáculo.
- Que cuenten con la filosofía de aprender de sus errores
- Capacidad de trabajar en grupo, sacando provecho de las bondades que este tipo de trabajo brinda
- Aprovechamiento de las nuevas tecnologías que surgen día con día
- Persistencia para alcanzar el éxito
- Ética y buen desenvolvimiento de las relaciones laborales
- Búsqueda de un liderazgo eficiente y con autoridad moral
- Visión holística a largo plazo
- Identificación de las limitaciones, amenazas, oportunidades y estrategias del sistema en estudio
- Búsqueda continua de un cambio para mejorar (no cerrarse a opiniones u otras alternativas) etc.

2.3 Planteamiento del Problema

2.3.1 La Ingeniería de Avanzada en el mundo

Debido a los cambios tan drásticos que se han vivido últimamente, nuestro país requiere de profesionales de la Ingeniería cuyos conocimientos y capacidades estén más acordes a los retos que se presentan hoy en día, y que además cuenten con la capacidad de responder rápidamente a aquellas nuevas circunstancias que requieran de un tratamiento especial por parte de ellos. Es por esto que se busca el definir qué carreras son aquellas que el país requiere de una manera más urgente. En nuestra opinión, el país requiere de carreras de Ingeniería que exploten de una manera más efectiva los recursos principales con los que cuenta el país. Aunque todas las Ingenierías son importantes, hay algunas que por su trascendencia sobresalen por encima de las otras. En resumidas cuentas, todas las Ingenierías deberán de trabajar de forma coordinada para poder obtener una verdadera sinergia que se encamine a otorgarle mayores beneficios al país, y en concreto a la sociedad y a nuestras familias.

2.3.1.1 Tecnología de punta e industrialización

La primera revolución industrial es la denominación que recibe el amplio proceso de mecanización del trabajo que surgió a finales del siglo XVIII y que constituye el fundamento tecnológico de la transición de la manufactura a la gran industria y que comenzó con la utilización del poder del vapor.

Ahora, nos impactan los cambios de una segunda revolución industrial, muchísimo más profunda que la primera. La segunda revolución industrial inicia en los 1970s, encabezada por una serie de cambios importantes, los cuales, involucran esencialmente cuatro elementos:

- La Globalización
- El crecimiento computacional
- El surgimiento de la información en vía rápida
- La reorganización de las corporaciones.

Ellos en su conjunto, representan los cambios más dramáticos ocurridos en el mundo de los negocios y representan realmente, la segunda revolución industrial.

Los factores informativos de esta revolución se dan en la manufactura: los años ochentas muestran un importante progreso en la productividad manufacturera de la industria estadounidense. Las computadoras, en primera instancia, se utilizaron para automatizar procesos repetitivos pero las corporaciones rápidamente se percataron y aprendieron que las computadoras eran una importante herramienta de información y comunicación capaz de acrecentar la productividad y la eficiencia, no solo en la plataforma industrial, sino también en el trabajo de oficina, testigos de

este crecimiento son los procesadores de textos, hojas de cálculo, redes y bases de datos.

Hoy en día, las transacciones de efectivo por órdenes de adquisición de mercancía, las transferencias de dinero para continuar creciendo y volúmenes de datos, son intercambiados entre corporaciones gracias a la tecnología de intercambio de datos (Electronic Data Interchange, EDI).

El avance tecnológico también está creando nuevas relaciones dentro de las compañías. Aquellas que alguna vez utilizaron estructuras organizacionales en forma de pirámide, ahora tienen operaciones más favorecidas. Una de las razones es nuevamente la tecnología de información.

Históricamente, las órdenes pasaban primero por el director en jefe, luego bajaban al siguiente en el mando y así sucesivamente; esto consumía mucho tiempo y el proceso era en realidad ineficiente. Hoy a través de las computadoras, las compañías pueden comunicarse con sus organizaciones instantáneamente con la ayuda del correo electrónico, sin la intervención de estructuras de administración tradicionales.

La jerarquía administrativa continua decayendo ya que la tecnología está habilitando la democratización dentro de las empresas, lo que implica dar más poder a la gente. Esta nueva distribución de la autoridad ha traído además, un nuevo énfasis de competencia y de valorización del personal; dejando a un lado la posición o los títulos.

Todos estos cambios forman parte del proceso al que la gente ha llamado **reingeniería**. Por lo regular se maneja este término en función del rediseño de procesos pero en realidad implica reestructurar relaciones, cambiar la cultura de la corporación, y alterar las actitudes entre los empleados en forma positiva.

Estas filosofías no solamente son llevadas a cabo por empresas extranjeras; en México también se cuenta con empresas de excelencia que aplican el proceso de reingeniería. Ejemplo fehaciente de ello son BIMBO, MASECA, APASCO, etc.

La transformación que ha sufrido la industria en los últimos años es el reflejo de lo que acontece en lo económico: las alianzas. Es cada vez más común el que las empresas pertenezcan a un grupo empresarial, en el que un centro corporativo define la logística de cada empresa, mejorando así su operatividad y reduciendo las tareas de la empresa a la producción especializada o la prestación de servicios eficientemente.

Los grandes consorcios industriales exigen tener a su disposición la mejor tecnología, el personal mejor capacitado, así como la implantación de sistemas de mejora continua y desarrollo de técnicas especializadas en su ramo. La gran magnitud y el poder económico de estos consorcios han establecido los parámetros para la competencia; los sistemas de cómputo

son hoy en día accesibles para cualquier empresa, el equipo de automatización se puede adquirir con mucha facilidad y es además exigencia para subsistir, la construcción de sistemas de alta producción y el empleo de la tecnología más sofisticada no son privativos del primer mundo, lo que en suma indica una notable y creciente industrialización a nivel mundial. Además el desarrollo de los plásticos y adhesivos, la electrónica, la medicina, la explotación y exploración del espacio, etc., son campos de la industria que casi no se han explotado, y que para su desarrollo se requiere de una Ingeniería que pueda satisfacer esas nuevas realidades y desarrollarlas plenamente. Es cierto que los ingenieros han sido quienes produjeron y producen todos estos cambios, pero aún no existen nuevas carreras de Ingeniería suficientes que puedan desarrollar y satisfacer la creciente demanda mundial.

Es frustrante el saber que nuestro país por lo general está a la zaga en aspectos tecnológicos, y nos limitamos sólo a seguir los pasos de los grandes monstruos tecnológicos (entiéndase la Unión Americana, el Japón, Alemania, Francia y Holanda, por mencionar a los más importantes).

¿Porqué resignarnos a este interminable juego de *follow the leader*? Mucho tiene que ver de nuevo la idiosincrasia de los mexicanos. Mientras que nosotros la mayoría de las veces vemos una nueva tecnología que ha de adoptarse como un derroche de recursos, tanto humanos como materiales y de tiempo, los extranjeros lo ven como una manera de *producir* riqueza. México debe de empezar a ver las cosas desde otro punto de vista, para poder librarnos de las ataduras tecnológicas que nos detienen. El dejar de depender de otros países, para cubrir aspectos tan básicos como máquinas de producción, es necesario para alcanzar niveles de vida superiores para todos los mexicanos. ¿Hemos de convertimos acaso en un país exclusivamente maquilador? ¿A eso estamos destinados? ¿Sólo para eso servimos? ¿Porqué cuando uno escucha la frase "hecho a la mexicana" pensamos inmediatamente en artículos de dudosa calidad?

Tenemos que empezar forzosamente con un cambio de actitudes que nos libere de paradigmas que no hacen otra cosa sino limitar nuestras posibilidades.

Al estudiante mexicano se le deberá inculcar precisamente este cambio de mentalidad. Hacerle entender que cuando queremos en realidad, podemos hacer las cosas tan bien o mejor que cualquiera. Basta ver el ejemplo de las armadoras de coches. Una vez conseguido este cambio de mentalidad, se deberá de instruir al alumno en todas aquellas tecnologías que sean realmente de punta. No tecnologías que se estén comenzando a aplicar, sino aquellas que han de tener una aplicación amplia en el futuro. No queremos decir con esto que se deje de lado a tecnologías básicas: por el contrario su aprendizaje es fundamental para el mejor entendimiento de las nuevas variaciones que de ellas surjan. Sin embargo, sí queremos recalcar la importancia de estar siempre a la vanguardia. No únicamente de las tecnologías que se producen fuera, sino también de las hechas en casa.

Promover este tipo de investigación es muy importante para lograr esta liberación tecnológica que tanto necesita el país.

2.3.1.2 Tecnología y el futuro del trabajo en Suecia¹

Durante los 75 años de la existencia de la academia [de ingeniería] el proceso tecnológico ha marcado la forma de vida de las personas en los países industriales.

Los materiales han incrementado los estándares de vida y las condiciones de trabajo han mejorado considerablemente. Nuevas tecnologías han contribuido en la mejora continua de los métodos de producción, mercado y distribución, así como han hecho posibles nuevos productos y servicios. Al mismo tiempo, la atención en Suecia y los países mas industrializados de Europa se ha enfocado cada vez mas en el alto índice de desempleo, particularmente en la gente joven. Por esta razón el comité ejecutivo del Ingenjörsvetenskapsakademien (Real Academia Sueca de Ciencias de la Ingeniería, (IVA)) decidió comisionar a un grupo de los miembros de la academia para discutir el efecto que provoca la tecnología en los trabajos a futuro y en especial realizar el proyecto titulado Tecnología y el Futuro del Trabajo.

Las descripciones y conclusiones de este folleto están basadas en diferentes fuentes de información: Reportes publicados por la academia y otras organizaciones así como seminarios o discursos los cuales fueron llevados a cabo por el IVA durante este año.

2.3.1.2.1 Resumen

Este reporte está acorde con el progreso tecnológico y la forma en que crea nuevas condiciones previstas para la producción de bienes y servicios. La tecnología va a hacer posibles ambos, el trabajar mas eficientemente y también satisfacer la demanda creciente de las necesidades del hombre.

Inicialmente se anticipa que si nada se hiciera este reporte daría conclusiones que soportan la situación futura del trabajo, pero si el gobierno central, empleados y la organización laboral pusieran atención al pequeño numero de indicadores constructivos inducidos en la discusión del IVA, la perspectiva sería inmediatamente mejor. La inspección, la perspectiva y el análisis que fue emprendido con tecnología anticipada tiende sin embargo a conducir a conclusiones más dramáticas.

¹ Publicado originalmente en el reporte sueco titulado *Tekniken och det framtida arbetet* (Tecnología y el Futuro del Trabajo), por la Real Academia Sueca de Ciencias de Ingeniería en Octubre de 1994

El talento potencial del progreso tecnológico es mucho más grande y radical que lo que pudimos haber previsto en un principio. No estaría fuera de lugar el afirmar que estamos en un momento de transición entre dos épocas sociales.

La sociedad está cada vez más afectada por productos y servicios que están basados en nueva información tecnológica. Esto no significa que la industria vaya a desaparecer o que ésta sea menos importante. Lo que es nuevo es preferente, y la economía gradualmente va a operar en una nueva moda. Tenemos que escoger la designación de la "IT (información tecnológica) en la sociedad" para la nueva época, aún si la expresión del "Nuevo Mercado" encierra la mayor esencia del significado.

La consecuencia más radical de la sociedad IT es que existirá la libre competencia en muchas áreas. Los problemas fundamentales de la economía de mercado han sido la falta de una elevada calidad que todavía es dirigida por información barata que conduce a incertidumbres con efectos negativos en las decisiones de compras, así como también por resultado la falta de alternativas en bienes y servicios. Esta situación nos conduce al monopolio. Estos problemas fundamentalmente serán reducidos gradualmente en la sociedad IT aunque éstos no desaparezcan por completo. Habrá una enorme mejora en relación a obtener información de alta calidad a precios muy razonables, lo que beneficiará a todos los compradores. El progreso tecnológico también hará posible lograr un alto grado de flexibilidad y también una gran variedad en la producción de bienes y servicios, lo que hará posible que los compradores obtengan precisamente lo que desean.

Una economía de mercado más eficiente logrará la organización de compañías y prácticas laborales en mejores formas; con la disponibilidad de mejor información y equipo más flexible habrá la posibilidad de comisionar y también de descentralizar. Lo anterior ocasionará mayor demanda de personal, quienes tendrán que ser capaces de asumir responsabilidades independientes y cubrir un mayor número de tareas. Este creciente dinamismo estará acompañado de demandas más severas para un cambio constante y un desarrollo en competencia si la gente pudiera ser "empleable." En el capítulo 1 la pregunta se basa en el porqué de los problemas que surgirán del que el mercado laboral y la economía nacional se convirtieran en cuestiones muy agudas precisamente al inicio de los noventa. La clave de esto podría ser encontrada en el análisis del desarrollo de la productividad, es decir, la forma en que la productividad para el empleado se ha desarrollado en diferentes tiempos. El incremento de la productividad hace posible el incremento de los salarios y una mayor prosperidad económica.

La industrialización significa que la gente emigra de sectores de baja productividad como la agricultura y la artesanía a los sectores industriales más productivos. Cuando los trabajadores emigran de la industria al sector servicios, es decir, para dejar de realizar trabajos de poca productividad, estos trabajadores fueron en términos generales tan bien pagados como en la industria. Los problemas generalmente acosan a la economía nacional y al mercado de trabajo que están ligados íntimamente por el hecho de que esta transición gradual de una industria a un servicio económico no ha sido impulsado por una alta productividad en la actualidad. En el capítulo 2 se presenta brevemente un análisis de las direcciones en tecnología discutidas y descritas en una serie de reuniones del IVA durante el año de 1994. Estas direcciones están descritas en 5 grandes tendencias:

- Productos y servicios basados en nueva información tecnológica que están difundiendo un gran número de campos de aplicación, como lo hizo la electricidad en alguna época. Se espera que produzcan cambios radicales en el mercado de trabajo y en la sociedad.
- El desarrollo del producto en la industria y en los negocios dependerán más y más directamente en la búsqueda de nuevos recursos.
- El rápido desarrollo de la productividad, principalmente en el sector industria, en combinación con una decadencia a largo plazo en el crecimiento del mercado en un número creciente de los mismos conducirá a una competencia más difícil y una necesidad más limitada para una forma laboral en los negocios y en la industria en su forma presente.
- Se ha dado una consideración a las demandas ambientales, y un nuevo acercamiento a operaciones industriales comprometiendo entre otras cosas nuevos requerimientos concernientes al reciclaje de partes, componentes, productos y empaque.

En el capítulo 3 las consecuencias de tendencias anticipadas en tecnología en relación al mercado de trabajo han sido discutidas, es muy fácil ver las grandes oportunidades para la racionalización continua de todas las tareas de rutina.

La automatización y el uso de los robots se convertirán en forma más habitual en procesos manufacturados y al mismo tiempo reducirán requerimientos laborales en la producción inmediata.

Hasta ahora los resultados de racionalización de la información tecnológica tienen su principal atractivo en el sector de la manufactura. Existen muchas causas para que la racionalización tome lugar en relación con las obligaciones administrativas, estas son menos demandadas en

las labores de oficina, pero también contienen a la desaparición de ciertas tareas de nivel medio.

Los empleos en la industria crecerán en los próximos años como resultado de una situación de costos favorable en Suecia. En el largo plazo, sin embargo, el empleo agregado industrial seguirá cayendo, aunque a un ritmo menor que en años recientes. No obstante, ciertas compañías industriales pueden esperar expandir sus fuerzas de trabajo. Estas serán primordialmente compañías con intensa actividad en investigación, cuyos mercados crecen más rápidamente que su productividad. Muchas compañías de servicios, que venden a compañías manufactureras en todo el mundo, podrán verse en la necesidad de reclutar mas personal.

Una gran parte de la fuerza de trabajo del futuro va a ser empleada en áreas que no existen actualmente. La tendencia de la tecnología indica tres áreas llamadas:

- Servicio basado en Información tecnológica.
- La infraestructura para una sociedad basada en ciclos naturales.
- Búsqueda basada en la apertura de compañías.

En el capítulo 4, se presentan algunas propuestas con una visión de estrategias y desarrollo para la presente estructura de la industria en Suecia, que también ayudan a la promoción del desarrollo de nueva tecnología y al no aminorar su uso total gracias a un alto nivel de competencia en la fuerza de trabajo.

En el capítulo 5, mantenemos que las posibilidades ofrecidas por el desarrollo de la tecnología nos dejan la conclusión que la sociedad sueca se convertirá en el reto de cambio de las fuerzas poderosas.

Durante la época industrial esto fue acorde a las compañías que se auto-organizaban en forma de pirámides enormes y conducían sus operaciones en gran escala de sus procesos de manufactura usando una fuerza de trabajo especializada para obtener las ventajas de ésta. Esta forma de organizar la manufactura es reflejada en las labores del mercado de trabajo.

El trabajo del mercado del futuro, como el mercado de bienes y servicios estará expuesto a cambios constantemente; la duración larga de la vida del empleo en una sola compañía puede ser una excepción, en vez de una norma.

El trabajo de medio tiempo y trabajos laborales se convertirán en algo más común. Nuevos objetivos, nuevos patrones de grupos de trabajo y una necesidad por un permanente entrenamiento serán unas de las notables razones. El mercado laboral y el sistema de seguros con su

fundación predominante evidentemente pública estaban a la par con los de la época industrial. El mercado laboral del futuro tendrá otros requerimientos, en este capítulo también se discuten algunos cambios institucionales que aparentemente serán vigentemente necesarios si las oportunidades ofrecidas por una sociedad IT no son perdidas.

2.3.1.2.2 Cambio hacia una Sociedad IT

Este análisis nos lleva a dos conclusiones cuyos valores están justamente fundamentados. La primera es que el más importante cambio tecnológico será la velocidad con la cual la información tecnológica será desarrollada y distribuida a un gran número de sectores. Además somos testigos de una diamétrica caída en el costo de procesamiento, almacenamiento y transferencia de datos e información.

Los siguientes son algunas consecuencias de la caída del costo de información:

- La distancia geográfica será menos importante; esto se aplica a la producción tanto de bienes como de servicios. La colaboración será a través de grandes distancias. Los mercados crecerán. Los cambios serán probablemente más aparentes en ciertos servicios del mercado los cuales serán previamente locales o regionales.
- El costo de producir y distribuir comodidades seguirá disminuyendo. Los mecanismos serán baratos y más sofisticados.
- No será necesario estar presente para supervisar y revisar el trabajo hecho por otras gentes y máquinas. En general, las compañías serán pequeñas en tamaño.
- Será más fácil una revisión de los bienes y servicios ofrecidos por el mercado y también el incrementar las cualidades de los bienes y servicios y comparar precios. El resultado será que muchos mercados se caracterizarán por la libre competencia que exista, lo cual llevará a una más justa y equitativa distribución de ingresos.
- Habrá más comunicación entre la gente. Será más fácil mantener contacto con amigos y familiares.

Las consecuencias de una tecnología informativa pueden ser abstractas y difíciles de comprender; un cambio amplio y concreto del

resultado del incremento de la IT es la emergencia de los nuevos mercados financieros. Gracias a la IT los mercados se han vuelto más eficientes y globales.

En adición, las barreras culturales y de lenguaje son relativamente insignificantes. Estas condiciones prematuras no son particularmente únicas. Existen otras similares que pueden ser encontradas en un número de industrias o actividades y por lo tanto podemos esperar más mercados en desarrollo de la misma manera que los mercados financieros.

Para concluir, la IT puede afectar nuestra visión del mundo; la nueva tecnología está acortando las distancias y cambiando los valores comparativos de ventajas que tienen unos países sobre otros. Al mismo tiempo, los desarrollos en Europa del Este y parte de Asia están creando condiciones previstas para el mundo de la economía, la rápida expansión de la economía China es equivalente al nacimiento de un "nuevo Japón." Cada dos años están contribuyendo al intercambio gradual del epicentro económico del mundo en Asia del Este; las consecuencias que pueden mantenerse para Suecia y Europa son dificultades para ver a futuro. Aún sabemos muy poco acerca de como la división del trabajo operará en una sociedad IT, lo cual hace a éste un documento que tendremos que seguir de cerca en el futuro.

2.3.1.3 La Ingeniería de Avanzada en Malasia

Malasia es una de las naciones del Sureste Asiático que disfrutan de un crecimiento anual del Producto Nacional Bruto que es de los mayores del mundo. Durante los últimos seis años su economía ha crecido a una razón de 8% anual.

El gobierno de Malasia ha propuesto un plan de infraestructura coherente que, con la contribución de empresas privadas, está completando proyectos gigantes en un tiempo récord. Recientemente la nueva carretera de 848 km que cruza todo el país, de norte a sur, de Tailandia a Singapur, fue inaugurada. Se tienen grandes proyectos en números muy vastos, desde la infraestructura de la Capital, Kuala Lumpur, que incluyen el nuevo aeropuerto internacional y el sistema urbano de tren ligero, un sistema nacional de desecho de basura, presas, redes de gas natural, etc.

En este contexto general, si la economía presenta un crecimiento del 8%, la demanda de energía eléctrica crece a una razón anual del 14%. Para soportar tal razón de crecimiento, la autoridad eléctrica nacional - Tenaga Nasional Berhad- parcialmente privatizada, ha sido suplementada por IPP (Productores de energía independientes) los cuales, con la contribución de empresas extranjeras, han completado la tarea de construir plantas de energía que brindan una creciente cantidad de electricidad a la red nacional.

Varias naciones Europeas han sido llamadas a proveer, generalmente bajo contratos mano en llave, diferentes tipos de estaciones de energía con



Gráfico 2-1

tiempos de entrega muy cortos.

Si no se puede considerar un récord, en realidad es por lo menos asombrosa la entrega; sólo 12 meses después de la orden de Tenaga Nasional, de implementar una planta de 360MW en Port Klang, cerca de Kapar, Turbotecnica, subsidiaria de Nuovopignone, entregó el pedido. En general, proyectos de esta magnitud se entregan de 16 a 18 meses.

Esta planta está ya diseñada para ser posteriormente convertida a unidades de ciclo combinado, además de que se encuentra en un ambiente difícil.

La tierra en la costa, consiste de material de relleno que ha requerido acumularse en toda el área del lugar, en especial bajo los bloques de los cimientos de los conjuntos generadores. Solo para dar una idea del tamaño de este trabajo, se han enterrado en la tierra unos 1600 postes de concreto de 45 metros de longitud. Además, la nueva estación está localizada dentro del área de una planta generadora ya existente, y cuya operación no pudo ser

EQUIPO DE PROYECTO

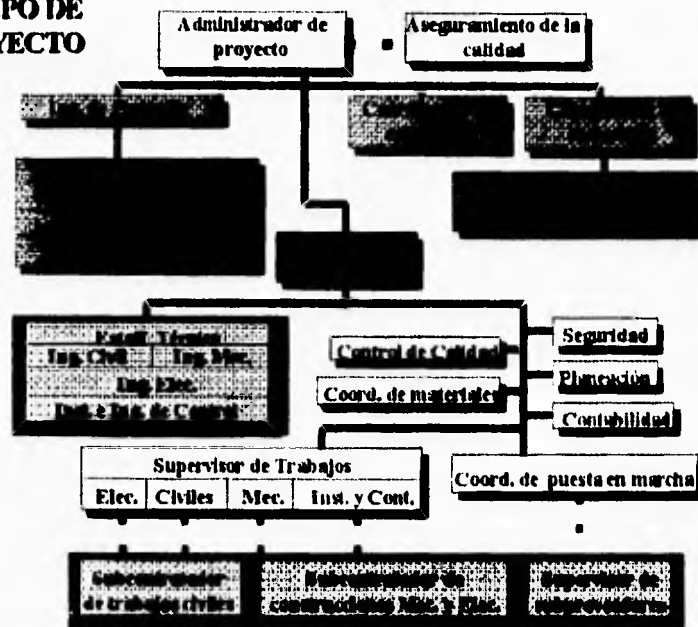


Gráfico 2-2

interrumpida.

Turbotecnica, que recibió la orden de Tenaga Nacional en Julio de 1993, respetó puntualmente los términos de entrega del contrato, al colocar el primer conjunto en servicio en Julio de 1994 después de completar exitosamente una prueba de un mes, especificada en el contrato. Para Agosto de 1994 las tres unidades habían entrado en servicio continuo.

Este resultado se obtuvo, primero, gracias a la adopción de procedimientos administrativos adecuados a proyectos de "Fast Track" (vía rápida). Las diferentes fases de diseño y construcción, en lugar de empezar una en el término de otra con un breve traslape se comprimieron en una secuencia de Ingeniería simultánea.

Por ejemplo, los pilares se diseñaron al mismo tiempo que la Ingeniería básica de la estación. Esto permitió comenzar a apilar sólo 6 semanas después de emitida la orden por Tenaga. En otro de los sectores de diseño, se ha utilizado más extensamente la Ingeniería paralela que en los procedimientos estándar.

Pero el éxito no depende exclusivamente en la organización; los recursos humanos correctos se requieren para formar un equipo de proyecto de personal competente, altamente integrado, motivado y capaz de formar parte de un equipo de trabajo.

Las decisiones se deben de tomar rápidamente por cada miembro del equipo y deben ser transferidas en tiempo real a todos los demás para así hacer las correcciones que sean posibles que consideren los requerimientos de los otros grupos de trabajo.

Esta actitud es válida tanto para el proveedor como para el cliente, ambos están altamente interesados en terminar el trabajo dentro del tiempo calendarizado. Es claro que los esfuerzos realizados por Turbotecnica se respaldaron con el mismo entusiasmo por el lado de Tenaga. Toda la documentación de Ingeniería producida fue rápidamente regresada al ser aprobada, se brindó personal de operación de planta rápidamente; en resumen, todas las interfaces cliente/proveedor han funcionado sin problemas.

Lo que pudo ser provisto en el lugar, en términos de equipo y servicios fue subcontrado a compañías locales, que también eran capaces de cumplir, en cuanto a las entregas y calidad, con el tiempo establecido.

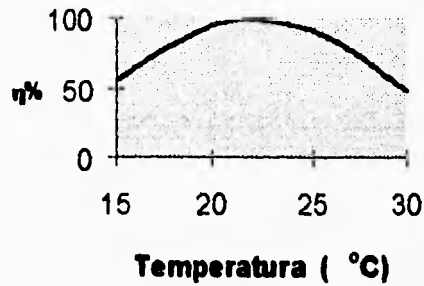
Se usaron buques fletados para transportar maquinaria producida por Nuovo Pignone y otros proveedores Europeos para reducir el tiempo de transporte requerido normalmente por líneas cargueras.

2.3.1.4 La Ingeniería de Avanzada en Suiza

El bienestar de los individuos al momento del trabajo es de primordial importancia, ya que de éste depende directamente la eficiencia de éstos. En realidad, si se tienen usuarios contentos, con construcciones funcionales, tendremos una rentabilidad económica asegurada.

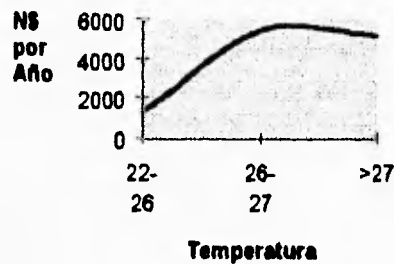
Esta idea de un entorno saludable, dentro y fuera de los edificios, está adquiriendo una importancia creciente. En este sentido, las instalaciones de acondicionamiento de aire y de ventilación, expertamente planificadas y cuidadosamente mantenidas, son condiciones previas para el bienestar (y con ello para la salud y el rendimiento de los usuarios del edificio) y para edificios funcionales y económicos.

Veamos como influye la variación de la temperatura del valor ideal, en el rendimiento de las personas:

**Gráfico 0-3**

Fuente: Sulzer Technical Review Enero 1994

El mantenimiento de un buen acondicionamiento de aire en los edificios implica el contaminar el medio ambiente. Esta contaminación no solo toma forma de aires de escape, sino también lo hace como calor del escape, y ruido que son cedidos al medio ambiente. Se requiere que se estudien a fondo las relaciones entre los ambientes externos e internos de manera que ninguno de los dos se vea afectado por el otro. Esta sería una labor muy interesante para un ingeniero *ambiental*. Se han desarrollado procedimientos que permiten cuantificar cuanto cuesta un mal acondicionamiento de aire, de acuerdo a la disminución de la eficiencia de las personas. Veamos como se comporta esta cifra, en pérdidas anuales:

**Gráfico 0-4**

Fuente: Sulzer Technical Review Enero 1994

Como se aprecia, la consideración de la calidad del medio ambiente es de suma importancia tanto en el aspecto económico de una compañía como en el aspecto del bienestar de los individuos que en ella trabajan. El ingeniero encargado deberá realizar su trabajo de modo que se respete la integridad física del medio externo para de esta manera lograr un buen balance entre los dos medios.

2.3.1.4.1 Perforadora accionada por agua.

Este otro avance es de gran relevancia en el ámbito minero. Desde siempre, las perforadoras tradicionales han sido fuente de innumerables problemas. Estas han funcionado por medio de aire comprimido que se genera por un aparato compresor y es llevado hasta ellas por medio de tuberías. El uso de aire comprimido le brinda a la perforadora dos características negativas que impactan a todo aquél que haya alguna vez trabajado con ellas. Primeramente, el nivel de ruido es terrible. El aire comprimido al ser expulsado violentamente produce un siseo de muy alto nivel sonoro, que a la larga puede ser nocivo para la salud del operario. Segundo, el aire comprimido al salir lleva consigo partículas del aceite que utiliza la perforadora para permitir un buen funcionamiento, y por lo tanto, la neblina que desprende es bastante espesa. Esto en un ambiente sumamente cerrado como el de una mina, en el cual la ventilación es generalmente un grave problema, contribuye de manera negativa en la salud de las personas que laboran en ella.

Al introducir al mercado una perforadora accionada por agua, se eliminan estas dos características. El ruido es disminuido considerablemente y ya no se produce la neblina aceitosa tan molesta para los pulmones de los operarios. Por otro lado, la misma agua sirve como refrigerante de las brocas, con lo que se evita el tener dos mangueras diferentes: una de agua y otra de aire. Además, esta perforadora tiene una alta potencia de operación (de 14 a 18 MPa). Esto es solo un ejemplo de lo que se puede lograr con una mentalidad innovadora y creativa, sin miedo al fracaso.

2.3.1.4.2 Seguridad en la Reacción

En el campo de las válvulas, Sulzer Thermo tec ofrece un nuevo diseño que aumenta la seguridad pasiva en las centrales nucleares. El accionamiento de la nueva válvula tiene lugar a través del medio fluyente en el tubo a bloquear: con ello la válvula es independiente de alimentación energética externa. Su tarea consiste en cerrar con seguridad, rapidez y herméticamente las tuberías en condiciones críticas. Aunque también, en caso de rotura de conducción, puede permitir la salida de varias veces la cantidad de caudal normal. La nueva válvula de compuerta de placas paralelas PPS ofrece dos innovaciones: el accionamiento a través del propio medio y el

movimiento exento de contacto y con ello libra de deterioro a las placas de la válvula de compuerta a lo largo de toda la carrera.

Campos de aplicación

La válvula PPS se desarrolló para bloqueos de vapor vivo y agua de alimentación en reactores de agua a presión y de agua hirviente de los tipos que se utilizan en la actualidad. Además resulta adecuada para futuras aplicaciones, como por ejemplo, en reactores *passive safety*. Diseñada tanto para circuitos primarios como secundarios, encuentra aplicación ahí donde se necesita un cierre rápido y seguro de sistemas de tuberías.

Flujos pequeños: gran potencia

Contrariamente a las válvulas de compuerta accionadas eléctrica o hidráulicamente, la válvula PPS recibe su fuerza de regulación a través del medio existente en la tubería a cerrar. Se habla de válvulas accionadas por su propio medio o por el medio del sistema. La válvula PPS sigue por lo tanto la tendencia de la seguridad pasiva hoy perseguida. La gran fuerza del medio vapor o agua, es capaz de cerrar la válvula con gran rapidez.

Drástica reducción de mantenimiento

El bajo número de componentes de la válvula de compuerta, entre los que no se encuentran piezas soldadas ni cajas de empaquetaduras, simplifica el mantenimiento y reduce con ello la correspondiente exposición a la radiación.

2.3.1.4.3 Recuperación de Vapores Emitidos por Combustibles durante su descarga

Los vapores de la gasolina escapan del tanque del auto durante la recarga de combustible, teniendo un inesperado efecto contaminante que no puede evitarse. Hoy, la contaminación por azufre está bajo control, pero tampoco está completamente eliminada, de hecho, el bajo contenido de azufre en los combustibles actuales comúnmente usados ha reducido los efectos dañinos. Una vez que el SO_2 ha sido reducido puede hallarse que la contaminación restante se lleva a cabo a través de otros componentes, como el ozono y la mezcla de estos. El hombre ciertamente no puede controlar los rayos ultravioletas (catalizadores para la formación de ozono), especialmente fuertes durante el verano, solamente puede intentarse limitar la creación de NO_x tanto como sea posible y reducir drásticamente la quema inadecuada de hidrocarburos, los cuales forman el segundo catalizador.

El olor a gasolina que escapa del tanque de los autos durante la recarga es provocada por los vapores existentes en el mismo, los cuales son expulsados de la cámara por el combustible. Estos vapores, junto con los emitidos por un gran número de industrias de solventes, son considerados el principal origen del segundo catalizador necesario para la formación de ozono. Debe mencionarse también que, la gasolina sin plomo en particular, contiene productos como el benceno que es potencialmente cancerígeno y

que otra importante razón para absorber los vapores combustibles durante la recarga es el proteger tanto al personal de la estación como a los consumidores.

Por otro lado, ¿cuánto vapor es emitido por los tanques contenedores durante la transferencia de combustible? Durante cada procedimiento de traslado de combustible, dependiendo de la temperatura ambiente, .02 - .03% de gasolina se evapora y el combustible es transferido tres veces antes de llegar al tanque del automóvil: primero desde los contenedores de la refinería hasta el camión que transporta el combustible, luego es transferido del vehículo a un tanque subterráneo en la estación de servicio y, finalmente, se traslada de este dispositivo al tanque del auto.

Cuando un jumbocarguero pierde su en el mar carga -lo cual afortunadamente rara vez pasa-, televisión, ecologistas y expertos son alertados; el suceso concierne a todos. Los problemas de este tipo fueron estudiados por primera vez por la EPA (Environmental Protection Agency - Agencia de Protección Ambiental) en América, la cual ha establecido modelos de peligrosidad y propuesto medidas de seguridad. La primera en promulgar estrictas leyes para la protección ambiental fue la autoridad californiana CARB (Californian Air Resources Board - Consejo Californiano de Recursos del Aire), la cual ha definido entre otras cosas, medidas específicas para reducir las emisiones de vapor combustible a la atmósfera. De forma más reciente, una legislación similar ha sido impuesta por exigentes países europeos, encabezados por Suiza, Austria, Alemania y el Reino Unido. Estas medidas abarcan las tres ligas de la cadena de abastecimiento:

Los tanques de refinamiento son llenados hasta el tope, no dejando espacio que permita la formación de vapor; pero cuando el contenedor del camión es cargado, el vapor comienza a escapar. Este puede condensarse a través de plantas especiales -frecuentemente de tipo criogénico-, o quemarse en un incinerador catalítico. En la segunda fase, cuando el camión deposita el combustible en la estación de servicio, la recuperación puede ser realmente simple. Es suficiente conectar una manguera al domo del tanque subterráneo, con lo que se logra que el vapor combustible del vehículo fluya dentro del silo bajo tierra mientras es liberado. El costo de cada dispositivo es mínimo y se recupera en unos meses debido al ahorro en combustible no desperdiciado. La tercer y última etapa es la más complicada por muchas razones: el número de estaciones de servicio, seguido por el número de carros en circulación y por último, la intensa utilización de las estaciones de autoservicio.

El primer sistema de recuperación instalado en E.U., no tuvo gran aceptación debido a que, a pesar de que proporcionaba un sello entre el cuello del tanque y la boquilla de la manguera, complicaba el procedimiento de recarga, tanto que los usuarios llegaron al extremo de romper los sellos. Actualmente, Nuovo Pignone ha desarrollado un sistema recuperador de

vapor que combina eficiencia -98%, datos de CARB- con simplicidad. Este sorprendente resultado es posible a través de la positiva combinación de tres factores:

1.- La alta exactitud de una bomba volumétrica "inteligente" operada por un motor eléctrico de pocas escobillas, compacto y eficiente, contenido en una simple cubierta y que rota sobre dos cojinetes solamente. Puede operar hasta 2500 horas sin necesidad de mantenimiento, equivalente a 10 años de servicio. El impulsor del motor bomba mueve una corona de rodamientos plásticos que incorporan magnetos con poleas paralelas diseñadas para ejercer la función de un amortiguador magnético. Los rodamientos están hechos de un plástico especial con un alto contenido de carbón (40%) que les confiere una resistencia equivalente a un componente de aluminio, tienen gran conductividad eléctrica -lo que elimina el peligro de chispas- y un bajo coeficiente de fricción.

El motor-bomba puede rodar en una velocidad reducida para bajos flujos. Esta es regulada con un alto grado de precisión por un controlador electrónico inmune a la interferencia interna.

2.- El uso de boquillas para combustible con canales de succión localizados en la punta de la misma. La succión de vapor tiene lugar en un ciclo abierto en el que la electrónica asegura que la bomba succione el volumen exacto de vapor requerido en relación con el volumen de combustible surtido.

3.-La presencia de un cuello de llenado estandarizado para el tanque del carro y una recta de conexión entre el cuello surtidor y el tanque

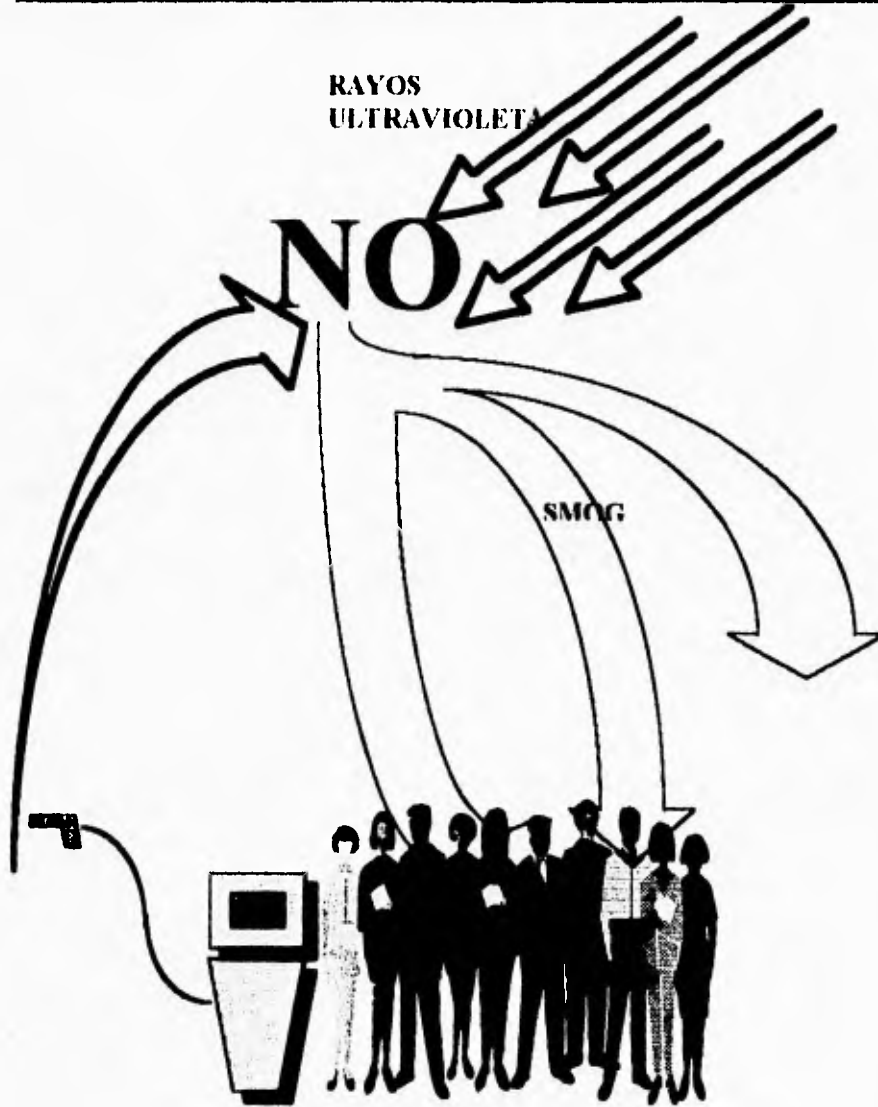


Gráfico 0-5

2.3.1.4.4 Otros campos

Ilustrando a manera de tabla otros de los posibles campos, tenemos lo siguiente:

AREA	NUOVOS CAMPOS	RELACIONADOS	Compañías
INGENIERIA CIVIL, INGENIERIA MECANICA, COMPUTACION, INDUSTRIAL	EDIFICIOS INTELIGENTES Y EQUIPAMIENTO TECNICO DE LOS MISMOS	CONSTRUCTORES INSTALADORES	NEEF ELECTROTECHNIK GMBH & CO
INGENIERIA BIOMEDICA	MARCAPASOS CARDIACOS CARDIOBASE (RECOLECTORES DE DATOS CARDIACOS) VALVULAS CARDIACAS		INTERMEDICS PACEMAKERS
INGENIERIA DE TRANSPORTE	LOCOMOTORA RE 465 DE 7MW		BERNALOTSCHBERG-SIMPLON
INGENIERIA MECANICA, CIENCIAS DE LA TIERRA	USO DEL GAS NATURAL EN MOTORES DE COMBUSTION INTERNA	USO VEHICULAR USO EN MONTACARGAS ETC.	SULZER
INGENIERIA MECANICA	SUBSTITUCION DE ROJETES PARA REDUCIR DESGASTE Y COSTOS DE MANTENIMIENTO, ASI COMO INCREMENTOS EN CONDICIONES DE OPERACION	SIST. DE BOMBEO DE AGUA POTABLE	SULZER

Tabla 2-1

FUENTE: Technical Review Sulzer

2.3.1.5 Ecología Industrial: El Nuevo Paradigma para la Tecnología Ambiental

Otro de los campos ingenieriles en boga hoy día, es aquel concerniente con la preservación del medio ambiente, mediante la transformación de actividades industriales de manera que éstas no afecten al entorno en que se realizan. El siguiente es un escrito elaborado por la Doctora Patricia M. Irving, de los Batelle Pacific Northwest Laboratories, en Richland, Washington, Estados Unidos. Fue presentado en el tercer congreso internacional de la Academia Mexicana de Ingeniería, el 11 de Mayo de 1995

2.3.1.5.1 Introducción

Los medios ambientes sanos producen "bienes" y "servicios" esenciales para el bienestar humano al proveer las necesidades básicas de vida -comida, agua, albergue. Las actividades humanas requeridas para sostener la vida y mejorar su calidad en ocasiones producen resultados no intencionales, como la contaminación, que tienen impactos negativos en otros aspectos de la vida. El crecimiento de la población humana y el creciente uso per capita de los recursos resultan en estas consecuencias no intencionales que tienen ahora tal magnitud que amenazan los sistemas de sustento de vida de la tierra, y de este modo su preservación.

El reto al que la humanidad se enfrenta es el administrar los recursos económicos y naturales, el medio ambiente, y los sistemas sociales de manera que brinden tanto necesidades sociales como ecosistemas sustentables.

El problema de los impactos ambientales locales de la industria ha sido bien entendido por muchos años, y las autoridades reguladoras y de negocios han desarrollado procedimientos para minimizar problemas ambientales clásicos, tales como la emisión local de contaminantes tóxicos. Pero la escala de producción industrial es hoy en día tan grande que aún emisiones normalmente no tóxicas, como el bióxido de carbono, se han convertido en una amenaza para el ecosistema global. Visto en sus más amplios términos, nuestro sistema industrial crece paulatinamente en comparación con el medio ambiente natural, de manera que sus emisiones están alcanzando niveles dañinos a escalas regionales y globales debido a su gran volumen. Y no se vislumbra un fin con la producción industrial fija para un crecimiento imparable. La mayoría de los países claramente buscan los niveles de prosperidad disfrutados en el Occidente, e intentan lograrlo industrializándose.

2.3.1.5 Ecología Industrial: El Nuevo Paradigma para la Tecnología Ambiental

Otro de los campos ingenieriles en boga hoy día, es aquel concerniente con la preservación del medio ambiente, mediante la transformación de actividades industriales de manera que éstas no afecten al entorno en que se realizan. El siguiente es un escrito elaborado por la Doctora Patricia M. Irving, de los Battelle Pacific Northwest Laboratories, en Richland, Washington, Estados Unidos. Fue presentado en el tercer congreso internacional de la Academia Mexicana de Ingeniería, el 11 de Mayo de 1995

2.3.1.5.1 Introducción

Los medios ambientes sanos producen "bienes" y "servicios" esenciales para el bienestar humano al proveer las necesidades básicas de vida -comida, agua, albergue. Las actividades humanas requeridas para sostener la vida y mejorar su calidad en ocasiones producen resultados no intencionales, como la contaminación, que tienen impactos negativos en otros aspectos de la vida. El crecimiento de la población humana y el creciente uso per capita de los recursos resultan en estas consecuencias no intencionales que tienen ahora tal magnitud que amenazan los sistemas de sustento de vida de la tierra, y de este modo su preservación.

El reto al que la humanidad se enfrenta es el administrar los recursos económicos y naturales, el medio ambiente, y los sistemas sociales de manera que brinden tanto necesidades sociales como ecosistemas sustentables.

El problema de los impactos ambientales locales de la industria ha sido bien entendido por muchos años, y las autoridades reguladoras y de negocios han desarrollado procedimientos para minimizar problemas ambientales clásicos, tales como la emisión local de contaminantes tóxicos. Pero la escala de producción industrial es hoy en día tan grande que aún emisiones normalmente no tóxicas, como el bióxido de carbono, se han convertido en una amenaza para el ecosistema global. Visto en sus más amplios términos, nuestro sistema industrial crece paulatinamente en comparación con el medio ambiente natural, de manera que sus emisiones están alcanzando niveles dañinos a escalas regionales y globales debido a su gran volumen. Y no se vislumbra un fin con la producción industrial fija para un crecimiento imparabable. La mayoría de los países claramente buscan los niveles de prosperidad disfrutados en el Occidente, e intentan lograrlo industrializándose.

El industrialismo ha sido desperdiciado, ineficiente, lineal, uniforme, y fuera de control. No tiene ningún mecanismo regulador más allá de la capacidad de avaricia. Los negocios fundados y operando en esos principios son los negocios de hoy en día. Pero una cosa es segura, mañana no pueden ser los mismos negocios de hoy.

La Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (Environmental Protection Agency, EPA) ha dedicado gran parte de sus esfuerzos pasados al tratamiento y limpieza de los contaminantes después de ser generados y, de hecho, se han logrado grandes avances en protección ambiental en los últimos 20 años. Sin embargo, controles *al fin de la tubería* por sí solos no son la solución a los importantes temas ecológicos de hoy en día.

En 1991 aproximadamente 290 millones de toneladas de desperdicios peligrosos fueron generadas en los EU, y aproximadamente 1.4 millones de kilogramos de químicos tóxicos fueron arrojados al medio ambiente. El Gobierno de los EU está comprometido a alentar la prevención de contaminantes en la fuente cuando sea posible, y de este modo, a reducir la cantidad de desechos peligrosos generados en primer lugar. Un enfoque de ecología industrial a las prácticas de negocios ayudará a alcanzar esta meta.

Somos testigos de la evolución de un mundo totalmente industrializado, con producción industrial global, mercados globales, "supercarreteras" de telecomunicaciones, y prosperidad global. La visión del futuro clarifica que los patrones actuales de producción industrial no soportarán un crecimiento sostenido a tal escala y deberán ser considerados obsoletos.

La ecología industrial brinda una estructura organizacional para transformar la tecnología ambiental y las insostenibles prácticas industriales de negocios de antaño.

• 2.3.1.5.2 Modelo Conceptual

La continua expansión del sistema industrial mundial requiere que reconsideremos el paradigma pasado de considerar a los ecosistemas naturales mundiales como infinitamente vastos. El sistema industrial actual y obsoleto es una colección de caminos lineales: el extraer materiales y energía de la naturaleza, el procesarlos por su valor económico, y el arrojar el residuo de vuelta al medio ambiente natural. Este enfoque está en la raíz de nuestras dificultades ecológicas actuales. Estamos pagando hoy un alto precio por remediar estos errores pasados. Del mismo modo, los costos del adecuado manejo de los flujos residuales de las operaciones

industriales de hoy, las cuales están ahora incrustadas en el precio de hacer negocios contribuyen poco o nada al éxito corporativo excepto para prevenir acciones criminales y demandas legales por cualquier pretexto.

Un número de productos industriales brindaron soluciones a necesidades importantes en el pasado, pero crearon nuevos problemas que ahora tratamos de resolver (siguiente tabla). Un enfoque de ecología industrial ayudará a satisfacer nuestras necesidades mientras se minimiza la creación de nuevos problemas.

Relación de los Actuales Problemas Ambientales con Soluciones Industriales Anteriores		
Necesidad Anterior	Solución anterior	Problema Actual
Refrigerantes no tóxicos, no inflamables	Clorofluorocarbonos	Altos rayos UV de un hoyo en la capa de Ozono
Reducir cascabeleo de motores de automóviles	Plomo tetrametilico	Toxicidad de plomo por exposición al agua y tierra
Combatir plagas y malaria	DDT	Impactos en aves y mamíferos
Aumentar productividad de cosechas	Fertilizante de Nitrógeno Fósforo	Eutroficación y (desoxigenación) de aguas y estuarios

Tabla 2-2

La ecología industrial usa los procesos y sistemas del medio ambiente natural como un modelo para resolver y evitar los problemas ambientales, creando un nuevo paradigma para el sistema industrial. Existen muchas características del sistema ecológico natural global que pueden ser seguidas útilmente por la industria (Tibbs, 1993).

El "Desecho" de un organismo o elemento del sistema natural se usa provechosamente en otro lugar del sistema.

Las toxinas concentradas no se almacenan o transportan a granel a nivel del sistema, pero son sintetizadas y usados conforme sean necesitados solo por los individuos de una especie.

Los materiales y la energía se circulan y transforman continuamente en maneras extremadamente eficientes. El sistema funciona con energía solar ambiental y además logra almacenar energía en la forma de combustible fósil.

El sistema permite una actividad independiente por parte de cada individuo de una especie, pero integra de manera conjunta los patrones de actividades de todas las especies. La cooperación y competencia se entrelazan y balancean (e.g. la competencia por recursos alimenticios con frecuencia es minimizado por medio de "compartir los tiempos" o adaptación de nichos).

El objetivo de la ecología industrial es el interpretar y adaptar un entendimiento de los procesos en el sistema natural y aplicarlos al diseño del sistema humano. La meta es que diseñemos los procesos e infraestructuras de modo que la escala de la actividad industrial pueda seguir aumentando para satisfacer la demanda internacional sin resultar en un impacto neto negativo en el medio ambiente y nuestra calidad de vida.

La ecología industrial utiliza un sistema de lazo cerrado en el cual los recursos y el flujo de energía hacia los procesos de producción y los materiales en exceso se regresan al lazo, de manera que se genere muy poco o ningún desecho. Los productos usados por los consumidores retornan a lazos de producción a través del reciclaje para recuperar recursos (Siguiete Figura). De manera ideal, los lazos son cerrados dentro de una fábrica o dentro de industrias de una región, o dentro de economías nacionales y globales.

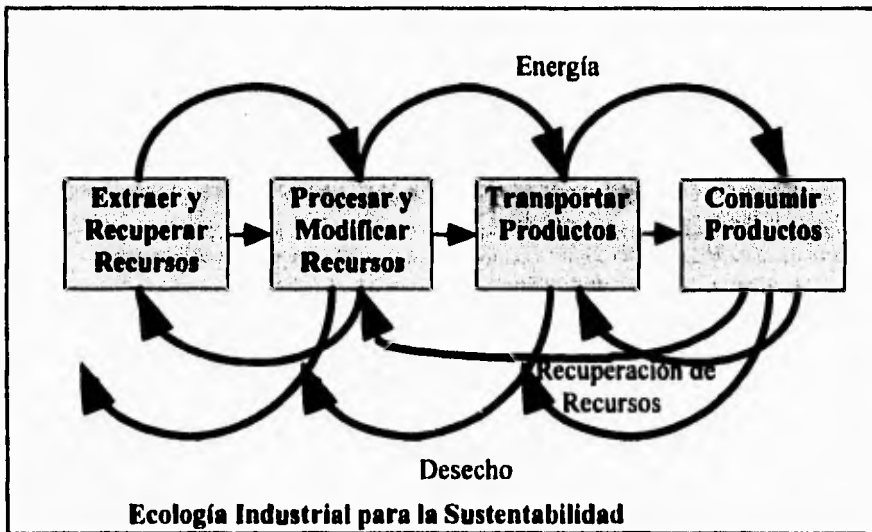


Gráfico 2-6

2.3.1.5.3 Los principios de la Ecología Industrial

- Los sistemas humanos son una parte integral de los ecosistemas de la tierra. Todas las operaciones industriales (manufactura, servicio e infraestructura pública y privada) son una parte de los sistemas naturales que deben funcionar dentro de los límites de sus ecosistemas locales y de la biósfera.
- El uso de la energía y materiales se optimiza. El alcanzar altas eficiencias de energía y materiales en la producción, uso, reciclaje y servicio generará una ventaja competitiva, así como beneficios económicos.
- Los materiales de desecho se recuperan, reusan o reciclan.
- La contaminación se minimiza.
- Existe un papel económicamente viable para cada producto y subproducto de un proceso de manufactura.

2.3.1.5.4 Herramientas de Diseño de la Ecología Industrial

2.3.1.5.4.1 Manufactura Ecológicamente Consciente

La Manufactura Ecológicamente Consciente incluye a la manufactura de cero descargas y a la prevención de la contaminación. Este enfoque utiliza tecnologías que evitan la producción de sustancias ecológicamente peligrosas o alteran las actividades humanas en maneras que minimizan el daño al medio ambiente. Estas actividades usualmente agrupan tecnologías de uso eficiente de energía, sustitución de productos o el rediseño de un proceso de producción. El evitar a los contaminantes se puede lograr por medio de cambios operacionales que incluyen el uso de materiales, prácticas o procedimientos que reducen o eliminan desechos, o cambios institucionales que incluyen programas de entrenamiento de empleados, programas de administración de calidad total, inventarios justo a tiempo, políticas de procuración "verdes," contabilidad de totalidad de costos, y análisis de ciclo de vida.

2.3.1.5.4.2 Administración Ecológica Estratégica

Desde el nacimiento de legislaturas ecológicas omnipresentes ha habido una tendencia hacia un enfoque más estratégico e innovador en la protección ambiental dentro de la industria, y en la integración de los temas ambientales en operaciones de negocios. La administración ambiental estratégica incluye los elementos tecnológicos, económicos, de administración de negocios, regulatorios, y de participación pública que se mezclan con la estrategia de negocios general de la compañía. En vista del hecho de que la mayoría de las industrias se guían por un afán de utilidad, el maximizar las utilidades al momento en que se minimizan los

efectos adversos en el medio ambiente puede parecer paradójico. Sin embargo, muchas compañías se dan cuenta de las tremendas oportunidades de las estrategias que integran consideraciones ecológicas y de energía en todas las prácticas de negocios. Estas compañías encuentran que el adoptar una estrategia integrada provee una ventaja competitiva significativa en mercados globales y los posiciona estratégicamente para el siglo próximo cuando una administración de energía y ecología agresiva será imperativa para la supervivencia del negocio.

2.3.1.5.4.3 Simbiosis Industrial

Un ingrediente vital de la transformación industrial a la sustentabilidad es el percibir que la viabilidad de cualquier compañía específica es interdependiente de la salud de su entorno total. La tendencia hacia sociedades entre compañías y con comunidades ilustra la búsqueda para una co-viabilidad a largo plazo con el entorno más amplio, una búsqueda que se debe extender a cuestiones de equidad económica doméstica e internacionalmente. La simbiosis industrial es una cooperación entre diferentes industrias por las cuales la presencia de cada una aumenta la viabilidad y rentabilidad de la(s) otra(s).

2.3.1.5.4.4 Análisis de Ciclo de Vida

El análisis de ciclo de vida (ACV) es un proceso para evaluar la energía de "cuna a tumba" (desde su inicio hasta su fin) y las consecuencias ambientales asociadas con la tecnología (o sea, un producto, proceso o servicio). El concepto de ciclo de vida es una estructura general que se puede aplicar a diferentes niveles de detalle, dependiendo del fin de la evaluación y el tipo de tecnología que está siendo evaluada. La evaluación tiene tres componentes primarios:

- **Análisis de Inventarios:** Un proceso con énfasis en información para identificar y cuantificar el material y energía que una tecnología usa, así como el material y energía que éste produce -productos, así como residuos aéreos, acuáticos y sólidos- a lo largo de su ciclo de vida.
- **Evaluación de Impactos:** Un proceso cuantitativo o cualitativo para evaluar los impactos ambientales que resultan del uso de materiales y energía y la emisión de residuos a lo largo del ciclo de vida de una tecnología.
- **Evaluación de mejora:** Una evaluación sistemática de las necesidades y oportunidades para reducir estos impactos ambientales. La evaluación de mejora establece las

bases de trabajo para cambios en tecnología y políticas que pueden hacerse **para reducir un impacto general**.

La información de costos de ciclos de vida convencionales, así como otra información (e.g. de seguridad y legislación), pueden ser incluidos en el proceso de evaluación conforme se requiere para integrar al ACV con la toma de decisiones de negocio tradicional.

2.3.1.5.4.5 Diseño para el medio ambiente

Este enfoque a la manufactura ecológicamente consciente involucra cambios substanciales en la infraestructura industrial, tales como fundiciones con menos desperdicio de sobrantes (rebabas), manufactura de acero sin coque, o procesos enteramente rediseñados. Estos cambios tan extensos en los procesos de producción usualmente requieren el desarrollo de nuevas actitudes en la manera de hacer negocios.

2.3.1.5.5 Aplicaciones de Tecnología

Una estrategia de tecnología ambiental que nos ayuda a pasar del manejo de desechos hasta la prevención de contaminación, uso eficiente de recursos, y ecología industrial (bajo consumo, bajos desechos), aunado a un fuerte compromiso social para con la protección del medio ambiente, provee los cimientos para el desarrollo sustentable. Estas tecnologías se aplican al transporte, energía, y actividades agrícolas así como a industrias de manufactura.

Las tecnologías ambientales han sido categorizadas como servidoras de dos sectores complementarios. Un sector se enfoca en la caracterización y el monitoreo del entorno natural para evaluar la cantidad y calidad de los recursos naturales y para evaluar las condiciones ambientales que afectan la salud humana. El otro sector se asocia principalmente con el manejo de nuestros recursos, particularmente con respecto a temas relacionados a la contaminación. Estas tecnologías incluyen productos y servicios para

- monitorear y evaluar la calidad del medio ambiente, el uso de recursos naturales, y la emisión de contaminantes,
- controlar la contaminación y manejar desechos,
- remediar y renovar aire, agua y tierra contaminadas y
- prevenir o evitar la contaminación y reducir el consumo de recursos naturales.

2.3.1.5.5.1 Tecnologías de monitoreo y evaluación

El monitoreo y evaluación ambientales proveen la información base para el desarrollo y ejecución de legislación y estándares ambientales. Se les utiliza para evaluar la calidad ambiental y la condición

de los recursos naturales. Estas tecnologías se usan también para medir, monitorear, predecir, y evaluar la naturaleza y suerte de los contaminantes y flujos de desechos. Las tecnologías de medición son unos componentes claves en lazos retroalimentados vitales para sistemas de control de proceso para prácticas industriales más limpias y eficientes.

La evaluación de riesgo es una tecnología importante en esta categoría. Puede contribuir al desarrollo sustentable cuando es la base para decisiones que podrían ofrecer las mayores mejoras netas en bienestar ambiental total y social, en la asignación de responsabilidad de un amplio rango de consideraciones económicas y sociales relevantes tales como la equidad, calidad de vida, preferencias individuales, y la magnitud y distribución de los beneficios y costos.

2.3.1.5.5.2 Tecnologías de Control

Estas tecnologías funcionan al quitarles lo dañino a las sustancias peligrosas antes de que sean arrojadas al medio ambiente. Estas tecnologías han evolucionado principalmente como resultado de las legislaciones y permiten el enfoque en problemas causados por un solo tipo de contaminante; son comúnmente soluciones de "final de tubería." Esto resulta comúnmente en soluciones sub-óptimas que dirigen la investigación e inversión en opciones de tratamiento o desecho, teniendo un costo para el desarrollo y mejora del producto. Sin embargo, las medidas de control de la contaminación pueden eliminar las barreras que surgen desde el tiempo en que un peligro se identifica hasta que se desarrollan medidas que evitan contaminación y buscan la eficiencia de los recursos.

2.3.1.5.5.3 Remedio y Restauración

El remover contaminantes existentes del medio ambiente y reducir su toxicidad y otros impactos es el tema a tratar por las tecnologías de remedio y restauración. Las técnicas para la reconstrucción y recuperación de los ecosistemas y sus funciones también se incluyen. La necesidad de contar con remedios está dirigida por la degradación del medio ambiente que ha resultado del almacenamiento y prácticas de desecho de desperdicios. Conforme la magnitud del problema se torna evidente, se han desarrollado tecnologías progresivamente más sofisticadas y eficientes en base a su costo. En respuesta a requerimientos de limpieza en lugares específicos, son el objeto de restricciones regulatorias intensas.

2.3.1.5.5.4 Prevención y Abstención

Estas prácticas y tecnologías minimizan o eliminan la creación de flujos de desecho e ineficiencias de recursos. Evitan la producción de sustancias peligrosas al medio ambiente a través del rediseño del

proceso o sustitución del producto. También incluyen a la alteración de las actividades humanas, como cambios en el modo de vida (e.g. el establecer una "ronda" de transporte al ir al trabajo o a la escuela, o el uso de transporte público en lugar del uso individual del automóvil), que ayudan a minimizar el daño al medio ambiente. A diferencia de los controles, estas tecnologías representan inversiones comercialmente atractivas ya que se enfocan en una productividad creciente mientras se reducen o eliminan los costos de cumplir con las legislaciones.

2.3.1.5.5 Desarrollo de Tecnologías Futuras

Los gastos realizados en tecnologías ambientales cambiarán conforme avanzamos hacia el futuro. Los procesos de manufactura serán más eficientes en el uso de recursos, los productos de consumo serán diseñados con el medio ambiente en mente, y las infraestructuras que aportan energía, servicios de transporte, agua, y comida serán más eficientes en su uso de recursos, así como más benévolas para con su entorno. En alguna fecha futura nos habremos trasladado del reaccionar a los peligros de salud pública y ambientales, a la anticipación y prevención de éstos.

2.3.1.5.6 Ejemplos prácticos

2.3.1.5.6.1 Kalundborg: Un Ecosistema Industrial en Dinamarca

Un ejemplo favorito de la ecología industrial es la evolución de la "simbiosis industrial" en Kalundborg. Una red de intercambios de materiales y energía entre compañías y la comunidad se ha desarrollado en la década pasada en una región industrial en la costa al Oeste de Copenhague (Gráfico 2-1). Existen cinco socios principales que desarrollaron una red de reciclaje y reuso que ha generado nuevos ingresos y ahorro de costos para las compañías involucradas, y ha evitado la contaminación de aire, agua y tierra de la región.

En términos ecológicos, Kalundborg exhibe las características de un ciclo alimenticio simple, con organismos que consumen los materiales de desecho y la energía de otros. Originalmente, la motivación era el buscar un uso redituable de los desechos, pero gradualmente los socios se dieron cuenta que su sistema generaba beneficios ambientales poderosos mientras se acrecentaba el desarrollo económico de la región.

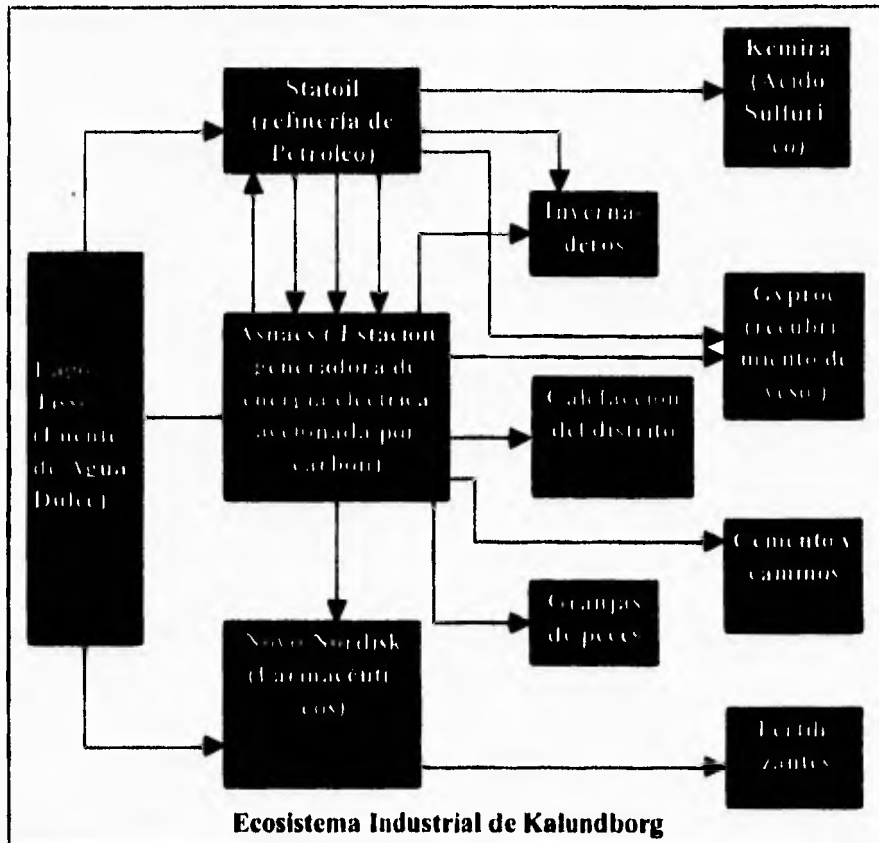


Gráfico 2-7

2.3.1.5.6.2 Parque Ecológico Industrial en los EU

La Agencia de Protección Ambiental de los EU está estableciendo un prototipo para un parque eco-industrial en la frontera con México. Los objetivos son

- diseñar y desarrollar un parque ecológicamente viable que cree trabajos y avance en la innovación de tecnología de punta;
- proveer un foro para la prueba de enfoques flexibles y efectivos en costos para cumplir con los estándares ambientales que dicta la ley;
- demostrar en términos prácticos los principios del desarrollo sustentable; y

- proveer una instalación para demostrar nuevos enfoques de tecnologías preventivas para su exportación a otras naciones.

Resultados de Ecosistema Industrial de Kalundborg	
Económicos	
Inversión Total	US\$60*10 ⁶
Ingresos Anuales	US\$10*10 ⁶ -14*10 ⁶
Tiempo de Recuperación Promedio	5 años
Ingresos Acumulado durante 1993	US\$120*10 ⁶
Ambientales (Ahorros anuales)	
Consumo reducido de recursos	
Petróleo	19*10 ³ TONS
Carbón	30*10 ³ TONS
Agua	600*10 ³ m ³ (de 3*10 ⁶ m ³)
Emisiones Reducidas	
CO ₂	130*10 ³ TONS (de 4*10 ⁶ TONS)
SO ₂	3.7*10 ³ TONS (de 29*10 ³ TONS)
Reuso de Productos de Desecho	
Cenizas	135 TONS
Azufre	2.8*10 ³ TONS
Yeso	80*10 ³ TONS
Nitrógeno en pulpa	800*10 ³ TONS

Tabla 2-1

2.3.1.5.6.3 Programas de Minimización de Desechos a Nivel Corporativo

Chevron: El programa SMART ("Save Money and Reduce Toxics - Ahorre Dinero y Reduzca Tóxicos) es un programa en el cual cada compañía de Chevron sigue una política establecida en toda la corporación. La compañía de investigación de ésta empresa difiere de la mayoría de las compañías de Chevron en términos de los flujos de desechos. En lugar de tener pocos flujos de alto volumen, había cientos de pequeños flujos de desecho en la forma de contenedores de vidrio usados. Los contenedores usados solían ser recolectados y transportados a rellenos sanitarios de desechos peligrosos o a un incinerador a un costo de US\$5,000 al mes. La compañía compró un dispositivo que trituraba los contenedores usados y separa el petróleo del vidrio. Después de este proceso el petróleo es recolectado y reciclado y el vidrio triturado es compactado. El costo del triturador fue de \$20,000; sin embargo, el costo

de desecho era de aproximadamente US\$5,000 mensuales, e iba en aumento. El periodo de recuperación del compactador fue de solo unos meses.

Squibb Manufacturing Incorporated: Squibb tiene un plan de Reducción de desechos peligrosos, y ha reducido un total de 849,300 litros de aguas saladas (o sea, mezclas de solventes acuosas con contenidos de sales orgánicas e inorgánicas con bajo valor de calentamiento y constituyentes tóxicos) a través de varios programas de recuperación y reciclaje, y ha reducido la generación de desechos fríos (o sea, mezclas acuosas diluidas con bajo valor de calentamiento y constituyentes tóxicos de menos de 100 ppm) en al menos 60,500 litros y una reducción anual proyectada de 1,110,540 litros de desechos fríos al año, a través de programas de reducción en la fuente.

Chemical Manufacturers' Association (CMA): Además a los anteriores, ésta asociación de intercambio técnico ha adoptado un Código de Prácticas de Administración, diseñado para promover los esfuerzos de la industria de proteger el medio ambiente al generar menos desechos y reducir emisiones de contaminantes. El código de la CMA requiere instalaciones para inventariar los desechos generados y los volúmenes arrojados a la tierra, aire, y agua, y para evaluar sus impactos potenciales; el buscar recomendaciones de los empleados y del público antes de desarrollar e implementar planes de reducciones continuas; evaluar la reducción de los desechos y su disposición en las fuentes antes de evaluar programas de reciclaje o tratamiento; incluir objetivos de prevención de liberación en el diseño e investigación de instalaciones, procesos y productos nuevos o modificados; y el promover la reducción de desechos y de su liberación por terceros.

2.3.1.5.7 Resumen

La ecología industrial dictará las prácticas del futuro al guiar a la industria a métodos de operación efectivos en costos que harán que sus interacciones con el medio ambiente no sean dañinas y optimizará el proceso de manufactura en su totalidad para el bienestar financiero de la compañía y por el bien general de las futuras generaciones.

Conforme sus inversiones de protecciones al medio ambiente crecen, quienes toman decisiones necesitarán elegir entre tecnologías y enfoques en competencia. La mezcla apropiada de tecnologías en un país dado dependerá de los recursos naturales utilizados, tipos y fuentes de contaminación, factores físicos como el clima y la geología, la disponibilidad de capital, y capacidades técnicas y administrativas. El uso de procesos más limpios, y de prevención de contaminación, así como de

tecnologías para complementar los enfoques de "final de tubería" (Control) pueden resultar en ahorros apreciables relativos a los costos de manejo de desechos, remedio y restauración. Tales enfoques contribuyen a los objetivos de desarrollo sustentable y reducir los costos a largo plazo de la protección ambiental. Las innovadoras tecnologías ambientales proveerán las herramientas para un futuro sustentable basado en la anticipación, evaluación y prevención.

¿Podemos imaginar una sociedad en la que virtualmente nada es tirado? ¿Donde los productos son cíclicos, no hechos para un solo uso? Las economías de la ecología industrial están en claro contraste con las prácticas industriales pasadas que separaban a la producción de la tierra, la tierra de la gente, y en última instancia, los valores personales de los económicos. La ecología industrial empieza al ver los productos en relación con materia prima y con la sustentabilidad de esas materias primas en tierra y agua, ya sea en silvicultura, agricultura o pesca. Significa producir productos en maneras que no ocasionen daños a los trabajadores, el medio ambiente y la sociedad. Finalmente, quiere decir educar a los consumidores de manera que sus valores sean honorables, despiertos e informados. Debido a que los negocios y el libre mercado han sido la fuerza social más dominante de este siglo y, probablemente del siguiente, entonces los negocios son el único mecanismo en el planeta hoy en día lo suficientemente poderoso como para producir los cambios necesarios para dar marcha atrás en la degradación social y ambiental. El implementar los principios de la ecología industrial en todos nuestras prácticas de negocios transformarán nuestros sistemas sociales, industriales y ambientales en entidades sustentables.

3. Diagnóstico de la Situación Actual

3.1. Situación Geopolítica de México



El concepto de Geopolítica encierra una enorme riqueza, ya que con los conocimientos de Geografía y Política mundial así como con su historia, se llega por medio del análisis a comprender situaciones de conflicto, a poder plantear y planear en base a un futuro bastante probable, alternativas de solución, focos de desarrollo, sistemas económicos y productivos,

programas de apoyo e intercambio cultural etc., mismos que conducen a un mejor entendimiento de la realidad particular y general que se está viviendo. La Geopolítica abarca desde las costumbres regionales hasta los más agudos conflictos internacionales.

La Ingeniería Geopolítica comprende el análisis de las situaciones en base a una selección de información, que debe ser lo suficientemente rica y variada para establecer el marco de realidades y en base a éste trabajar. La Ingeniería Geopolítica estudia también el impacto que se produce en el entorno del hombre, al desarrollarse nuevas tecnologías, obras de infraestructura y urbanas, proyectos internacionales y dotación de servicios en diferentes centros geográficos y políticos, y su relevancia en la sociedad, para lo que se consideran las costumbres, la historia y la religión, con el fin de no perturbar el orden civil y natural de la zona y racionalizar la tecnología en beneficio del hombre, sirviéndole como vehículo para procurar el orden y el progreso.

En la actualidad, la inminente formación de coaliciones económicas mundiales -encabezadas por los países más importantes de cada continente-, para adquirir fortaleza y sobrevivir en un mundo que se rige por la crematística, han puesto a nuestro país, México, en una disyuntiva importante: el establecimiento de políticas capaces de salvar estos obstáculos y lograr con ello un sostenido avance hacia el primer mundo.

Precisamente en este rubro la situación geográfica juega un papel por demás importante, ya que se hace patente la necesidad de considerar el poderío y los intereses de nuestro país vecino del norte, E.U.; y las condiciones que dominan de igual forma, tanto en el continente europeo como en el asiático.

El Tratado de Libre Comercio, firmado con los Estados Unidos de Norteamérica, es la pauta que ahora señala el camino. A partir de esta visión deben desarrollarse las políticas de crecimiento tecnológico que permitan elevar la calidad de la plataforma industrial de forma tal que ésta alcance todos sus niveles, logrando con ello ganar y proteger mercados. Políticas que permitan modificar el nivel educativo de la población en virtud de la premisa de contar con gente mejor preparada para afrontar los nuevos retos, derivados de esta integración mundial. Políticas que nos lleven también a manejar nuestro destino como nación, sin tener que velar por intereses ajenos a la misma.

El mundo en que vivimos actualmente es un mundo en constante movimiento, dándose cambios bruscos que más que nunca nos obligan a conocer los factores que influyen primeramente en la comunidad internacional, luego en nuestro país y finalmente en la sociedad que nos rodea.

Con toda esta serie de cambios que se han venido dando, es muy importante conocer qué papel juega nuestro país en la complicada partida del ajedrez mundial. La situación que se ha dado en los últimos meses en nuestro país es de extrema relevancia en éste ámbito. Tanto el conflicto en Chiapas, como los asesinatos de Posadas, Colosio y Ruiz Massieu han dado a los mercados internacionales una inestabilidad que, obviamente varía en intensidad de acuerdo al lugar. Sin lugar a dudas, la región más sensible a lo que ocurre en nuestro país es Latinoamérica. Nuestras economías están muy ligadas entre sí, además de ser México el "líder" de la región, en nuestra opinión incluso por encima de Brazil. Basta analizar las tasas de retorno de los fondos país latinoamericanos para observar que en general el comportamiento de nuestro país les afecta profundamente:

AÑO	RETORNO (%)
1991	15
1992	3
1993	57
1994	-13

Tabla 3-1

Sin embargo, el total a cuatro años es de aproximadamente 60%.

Un dato que nos muestra lo importante que se considera el bienestar de nuestra economía dentro de la arena global es el que precisamente por medio de la insistencia de algunos legisladores americanos se consiguió la aprobación del paquete de ayuda económica; esto con la teoría de que un derrumbe de la economía mexicana sería el detonador de una serie de crisis que se darían primeramente a nivel Latinoamérica e irían aumentando hasta caer el mundo entero en una depresión que, aunque momentánea, no dejaría de ser depresión en sí.

Basta analizar los niveles de comercio que tiene México con otros países del mundo para darnos cuenta de la magnitud de lo que una posible moratoria mexicana hubiese sido. Por regiones, México registró el mayor saldo desfavorable con los países asiáticos (46.1%), seguida de la Unión Europea (36.7%), Norteamérica (6.1) y otras regiones con 11.1%.

En 1989 el déficit del país con el resto del mundo se concentraba con las naciones de la entonces Comunidad Económica Europea, Norteamérica y Asia. Cinco años más tarde el déficit pasó a concentrarse en su mayoría en Europa y Asia. Por zonas, los países más importantes son Japón con un 52% del déficit que se tiene con los países asiáticos, en Europa el principal es Alemania y en Norteamérica, los Estados Unidos. Las siguientes tablas están expresadas en millones de Dólares de E.U.

PAIS		1989	1990	1991	1992	1993	1994*
JAPON	EXP.	1308	1448	1252	904	685	865
	IMP.	1042	1345	2245	3358	3920	4361
HONG KONG	EXP.	65	45	101	96	94	96
	IMP.	159	222	317	422	343	255
SINGAPUR	EXP.	11	33	37	103	131	38
	IMP.	39	68	107	139	215	263
TAIWAN	EXP.	94	66	76	45	23	55
	IMP.	166	223	435	564	716	918
COREA DEL SUR	EXP.	51	102	34	1	1	6
	IMP.	164	213	106	43	88	239
COREA DEL NTE	EXP.	20	9	32	52	27	136
	IMP.	31	27	387	664	837	845
FILIPINAS	EXP.	7	2	4	4	5	11
	IMP.	12	5	19	30	52	75
TAILANDIA	EXP.	26	12	4	9	11	58
	IMP.	4	34	43	102	139	206
MALASIA	EXP.	1	3	4	8	9	8
	IMP.	18	18	54	172	245	386
CHINA	EXP.	0	9	63	20	45	80
	IMP.	0	16	142	430	386	435
REGION ASIATICA	EXP.	1582	1729	1605	1229	1030	1351
	IMP.	1636	2171	3857	5924	6942	7983

Tabla 3-2

FUENTE: El Economista, Miércoles 1 de Marzo de 1995 p. 34

*: Enero-Noviembre de 1994.

PAIS		1989	1990	1991	1992	1993	1994*
ALEMÁNIA	EXP.	359	323	564	485	426	361
	IMP.	1384	1653	2327	2483	2851	2788
BELUX	EXP.	135	213	305	279	221	325
	IMP.	163	214	328	309	275	312
DINAMARCA	EXP.	7	12	17	23	18	22
CA	IMP.	37	52	80	135	130	120
ESPAÑA	EXP.	1127	1449	1186	1220	917	786
	IMP.	336	506	575	878	1153	1231
FRANCIA	EXP.	478	551	619	576	452	387
	IMP.	550	729	996	1330	1105	1367
GRECIA	EXP.	11	5	4	9	6	6
	IMP.	1	2	11	22	23	22
PAISES BAJOS	EXP.	0	332	186	148	193	217
IRLANDA	IMP.	0	205	216	240	242	212
	EXP.	2	5	8	15	121	10
ITALIA	IMP.	91	166	70	179	151	118
	EXP.	136	208	170	144	83	87
PORTUGAL	IMP.	358	447	623	989	882	911
	EXP.	56	67.5	87.8	131.7	72	46
REINO UNIDO	IMP.	5	5	16	13	12	18
	EXP.	179	183	227	247	201	246
	IMP.	304	592	500	620	582	653
					277	270	290
					798	746	773

Tabla 3-3

FUENTE: El Financiero Miércoles 1 de Marzo de 1995

* Enero-Noviembre de 1994

Como se aprecia en la mayoría de los casos, se presenta un déficit en la balanza comercial de México con los otros países. Esto significa que en realidad México compra más de lo que vende. A fechas recientes esta diferencia creció de una manera alarmante. Dado esto, es de suponer que es del mayor interés a la comunidad internacional el que México cuente con una economía sana y robusta que pueda cumplir con los compromisos que se han obtenido a lo largo de los años.

3.2 Economía Nacional

Para la economía la evolución mundial también ha marcado el camino. Es de todos conocido que hoy por hoy se persiguen grandes alianzas comerciales; países agrupados por bloques que constituyan un importante centro económico, y que además sean enormes mercados, en los que la especialización, la calidad y el poder de suministro y abasto sean las reglas principales del juego. Una alianza comercial trae múltiples beneficios para los países que la integran, ya que se busca que cada país aporte a los demás lo que mejor produce y domina, de esta manera las actividades económicas se especializan, y los productos y el dinero fluyen en mayor cantidad y en mejores condiciones a través de los países. Para los países que no forman parte de estas alianzas, un mercado de tal magnitud, constituye una magnífica oportunidad para introducir nuevos productos, ocupar terreno e incluirse dentro de la alianza o formar otra en menor escala.

La economía nacional es un tema que no debemos tomar a la ligera, sino que debe buscarse la manera de entender a fondo la situación para así poder emitir juicios y elaborar planes de acción con respecto al asunto que nos interesa en el presente escrito: el futuro de la Ingeniería en México.

Cabe mencionar que, por su naturaleza sumamente dinámica, la economía es un área que presenta cambios vertiginosos día con día. En base a este tenor, la información que se presenta es correcta hasta el día mencionado en ella, y se presenta únicamente a manera de permitir una visión general del estado que la economía nacional presenta en estos momentos.

En Abril de 1995, la inflación creció 8% con respecto a Marzo, con lo que el aumento acumulado del Índice Nacional de Precios al Consumidor en los primeros cuatro meses del año llegó a 23.66 por ciento, según el Banco de México (Banxico).

Esta es la inflación más alta desde 1987 para un mes de Abril, cuando se ubicó en 8.7 por ciento. Banxico dijo que el crecimiento anual de los precios de Abril de 1995 con respecto al mismo mes de 1994 se situó en 29.39 por ciento.

Inflación en el mes de Abril

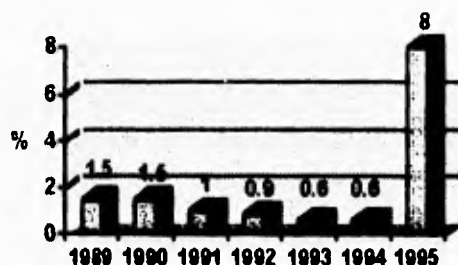


Gráfico 3-1

FUENTE: Reforma, con datos de Banxico

De Marzo a Abril de 1995, los precios en alimentos, bebidas y tabaco crecieron 6.8 por ciento; en ropa y calzado 6.3; en vivienda (renta, electricidad, gas teléfono, etc.) 8.5; en muebles y enseres domésticos 9.4; en salud y cuidado personal 7.5; en transporte 11.9 y en educación y esparcimiento 4.1 por ciento. Las ciudades que registraron los mayores aumentos en los precios al consumidor durante abril fueron: Puebla, 9.8 por ciento; Querétaro, 9.2; Torreón, 9.1; Cuernavaca 9.0; Tlaxcala 9.0; Tampico 8.6 y Monterrey 8.4 por ciento. Por otro lado, el desempleo formal creció 66.7 por ciento en el primer bimestre de 1995, al elevarse el número de desocupados de 872 mil a un millón 454 mil trabajadores, por lo que se prevé que el resultado oficial de la actividad industrial de febrero muestre una contracción, esto es afirmado por el Grupo de Economistas y Asociados. Al concluir Febrero se registraron 582 mil desempleados más que en Diciembre, de los cuales 180 mil son personas que recién se incorporaron a la población económicamente activa y 402 mil fueron despedidas.

Destaca que en Enero y Febrero la tasa tradicional de desempleo abierto fue del 4.5 y 5.3 por ciento, respectivamente, las variaciones más elevadas de los últimos años. La menor demanda de mano de obra en las actividades productivas se explica por los elevados costos financieros de las

empresas, sus pérdidas cambiantes y la reconversión industrial.

Tasa de Desempleo Abierto en Enero

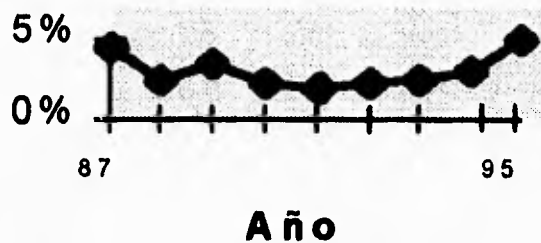


Gráfico 3-2

FUENTE: Elaborado en base a datos publicados por el diario Reforma con información de INEGI

La tasa de desempleo abierto en Marzo alcanzó el 5.7 por ciento de la PEA, siendo 7.5 mayor que la registrada en el mes anterior, que fue del 5.3 por ciento, según datos de INEGI. La cifra reportada por el INEGI del desempleo abierto en el primer trimestre del año representa la tasa más alta desde 1987, año en que inició la encuesta nacional de empleo urbano. Este número es representativo, a pesar de que el número de ciudades encuestadas se ha venido incrementando, pues siempre han considerado a las tres principales ciudades del país. Tan solo en estos primeros tres meses de 1995, las 897 mil personas despedidas representan el 44 por ciento del millón de personas desocupadas durante 1994. Del total de desocupados abiertos en Marzo, el 86.9 por ciento contaba con experiencia laboral, mientras que el resto no la tenía. El desempleo es mayor al considerar otras tasas complementarias ya que la desocupación abierta sólo considera a aquellas personas que no trabajaron ni una hora en los dos meses previos a la semana de la encuesta. En cambio, al tomar la tasa de presión general, que incluye además de los desempleados abiertos a los que pretenden cambiar de trabajo o contar con uno adicional, el asunto es más grave.

Con este indicador el personal que no tuvo trabajo, en el primer trimestre del año, fue un millón 76 mil personas, lo que significó el 34 por ciento de los tres millones 194 mil trabajadores desempleados en 1994.

Por otro lado, durante el primer trimestre del año el Producto Interno Bruto registró una caída de 0.6%, que contrasta con el aumento de 4% alcanzado en el último mes de 1994:

Variación Anual Real de PIB, Comportamiento por Trimestre



Gráfico 3-3

FUENTE: Elaborado con datos publicados en Reforma, en base a datos de la SHCP

Si desglosamos la anterior gráfica por sectores, para el primer trimestre de 1995, el sector primario tuvo una variación anual de 2%; el manufacturero, 0.4%; De Servicios, -0.6%; e Industrial -0.7%. Visto por actividades, las que crecieron (en bases iguales a las anteriores) son: Metálicas básicas, 10.1%; Madera, 7.4%; Química, 6.9%; Electricidad 6.8%; Servicios Financieros, 3.9%; Papel, 3.4%; Transporte, 3.1% y alimentos 1.5%.

Las que cayeron fueron las siguientes: Minería -0.2%, servicios comunales -0.2%, minerales no metálicos -0.4%, maquinaria y equipo -2.3%, comercio -4%, construcción -7.3% y vestido -10.2%.

El sector de la microempresa es, para variar, el que se ve más perjudicado, al no tener recursos que le protejan de esta situación que vive el país. Ya se ha comentado el gran número de microindustrias que han tenido que cesar sus actividades, con lo que se dejan de generar fuentes de empleo y recursos producto de los intercambios comerciales.

Y ya que estamos hablando de intercambios comerciales, veamos uno de los pocos puntos a favor de la macroeconomía mexicana: la balanza comercial.

El déficit comercial disminuyó 90% en el primer bimestre del año, al ubicarse en 295.3 millones de dólares, en comparación al registrado en el mismo periodo del año anterior. El resultado se justificó por el marginal incremento de las importaciones y por el crecimiento de 34% de las exportaciones en los primeros meses del año.

Este incremento marginal de las importaciones se origina una vez que, al incrementar su valor en pesos los productos extranjeros, éstos quedan fuera del alcance de una gran parte de individuos que solían ser sus consumidores. Por otro lado, el aumento de las exportaciones se origina ya que el menor valor del peso le proporciona a los productos mexicanos una ventaja competitiva en los mercados externos. Veamos el comportamiento de la balanza comercial de México (datos al primer bimestre de 1995, en millones de US\$),

	Exportaciones		Importaciones		Saldo	
	1995	VAR%	1995	VAR%	1995	VAR %
TOTAL	11,527	33.7	11,822	2.0	(295)	-90.0
I. AGRICULTURA Y SILVICULTURA	984	74.4	394	-9.2	590	353.4
II. GANADERÍA, APICULTURA, CAZA Y PESCA	159	99.3	35	-39.3	125	440.3
A. Ganadería y Apicultura	147	101.6	31	-41.7	116	482.5
B. Caza y Pesca	13	76.4	4	7.2	9	179.9
III. INDUSTRIAS EXTRACTIVAS	1,195	22.9	87	34.2	1,108	22.1
A. Petróleo Crudo y Gas Natural	1,118	22.6	18	247.8	1,100	21.3
B. Extracción de Minerales Metálicos	46	67.6	24	12.8	22	262.4
C. Extracción de Otros Minerales	31	-5.9	31	8.9	0.6	-88.4
D. Otras Industrias Extractivas	0.1	376.9	14	39.1	(14)	38.6
IV. INDUSTRIAS MANUFACTURERAS	9,168	31.2	11,038	1.1	(1,869)	-52.4
A. Alimentos, Bebidas y Tabaco	356	36.2	427	-25.4	(71)	-77.1
B. Textiles, Arts. De Vestir e Ind. Del Cuero	582	34.0	582	-10.4	0.5	-
C. Industrias de la Madera	76	-21.0	69	-35.3	7	-
D. Papel, Imprenta e Industria Editorial	114	32.7	493	16.4	(379)	12.2
E. Derivados del Petróleo	135	218.3	223	29.0	(88)	-32.3
F. Petroquímica	58	77.3	115	16.7	(57)	-13.2
G. Química	558	41.0	883	7.3	(326)	-23.9
H. Productos de Plástico y de Caucho	161	9.6	640	11.4	(479)	12
I. Fab. De Otros Productos Minerales no Metálicos	189	1.0	131	-15.6	58	82.1
J. Siderurgia	317	39.4	593	2.2	(276)	-21.7
K. Minerometalurgia	247	54.9	197	19.7	50.7	-
L. Productos Metálicos, Maquinaria y Equipo	6,208	29.1	6,553	1.4	(346)	-79.1
M. Otras Industrias	169	55.6	132	1.9	36.9	-
V. OTROS	20	8.7	269	130.9	(249)	154.1

Tabla 3-4

FUENTE: Reforma, con datos del Banco de México

De este modo, vemos que en general, las principales industrias extractivas fueron aquellas que registraron una mayor variación en el aumento de exportaciones, mientras que las menos versátiles fueron las de la industria de la madera. Las importaciones, como se mencionó anteriormente casi todas en su totalidad disminuyeron.

3.2.1 Economía de los Estados

Un punto de importancia es el que ha sido resultado de la contratación de deudas por parte de algunos gobiernos estatales principalmente con la banca privada. Es alarmante la situación en la que se encuentran actualmente varios estados de la federación. Según un estudio elaborado por el Partido de Acción Nacional, las 10 entidades más endeudadas son: Estado de México, Sonora, Jalisco, Nuevo León, Querétaro, Chiapas, Baja California, Chihuahua, Sinaloa y Durango. A pesar de que los gobernadores de estos estados niegan la posibilidad de declarar al gobierno estatal en bancarota, se han presentado propuestas por el mismo partido de hacerlo. El agobio financiero que sufre nuestro país, ha hecho mella en la estabilidad de varios estados de la República. Por lo menos, doce entidades de México sufren el embate de altas tasas de interés (resultado de la reciente devaluación), que han provocado entre otras cosas, la reducción de gastos para el desarrollo social.

Muestra de esta situación son los estados de Jalisco y Nuevo León, quienes registran deudas superiores a los 100 y 400 millones de nuevos pesos respectivamente. Por otro lado, en el estado de México, la deuda contratada en un 90 por ciento con la banca comercial, rebasa en un 34.7 por ciento el presupuesto otorgado por la federación para el año fiscal de 1995. En otro apartado, el presidente del PAN, Carlos Castillo Peraza, se refirió al caso de Sinaloa, en donde las delegaciones federales reciben un presupuesto similar al del Gobierno del estado, ejerciendo las primeras un gasto corriente del 71 por ciento frente a un 29 por ciento sólo de inversión.

Los niveles actuales de las deudas estatales ascienden a los siguientes números, en saldos en miles de nuevos pesos al 30 de Junio de 1994:

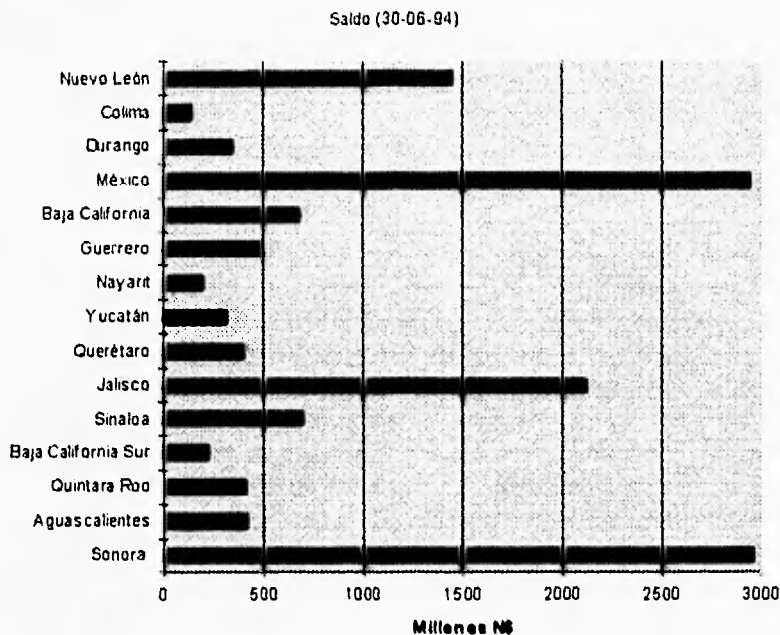


Gráfico 3-4

FUENTE: Elaborado con base a datos presentados en el diario *Reforma* de la Ciudad de México, a partir de datos del PAN.

En una entrevista realizada, el entonces Gobernador de Guanajuato, Carlos Medina Plascencia, estima que su estado es el sexto estado en cuanto a la aportación de recursos en recaudación de impuestos, y es el noveno en recepción de las participaciones del estado. Comenta "yo creo que los porcentajes, mientras pasamos a este federalismo con otra coordinación fiscal en donde tenga una mayor injerencia e intervención en la recaudación y también en el ejercicio del gasto los estados, pues al menos un 40 por ciento y hasta un 60 por ciento del total de impuestos que se recaudan en el país deberían ir a los estados y a los municipios." (FUENTE: Diario "Reforma")

Por otro lado, Hacienda, Banobras y los gobiernos estatales afinan esquemas de reestructuración. La SHCP dió a conocer que se creará un sistema similar a las UDIs para la reestructuración de créditos hipotecarios y endeudamiento de, por lo menos, una docena de estados del país que arrastran problemas de liquidez.

Situaciones de esta índole ponen en tela de juicio la "justa" participación de los estados en los ingresos federales. Dicha intervención queda

establecida en el documento conocido como Ley de Coordinación Fiscal, que tiene como propósito coordinar el sistema fiscal de la federación con los de los estados, municipios y Distrito Federal, así como establecer la participación que corresponda a sus haciendas públicas en los ingresos federales, distribuir entre ellos dichas participaciones, fijar reglas de colaboración administrativa entre las diversas autoridades fiscales, constituir los organismos en materia de coordinación fiscal y dar las bases de su organización.

Después de haber conocido el insuficiente e inequitativo presupuesto que reciben los gobiernos estatales para cada año o ejercicio fiscal, se ha observado en estos días una problemática que distrae recursos y duplica funciones, que es la existencia de las delegaciones federales.

Las delegaciones federales son organismos encargados o comisionados para verificar que en los estados se de el cumplimiento a las disposiciones tomadas por el gobierno central.

Es, en varios estados de la República Mexicana, donde se suscita una situación incomprensible y preocupante originada debido a que el total del presupuesto para los gastos, programas y planeación de un estado es equivalente o muy similar al presupuesto que tiene la delegación federal que va a trabajar en el mismo. De esta manera vemos que resulta ilógico que una delegación, que debe actuar como mecanismo de apoyo para una región, tenga acceso al mismo presupuesto que un estado que debe cumplir y responder a múltiples funciones.

Cada estado tiene la libertad y opción, como lo indica el federalismo, para realizar campañas internas, instrumentar estrategias, así como dar apoyo a las principales actividades económicas del estado, y también promover otras pequeñas pero importantes. La mayoría de estas acciones se realizan por organismos estatales que plantean, estudian y procuran resolver su problemática de manera tal que se satisfagan las necesidades que requieren y que conocen mejor las delegaciones federales.

IVA

La Secretaría de Hacienda y Crédito Público señaló que el incremento de 50% en la tasa del impuesto al valor agregado (IVA), que a partir de Abril pasara del 10 al 15 por ciento, es una medida que no puede ser vista en forma aislada, debido a que es parte del programa económico del gobierno que pretende fortalecer las finanzas publicas, elevar el ahorro interno colaborar a reducir las tasas de interés y aminorar los aumentos de precios.

De acuerdo con la información de la propia SHCP, el cobro de el impuesto al valor agregado significo al fisco un ingreso de 39 mil 79.8 millones de nuevos pesos en 1994. esta cantidad fue equivalente al 24.4 % de

los ingresos tributarios del gobierno federal que, el año pasado, ascendieron a 160 mil 128 millones de nuevos pesos.

Después del impuesto sobre la renta (ISR), por concepto del cual el año pasado el gobierno recaudó 71 mil 721 millones de nuevos pesos, el IVA es el segundo renglón para el gobierno por su importancia en materia de ingresos tributarios.

La SHCP indico que la finalidad de elevar en 50% el cobro del IVA y efectuar modificaciones al ISR, es dar una respuesta inmediata para resolver los problemas financieros y económicos de el país.

Entre las modificaciones, destaca la ampliación de la bonificación fiscal para quienes perciben hasta cuatro salarios mínimos. La mecánica aprobada implica un aumento de 3% en ingreso disponible para aquellos trabajadores que perciben dos salarios mínimos, pero beneficia también a quienes obtienen hasta cuatro salarios mínimos.

Diferentes sectores sociales, entre ellos: empresarios, el clero, partidos políticos, y grupos de ciudadanos, manifestaron en Nuevo León, Sonora, Zacatecas, Nayarit, Yucatán y Tamaulipas su repudio a la aprobación del incremento al impuesto al valor agregado, considerando además que la sociedad encontrará la forma de reclamar a sus diputados haber hecho caso omiso a sus peticiones de votar en contra del incremento al IVA, y que esta medida provocara más desempleo debido al cierre de empresas.

Mencionaron también que el gobierno no tendría necesidad de aumentar el IVA si el sector publico redujera 15% el gasto real en vez de solo el 9%.

Por otra parte se dijo que los consumidores van a ser los mas afectados debido a que los empresarios grandes, medianos o pequeños solo van a trasladar el impuesto al precio final del producto.

3.3 Desempleo

Con base a lo visto en los subtemas anteriores, nos podemos dar cuenta de lo crítico de la situación por la que atraviesa el país. La balanza de pagos se encuentra totalmente desproporcionada, la deuda externa se encuentra en niveles inimaginables para una economía de nuestro tamaño, las deudas de las empresas y particulares para con las instituciones de crédito son insostenibles, no se dan apoyos que alienten la creación de fuentes de trabajo, y además se tiene una carencia total de éstas últimas.

El análisis que concierne a este subtema trata precisamente la situación laboral que afecta directamente a los profesionales de la ingeniería. Sin embargo, antes de llegar a lo que es el marco principal de referencia para este subtema, sentimos la necesidad de analizar situaciones paralelas que nos pueden dar bases para llegar a una conclusión.

3.3.1 Población ocupada por ocupación principal según situación en el trabajo

La distribución de los diferentes profesionistas en los diversos campos de trabajo es un indicador muy importante, ya que nos señala la cantidad de ellos que laboran en campos de la economía formal y aquellos que actúan al margen de ésta.

	Población Ocupada	Empleado u obrero	Jornalero o peón	Trabajador por su cuenta	Patrón o empresario	Trabajador familiar no remunerado	No especificado
Profesionales	630,621	420,187	867	155,119	37,607	3,812	13,029
Técnicos	767,997	671,743	4,558	65,234	10,616	3,219	12,627
Trabajadores de educ.	874,411	818,522	1,393	23,382	5,037	1,481	24,596
Trabajadores del arte	200,469	105,678	1,646	80,463	7,163	1,023	4,496
Funcionarios y Trabajadores	569,561	375,433	2,633	48,191	131,821	2,979	8,504
agropecuarios	6,173,725	379,318	1,700,435	2,325,206	58,573	449,620	260,573
inspectores y supervisores	388,548	338,707	2,382	24,673	18,151	467	4,168
Artesanos y obreros	3,728,868	2,289,576	306,598	956,326	70,099	26,369	79,701
Operadores de maq fija	1,182,057	1,117,857	17,099	22,069	5,342	1,039	18,651
Ayudantes y similares	1,055,828	740,221	258,161	26,982	2,034	8,967	19,263
Operadores de transporte	1,171,819	849,034	59,187	220,392	15,914	5,054	22,038
Oficinistas	2,186,582	2,097,341	6,995	23,587	21,791	4,676	32,192
Comerciantes y dependient	2,200,975	1,105,872	20,662	852,120	116,021	44,939	61,861
Trab ambulantes	505,960	91,593	7,802	377,462	8,130	7,794	13,179
Trabajadores en servicios públicos	1,137,735	893,586	49,330	146,494	18,238	7,740	22,347
Trabajadores domésticos	646,199	526,327	19,078	70,975	1,616	2,418	25,785
Protección y vigilancia	478,158	443,630	12,748	5,388	2,881	616	12,895
No especif.	504,500	161,326	38,705	41,831	3,974	15,216	243,446
Estados Unidos Mexicanos	23,403,413	13,425,950	2,510,279	5,465,894	535,008	587,429	879,353

Tabla 3-5

FUENTE: XI Censo General de Población y Vivienda 1990

Como se aprecia en la tabla anterior, en el rubro que a nosotros nos concierne (profesionales) la distribución es la siguiente:

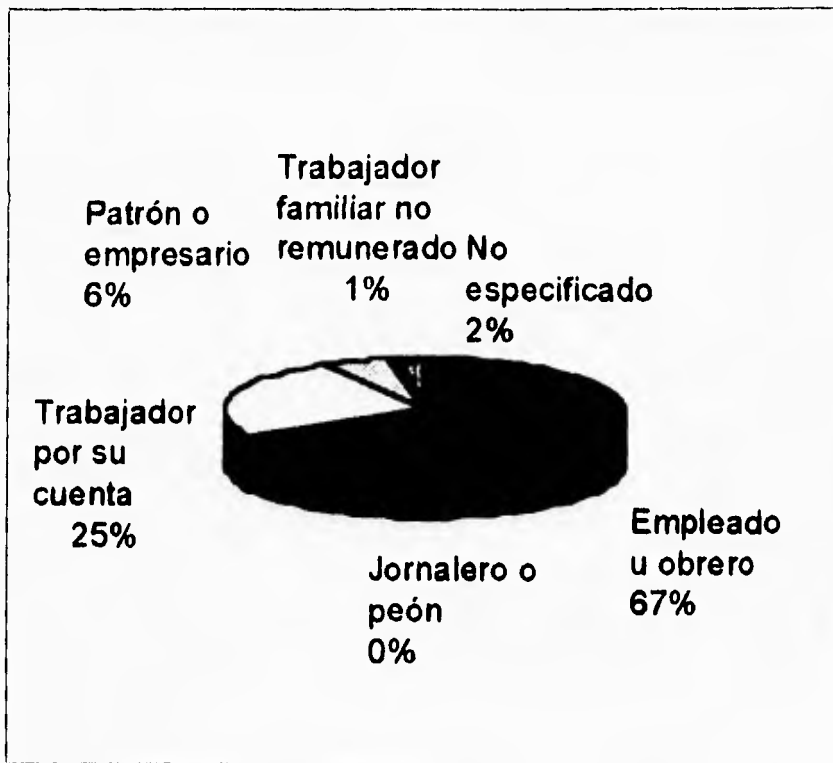


Gráfico J-5

FUENTE: XI Censo General de Población y Vivienda 1990

3.3.2. Población ocupada por sector de actividad según situación en el trabajo

Esta sección toma en cuenta los sectores en que se localiza el grueso de la actividad laboral en nuestro país.

	Población Ocupada	Empleado u Obrero	Jornalero o Peón	Trabaja- dor por su cuenta	Patrón o empesa- rio	Trabaja- dor familiar no remunera do	No especifica do
Estados Unidos	23,403,413	13,425,950	2,510,279	5,465,894	535,008	587,429	878,853
Mex							
Agric. ganadería, silvicultura y pesca	5,300,114	464,480	1,719,906	2,333,668	67,527	450,557	263,976
Minería	99,233	73,069	14,790	7,852	1,423	319	1,780
Extrac. de petróleo y gas	161,282	156,575	814	792	1,044	16	2,041
Ind. manufacturera	4,493,279	3,619,956	147,464	521,363	95,482	24,782	84,232
Elec. y agua	154,469	145,377	3,444	2,320	1,217	131	1,980
Construcción	1,594,961	843,454	415,499	272,037	28,689	5,074	30,208
Comercio	3,108,128	1,655,401	45,211	1,128,158	148,479	52,360	78,519
Transporte y comunicaciones	1,045,392	776,921	27,056	199,317	21,731	2,820	17,547
Servicios financieros	360,417	321,978	1,991	21,497	9,815	394	4,742
Administración pública y defensa	928,358	872,387	11,297	13,744	7,743	2,300	20,887
Servicios comunales y sociales	2,017,585	1,828,921	4,917	109,851	26,299	5,178	42,419
Servicios profesionales y técnicos	431,515	282,977	2,560	104,100	26,405	5,439	10,034
Servicios de restaurantes y hoteles	766,972	532,412	7,444	174,308	27,956	8,661	16,191
Servicios personales y mant	2,137,836	1,425,772	66,141	522,902	58,039	11,978	53,004
No especific	803,872	426,270	41,745	53,985	13,159	17,420	251,293

Tabla 3-6

FUENTE: XI Censo General de Población y Vivienda 1990

Se aprecia que nuestra economía sigue siendo una basada en el sector primario (Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca) en cuanto al empleo de individuos se refiere. Le sigue el sector de la industria manufacturera y posteriormente el del comercio. El sector manufacturero es aquel que se debe alentar ya que las tendencias globales apuntan a un desarrollo de la industria de los países; además de que es este el sector que mayor valor agregado produce en los productos.

La distribución como nación es la siguiente:

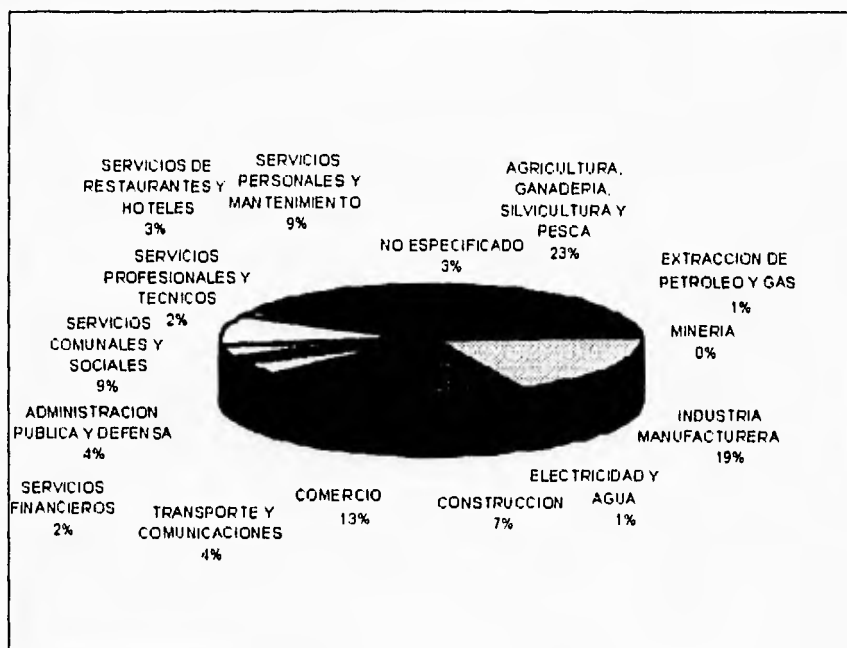


Gráfico 3-6

FUENTE: XI Censo General de Población y Vivienda 1990

Por otro lado es preocupante que sectores estratégicos como la minería se encuentren en situación de empleo tan raquítica que ni siquiera alcanza el 1% del total nacional.

3.3.3. Población ocupada por ocupación principal según sector de actividad

Rubro semejante al anterior. Este toma en cuenta la ocupación principal laboral en cada sector de actividad.

	Pobla- ción ocupada	Agricultu- ra ganade- ria silvicultu- ra y pesca	Mine- ria	Extrac- ción de petróleo y gas	Industria manufac- turera	Electrici- dad y agua	Construc- ción
Estados Unidos	23,403,413	5,300,114	99,233	161,282	4,493,279	154,469	1,594,961
Mexicanos							
Profesionales	630,621	13,907	2,157	9,361	63,446	7,111	39,622
Técnicos	767,997	19,109	2,822	9,099	108,781	8,561	19,945
Trabajadores de la educación	874,411	309	117	248	4,683	315	332
Trab del arte	200,469	462	28	206	32,205	148	929
Funcionarios y directivos	569,561	21,996	2,163	2,348	123,410	3,496	20,765
Trab agropecuarios	5,173,725	5,046,485	1,159	165	82,593	542	4,388
Inspectores y supervisores	388,548	1,775	5,618	11,098	242,700	8,292	54,885
Artesanos y obreros	3,728,668	17,015	36,214	40,356	1,397,844	47,419	997,782
Operadores de maq fija	1,182,057	2,166	13,061	15,302	1,096,747	7,963	9,871
Ayudantes y similares	1,055,628	7,677	14,536	18,320	433,810	12,145	353,912
Oper de transporte	1,171,619	84,202	8,368	11,346	159,401	7,442	32,081
Oficinistas	2,186,582	18,589	6,377	27,930	309,315	39,396	36,065
Comerciantes y depen.	2,200,975	19,748	683	1,883	247,208	1,597	2,034
Trab ambulantes	505,960	1,323	46	37	15,994	44	151
Trab en serv públ.	1,137,735	13,779	1,988	4,189	64,843	3,188	5,810
Trab domésticos	646,199	915	62	160	2,397	35	454
Protec y vigilancia	478,158	13,204	2,994	5,985	56,575	3,775	11,109
No especific	504,500	17,453	840	3,249	51,327	3,000	4,826

Tabla 3-7

FUENTE: XI Censo General de Población y Vivienda 1990

Veamos en donde está concentrado el grupo de los profesionistas mexicanos.

	Pobla- ción ocupada	Agricultu- ra ganade- ria silvicultu- ra y pescía	Mine- ría	Extrac- ción de petróleo y gas	Industria manufac- turera	Electrici- dad y agua	Construc- ción
Estados Unidos	23,403,413	5,300,114	99,233	161,202	4,493,279	154,409	1,594,961
Mexicanos							
Profesio- nales	630,621	13,907	2,157	9,361	63,446	7,111	39,622
Técnicos	767,997	19,109	2,822	9,099	108,781	8,561	19,945
Trabajadores de la educación	874,411	309	117	248	4,683	315	332
Trab del arte	200,469	462	28	206	32,205	148	929
Funcio- narios y directivos	569,561	21,996	2,163	2,348	123,410	3,496	20,765
Trab agropo- cuarios	5,173,725	5,046,485	1,159	165	82,593	542	4,388
Inspectores y supervi- sores	388,548	1,775	5,618	11,098	242,700	8,292	54,885
Artesanos y obreros	3,728,668	17,015	36,214	40,356	1,397,844	47,419	997,782
Operadores de maq fija	1,182,057	2,166	13,061	15,302	1,096,747	7,963	9,871
Ayudantes y similares	1,055,628	7,677	14,536	18,320	433,810	12,145	353,912
Oper de transporte	1,171,619	84,202	8,368	11,346	159,401	7,442	32,081
Oficinistas	2,186,582	18,589	6,377	27,930	309,315	39,396	36,065
Comercian- tes y depen.	2,200,975	19,748	683	1,883	247,208	1,597	2,034
Trab ambulantes	505,960	1,323	46	37	15,994	44	151
Trab en serv públ.	1,137,735	13,779	1,988	4,189	64,843	3,188	5,810
Trab domésticos	646,199	915	62	160	2,397	35	454
Protec y vigilan- cia	478,158	13,204	2,994	5,985	56,575	3,775	11,109
No especif	504,500	17,453	840	3,249	51,327	3,000	4,826

Tabla 3-7

FUENTE: XI Censo General de Población y Vivienda 1990

Veamos en donde está concentrado el grupo de los profesionistas mexicanos.

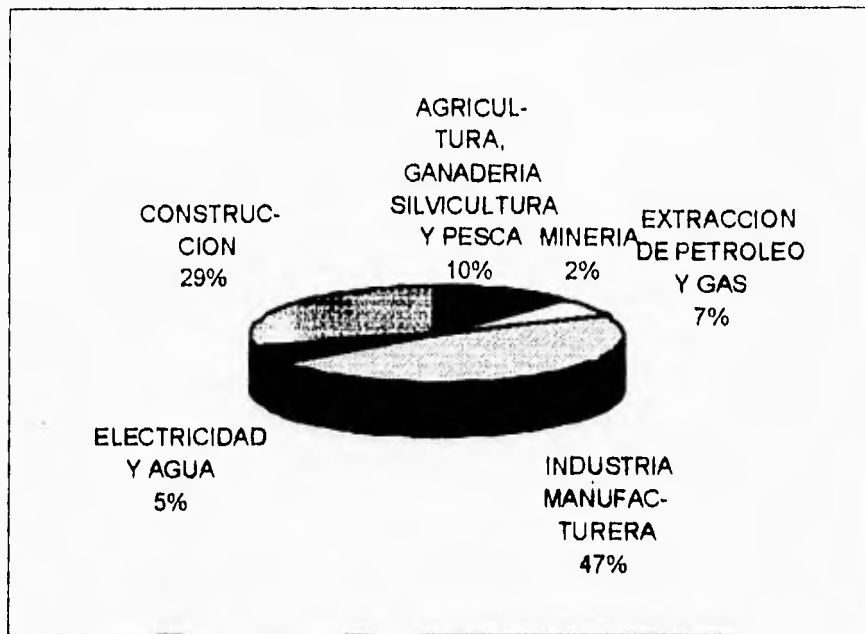


Gráfico 3-7

FUENTE: XI Censo General de Población y Vivienda 1990

3.3.4. Profesionales de la Ingeniería Ocupados según ocupación principal

La siguiente tabla contabiliza la ocupación principal de las diferentes disciplinas de la Ingeniería:

	Total	Ing. Quím.	Ing. Civil	Ing. Minas	Ing. Eléctrico y Electrónico	Ing. Mecánico	Ing. Computo	Ing. Aeronáutica	Ing. Geológica	Ing. Pesquera
Profesionistas	279542	43,491	69,310	6,200	40,253	92,731	15,180	3,688	8,053	636
Ocupados										
Profesionales	62,087	8,705	19,700	1,319	10,261	14,901	4,228	206	2,689	78
Técnicos	9,408	1,326	1,449	155	1,861	2,460	1,488	83	559	27
Trab. De la Educación	19,410	4,908	3,346	345	2,866	6,185	921	160	564	115
Trab. Del arte	1,535	212	299	25	299	510	102	25	57	6
Func. o Direct.	63,551	11,452	13,377	1,427	7,106	25,553	3,274	486	812	64
Trab. Agrop.	2,191	332	687	37	176	699	52	36	118	54
Insp. y Superv.	43,228	6,267	12,705	1,298	5,661	15,908	417	158	795	19
Artesanos	10,558	626	1,351	126	3,186	4,607	221	172	230	39
Oper. De Maq. Fija	1,870	362	181	76	327	804	49	11	58	2
Ayud. Y sim.	872	95	172	18	173	330	27	5	46	6
Oper. de transp.	3,173	219	444	33	240	817	59	1,233	103	25
Oficinistas	34,197	4,561	7,919	803	5,033	10,783	3,215	487	1,264	132
Comer. y Deptes.	21,608	3,547	6,485	421	2,294	7,146	859	308	500	48
Trab. Ambul/	990	198	191	24	119	356	39	26	31	6
Trab. Domést.	26	7	5	1	4	6	3	0	0	0
Trab. en serv. Pub.	1,07	147	266	13	154	343	50	36	60	6
Prot. y Vig.	1,267	134	145	22	137	491	28	224	82	4
NO ESP.	2,496	393	588	57	356	832	148	32	85	5

FUENTE: XI Censo General de Población y Vivienda 1990, INEGI

Tabla 3-8

3.3.5 Tasas de Desempleo por Nivel de Instrucción

El siguiente punto trata precisamente con los niveles de desempleo según el grado de escolaridad de las personas. De esta manera, se tiene para 37 áreas urbanas:

Periodo Año/Trimestre	Sin instrucción	Primaria Incompleta	Primaria Completa	Secundaria completa e incompleta	Medio Superior y Superior
1993					
I	1.60	1.90	2.90	4.50	3.60
II	1.40	2.10	2.60	3.90	3.40
III	1.80	2.30	2.70	4.80	4.10
IV	1.50	2.40	3.00	4.00	3.50
1994					
I	2.10	2.60	3.00	4.50	3.80
II p/	2.00	3.20	2.80	4.00	3.50

Tabla 3-9

NOTAS: Son promedios ponderados con base en el año de 1990, de la población con 12 años y más de cada área urbana considerada en la ENEU. A partir de la información correspondiente al mes de octubre de 1993, la ENEU amplía su cobertura geográfica a 37 áreas urbanas, debido a la inclusión de Celaya, Gto., con lo cual se cubre 89.5% de la población urbana nacional (localidades con población de 100 mil o más habitantes).

/p cifras preliminares.

FUENTE: INEGI, Encuesta Nacional de Empleo Urbano (ENEU).

Las tasas mayores se encuentran en el nivel de educación Secundaria, seguido de los niveles medio superior y superior. Esta situación se da tal vez por la falta de empleos bien pagados que requieren de cierta instrucción por parte de los aplicantes.

3.3.6 Distribución de los profesionales de la Ingeniería según sector de actividad económica

La distribución de nuestros ingenieros en los diversos sectores de la economía es otro indicador interesante que nos muestra en qué lugares se emplea el grueso de la fuerza laboral de la Ingeniería mexicana. Se tiene lo siguiente:

SECTOR DE ACTIVIDAD ECONOMICA										
Disciplina	Total	%	Prima %	Secun- %	Terciario %	No %				
			rio	dario		especif				
Estados Unidos Mexicanos	276,542	100	3,995	1.44	141,072	51.01	121,442	43.91	10,033	3.63
Ing. Química y Química Industrial	43,491	100	519	1.19	23,958	55.09	17,276	39.72	1,738	4.00
Ing. Civil y de la construcción	66,310	100	1,319	1.99	37,027	56.74	25,404	38.31	1,960	2.95
Ing. Extractiva de metales y energía	6,200	100	63	1.02	4,244	68.45	1,725	27.82	168	2.71
Ing. Eléctrica y Electrónica	40,253	100	262	0.65	16,870	41.91	21,488	53.38	1,633	4.06
Ing. Mecánica e Industrial	92,731	100	1,185	1.28	50,092	54.02	38,296	41.30	3,158	3.41
Ing. en computación y sistemas	15,180	100	124	0.82	4,164	27.43	9,878	65.07	1,014	6.60
Ing. Aeronáutica	3,688	100	123	3.34	555	15.05	2,929	79.42	81	2.20
Ing. Topog., Hid., Geológica y Geodesta	8,053	100	285	3.54	3,482	43.24	4,017	49.88	269	3.34
Ing. Pesquera	636	100	115	18	80	12.58	429	67.45	12	1.89

Tabla 3-10

FUENTE: INEGI, XI Censo de Población y Vivienda 1990.

Como se aprecia, el sector con el mayor número de Ingenieros es el Secundario, seguido del Terciario y Finalmente del Primario con un porcentaje muy pequeño.

3.3.7 Tasa de desocupación de los profesionales de la Ingeniería

Una vez que se ha visto la situación del país en cuanto a la población empleada y desempleada, así como aquellos sectores que emplean al grueso de nuestros profesionistas, estamos en posibilidad de analizar la situación de desempleo de los profesionales de la Ingeniería. Dado lo anterior podemos establecer puntos de comparación y determinar qué tan grave se presenta la situación. La tabla para este rubro es la siguiente:

DISCIPLINA	PROFESIONISTAS DE LA PLATA DE 25 AÑOS Y MAS	PROFESIONISTAS DE SOCUPADOS	TASA DE DE SOCUPACION %
Ing. Química y Química Industrial	44,299	808	1.82
Ing. Civil y de la construcción	67,477	1,167	1.73
Ing. Extractiva de metales y energía	6,313	113	1.79
Ing. Eléctrica y Electrónica	40,880	627	1.53
Ing. Mecánica e Industrial	94,371	1,640	1.74
Ing en computación y sistemas	15,405	225	1.46
Ing Aeronáutica	3,739	51	1.36
Ing. Topog., Hid., Geológica y Geodesta	8,198	145	1.77
Ing Pesquera	650	14	2.15
ESTADOS UNIDOS MEXICANOS	281,332	4,790	1.70

Tabla 3-11

FUENTE: INEGI, XI Censo de Población y Vivienda 1990.

Plasmando lo anterior en forma gráfica:

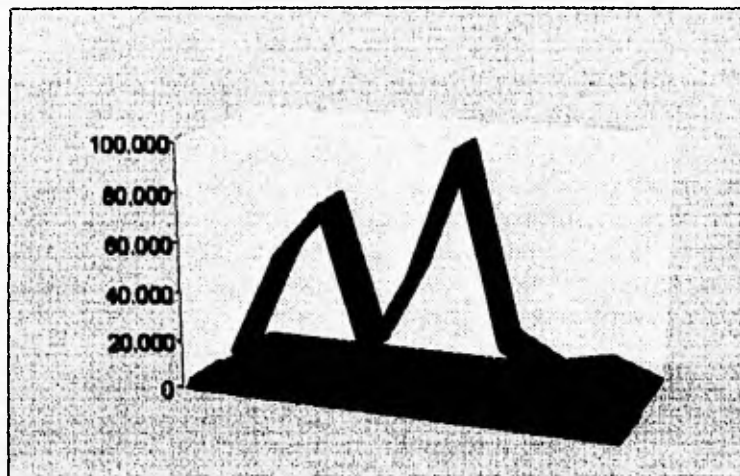


Gráfico 3-8

FUENTE: INEGI, XI Censo de Población y Vivienda 1990.

El orden de izquierda a derecha es el mismo que el de la tabla. El desempleo es la línea de color más claro y la otra es el número de profesionistas para cada carrera. Se puede observar que en realidad los niveles de desempleo para ese año fueron menores al 2% y estuvieron alrededor del 1.6%.

A manera de proporcionar una perspectiva un poco más actual, se sabe que por edades, los niveles de desempleo para las carreras de Ingeniería oscilan en la siguiente manera:

EDADES	DESEMPLEADOS (%)
22-25	18.67
26-30	30.00
31-35	25.33
36-40	12.67
41-45	7.33
46-50	4.00
51 en Adelante	2.00

Tabla 3-1

FUENTE: Colegio de Ingenieros Civiles de México, 1994

Sin lugar a dudas, la situación actual del país es otra completamente, lo cual nos da pie a pensar que estas cifras han variado y, seguramente lo harán aún más. Sin embargo existe un superávit de profesionistas en ciertas áreas, lo que hace más difícil la obtención de un buen trabajo para cualquier

persona que aún no tenga uno. Por lo tanto, se deben encaminar nuestros esfuerzos a determinar que áreas se presentan como las más críticas y en base a esto, dirigir la educación en estas carreras de manera que se superen estos obstáculos y así alcanzar el bienestar común que todos deseamos.

3.4 Ingenieros por cada mil trabajadores (1970)

ACTIVIDAD	PAÍS				
	MÉXICO	E.E.U.U.	CANADA	SUECIA	RFA
Agricultura	1	2	1	1	0
Minería	30	30	30	59	24
Construcción	20	22	9	63	24
Manufacturas	8	33	17	68	22
Transporte y almacenamiento	2	7	16	19	12
Comunicaciones	14	41	23	54	23
Serv. Públicos	43	43	53	59	47
Comercio	12	56	81	228	172
Finanzas	10	3	3	11	9
Servicios	7	13	13	40	22

Tabla 3-13

Si se compara el número relativo de ingenieros ocupados por actividad económica con respecto a países avanzados, se observa que usando como indicador el número de ingenieros por cada mil personas ocupadas en cada sector, el grado de tecnificación de México en 1970 era satisfactorio en minería, construcción y servicios públicos, pero muy bajo en casi todos los otros sectores, principalmente en la industria de manufacturas, en transporte y almacenamiento, comunicación y comercio.

3.5 Ingenieros por cada mil habitantes (1989)

	MEXICO	E.U.A.	FRANCIA	JAPON
Población 1989 (Millones)	81.2	245.8	55.8	123
INGENIEROS (Miles)	350	2850	340	2337
ING./1000 Habitantes	4.3	11.6	6.1	19

Tabla 3-14

Como se observa en 1989, por cada mil habitantes México tenía 4.3 ingenieros; E.U.A. 11.6; Francia 6.1 y Japón 19. Actualmente México requiere de un mayor número de ingenieros con habilidad y conocimientos para desarrollar tecnología.

3.6 Gasto por transferencia de Tecnología

PERIODO	Gastos por transf. de tecnología	Variación anual (%)
1984	30,064	-
1985	68,584	128.1
1986	97,386	42.0
1987	250,805	157.5
1988	532,421	112.3
1989	750,229	40.9
1990	921,678	22.8

Tabla 3-15

El desarrollo de la ingeniería produce conocimientos con valor agregado -Tecnología- para ser utilizados en las demandas propias de la actividad económica del país. Este desarrollo es originado por dos fuentes:

1. La capacidad innovadora doméstica que realizan los institutos de investigación, la industria y los inventores independientes.
2. El proceso de transferencia de tecnología generada en otros países.

El gasto por transferencia de tecnología realizado por las empresas de 1984 a 1990, tuvo una tasa media de crecimiento de 78.9%, el mayor crecimiento se registro en el periodo 1986-1987, lo que muestra que en la mayoría de las empresas nacionales, aún se carece de capacidad para adaptar y desarrollar tecnologías.

3.6.1 Principales fuentes de Financiamiento de Gasto Nacional en Ciencia y Tecnología por país

PAÍS	% FINANCIADO POR GOBIERNO	% FINANCIADO POR INDUSTRIA
ALEMANIA	34.7	63.3
ARGENTINA	85.0	8.0
BRASIL	66.9	19.8
CANADÁ	45.2	41.7
CHILE	70.4	18.2
E.U.A.	49.0	49.1
ESPAÑA	46.0	51.4
FRANCIA	51.7	41.8
GRAN BRETAÑA	38.7	49.7
GRECIA	74.4	23.2
ITALIA	54.0	41.7
JAPÓN	21.5	68.5
MÉXICO	84.0	7.2
PORTUGAL	63.5	26.8
SUECIA	36.9	60.0

Tabla 3-16

Para la industria un medio favorable representa la posibilidad de desarrollar ventajas sobre sus competidores internacionales. Sin embargo ni el desarrollo de tecnología, procesos y productos, ni la estrategia general de innovación para lograr crecientes tasas de productividad pueden darse, si no ubicamos el papel de los apoyos que tanto el sector público como el privado deben dar a la investigación, a la formación de recursos humanos y en lo relativo a la aplicación y el mejoramiento de la infraestructura científica y tecnológica.

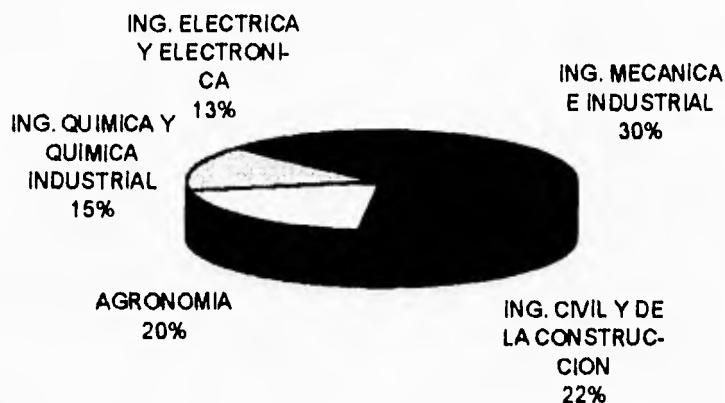
El monto total de recursos públicos dedicados anualmente a esta actividad en México ha sido durante los últimos años, inferior al 0.4% del PIB; en cambio en países mas avanzados el gasto en ciencia y tecnología representa entre el 2 y 3 % del PIB.

Se estima que en México el 84 % del financiamiento para ciencia y tecnología proviene del gasto publico, es decir, el sector privado financia solo el 7.2% del gasto, y el 8.8% restante corresponde a organismos no lucrativos externos, mientras que en países avanzados la industria contribuye con el 41 % y más.

3.7 Distribución por disciplina académica

Al considerar los 52 subgrupos o disciplinas académicas en que se clasificaron los profesionistas en el censo de 1990, se observa que Contaduría destaca con la mayor proporción de profesionistas, 10.6%. Le siguen Medicina con 8.7% y Derecho con 7.5%. La Administración y la Ingeniería Mecánica e Industrial se ubican con proporciones superiores al 5% y efectivos que sobrepasan los 100 mil profesionistas. De las restantes disciplinas, 5 tienen efectivos inferiores a los 75 mil y superiores a los 50 mil profesionistas (Ing. Civil y de la Construcción, Agronomía, Arquitectura, Odontología, Ing. Química y Química Industrial), en tanto que 16 tienen entre 10 mil y menos de 50 mil (Psicología, Ing. Eléctrica y electrónica, entre otras). Se registran por otra parte, en un rango de entre mil y menos de 10 mil profesionistas, 22 disciplinas. Finalmente, cuatro disciplinas tienen menos de mil profesionistas en todo el país, siendo éstas la Biomédica, Ecología, Ing. Pesquera y Forestales.

Veamos la distribución de las carreras de Ingeniería en cuanto al número de profesionistas que las practican:

**Gráfico 3-9**

FUENTE: XI Censo General de Población y Vivienda 1990

Las otras disciplinas de la Ingeniería que no se mencionan se omiten precisamente porque el número de sus agregados es demasiado pequeño, como las Ingenierías en Ciencias de la Tierra, Telecomunicaciones, y demás. Cabe mencionar que para Diciembre de 1994, los egresados del IPN conformaban el mayor cuerpo de profesionistas, con el 51.88% del total, seguidos de la UNAM con 36.09% y Otras con el 12.03% (Anáhuac, Ibero, Ing. Municipal, ITT, La Salle, UAC, UAG, UAM, UAP, UAS, UASLP, UAT).

Ahora bien, de acuerdo a datos más recientes, las cédulas profesionales expedidas se distribuyen de la siguiente manera, para el periodo 1947-1993:

Categoría	Número	Por ciento
Ingenierías	245,121	22.2
C. Médicas	263,256	23.8
Contaduría	126,213	11.5
C. Sociales	58,201	5.3
Administración	76,096	6.9
Derecho	107,932	1.7
C. Exactas	18,736	1.7
Educación	55,096	5.0
Arquitectura	62,140	5.6
C. Agropecuarias	56,378	5.1
Humanidades	34,321	3.1
TOTALES	1,103,400	100

Tabla 3-2

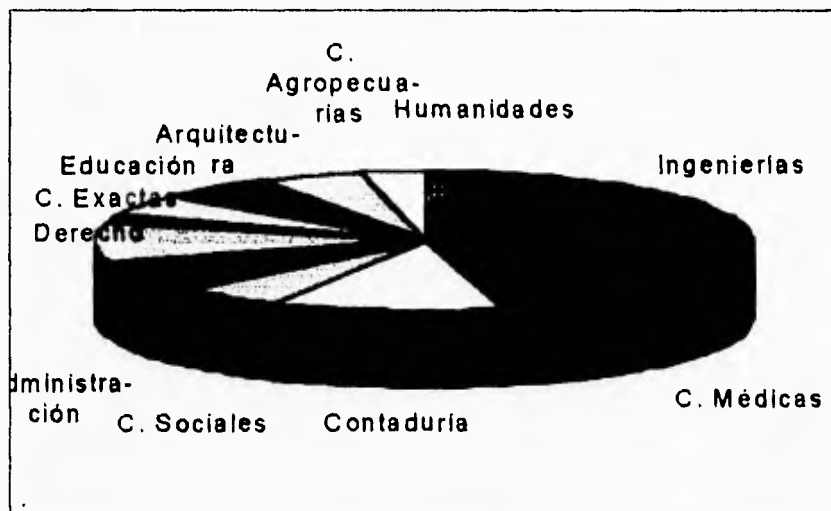


Gráfico 3-10

FUENTE: XI Censo General de Población y Vivienda 1990

En cuanto a las tendencias que se han ido siguiendo para la población profesionalista recibida, se aprecia el siguiente comportamiento, para las carreras con mayor número de efectivos:

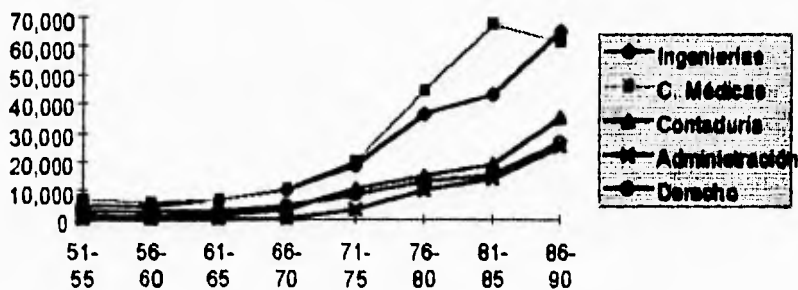


Gráfico 0-11

FUENTE: Dirección General de Profesiones (SEP), Registro de Cédulas Profesionales.

Ahora bien, la evolución de la matrícula en las carreras con mayor número de efectivos ha sido la siguiente para los últimos años:

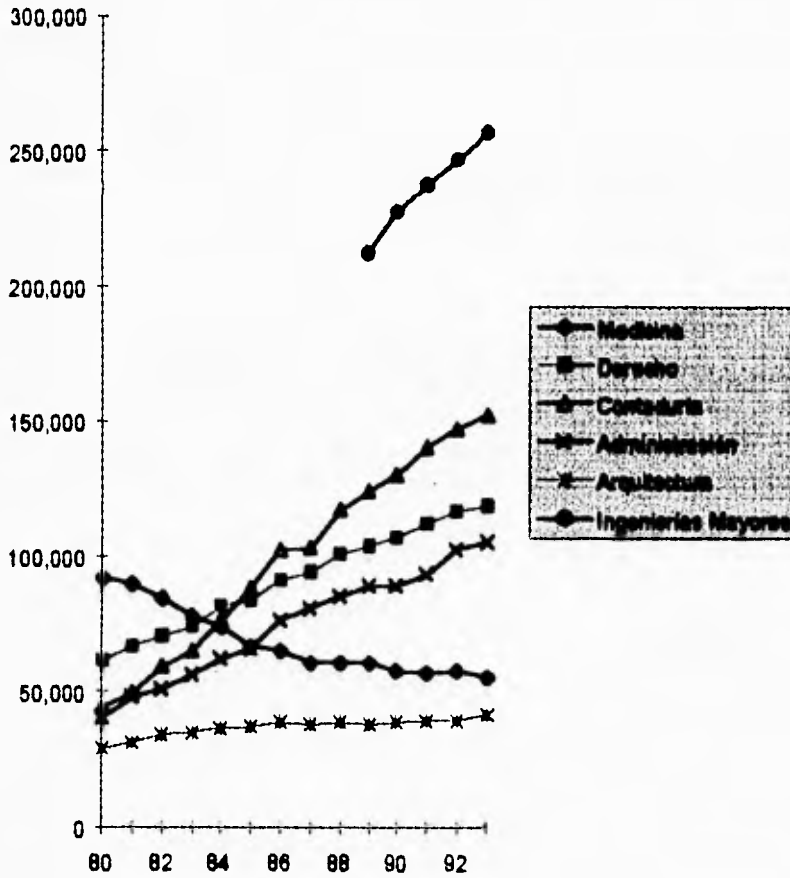


Gráfico 3-12

FUENTE: Asociación Nacional de Universidades e Institutos de Enseñanza Superior, 1994.

En cuanto al tema que nos interesa, la ingeniería, el comportamiento de las matrículas ha sido el siguiente:

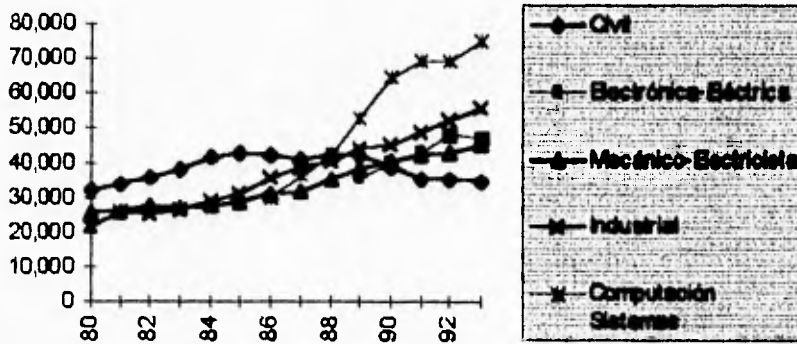


Gráfico 3-13

FUENTE: Asociación Nacional de Universidades e Institutos de Enseñanza Superior, 1994

Es preocupante el observar la manera tan dramática en la que nuestras ingenierías que tienen que ver directamente con la producción de bienes y servicios, como la Civil, vayan disminuyendo en cuanto al número de efectivos que poseen.

Por último queremos incluir el hecho de que el número de individuos que extienden sus estudios más allá de la licenciatura es bastante pequeño. Del total de ingenieros recibidos, en 1994 se tenían un 10 % con título de alguna maestría y un 3.4 por ciento de un doctorado¹.

¹ FUENTE: Registro de Cédulas Profesionales, Dirección General de Profesiones, SEP, 1994).

3.7.1 Matrícula de Licenciatura

AÑO	ING. Y LIC	%	OIRAS LIC	%	TOTAL	%
1970	68,363	32.3	143,463	67.7	211,826	100
1975	127,346	30.8	285,491	69.2	412,837	100
1980	192,233	26.3	539,058	73.7	731,291	100
1984	257,130	27.4	682,383	72.6	939,513	100
1990	357,248	30.7	806,425	69.3	1,163,673	100
TENDENCIAS						
1995	411,290	31.8	882,090	68.2	1,293,380	100
2000	514,070	32.9	1,048,470	67.1	1,562,540	100
2005	637,360	34.0	1,237,220	66.0	1,874,580	100

Tabla 3-18

Como se ve en 1970, la matrícula de las ingenierías representó el 32.3 % del total del nivel de licenciatura; para 1975 este porcentaje bajó a 30.8 %; en 1980 disminuyó a 26.3 %; en 1984 inició un ascenso a 27.4 %; y en 1990 se alcanzó el 30.7 %. Si se considera el ligero crecimiento de los últimos años la tendencia en la participación de ingenieros en la matrícula de nivel licenciatura reflejara una proporción de 31.8 % en 1995, 32.9 % en el 2000 y 34 % en el año 2005.

3.8 Comparativo de México

REPORTE DE COMPETITIVIDAD MUNDIAL

La siguiente serie de láminas está basada en un manuscrito denominado Reporte de Competitividad Mundial. Este documento es un

anuario de análisis multidimensional que permite conocer como los "ambientes" de cada país decrementan o aumentan la competitividad de sus empresas. Para la realización de este estudio se tomaron en cuenta ocho factores:

- Fuerza económica nacional
- Personas (factor humano)
- Ciencia y tecnología
- Administración
- Infraestructura
- Finanzas
- Gobierno
- Internacionalización.

A su vez, la evaluación de la competitividad está basada en dos tipos de datos:

Datos concretos (representan dos terceras partes del total) que se describen por medio de indicadores estadísticos obtenidos de organizaciones internacionales.

Datos de reconocimiento, indicados por la percepción de la comunidad internacional de negocios y compilados desde la Executive Opinion Survey. Este tipo de datos se basan en criterios profesionales y son imposibles de cuantificar. Por ello, se utilizaron para consolidar el proceso.

El Reporte de Competitividad se dividió en dos grupos:

- 23 miembros de la OCDE (Bélgica incluye a Luxemburgo, y son tomados como una sola entidad).
- 15 países recientemente industrializados.

Así, tomando en cuenta lo anterior, las imágenes que a continuación se muestran, esquematizan tres puntos importantes:

● Las dos primeras gráficas esquematizan el nivel de competitividad global o total de los dos grupos en que se dividió el reporte.

● El segundo bloque de figuras muestra el nivel de competitividad que ha alcanzado México en los años de 1991, 1992 y 1993; en cada uno de los ocho factores establecidos. De igual forma, y en diagramas similares, se representan los rubros (con su respectiva calificación) que sirvieron de base para establecer la calificación final de México en relación a cada factor.

● Finalmente, se indica el puntaje global que México obtuvo durante los años de 1989 hasta 1993 en este estudio.

La calificación obtenida en cada factor es inversamente proporcional al nivel de progreso competitivo, es decir, un número alto representa una competitividad baja. Por último, las gráficas que muestran los puntajes finales están ordenadas de tal forma que se observe -de izquierda a derecha- desde el país más capacitado al menos preparado.

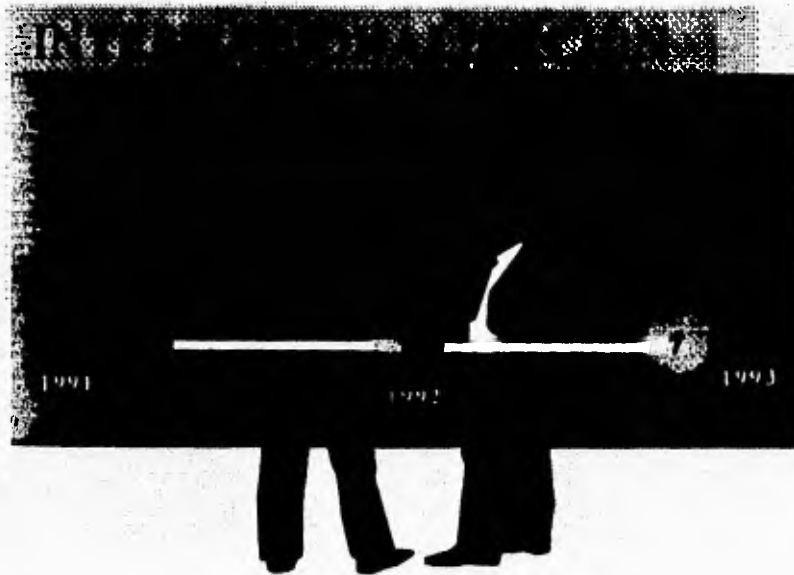


Gráfico J-14

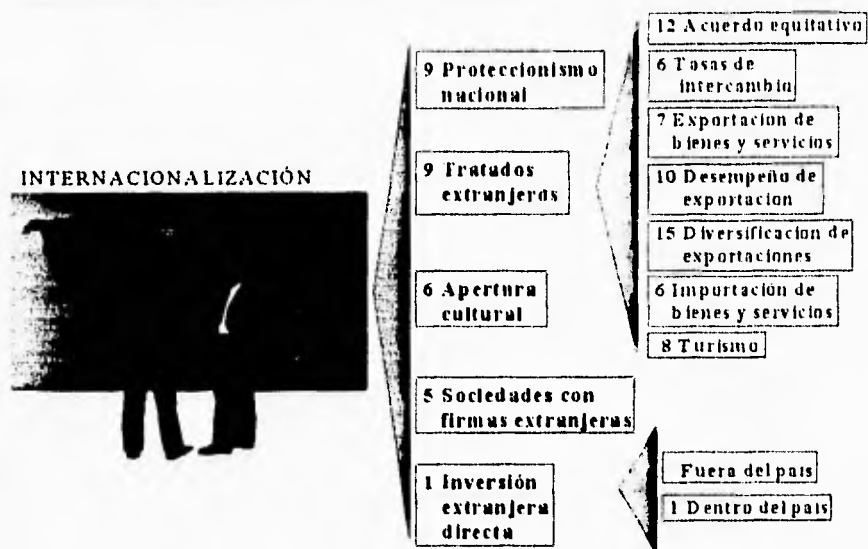


Gráfico 3-15



Gráfico 3-16



Gráfico 3-17



Gráfico 3-18



Gráfico J-19

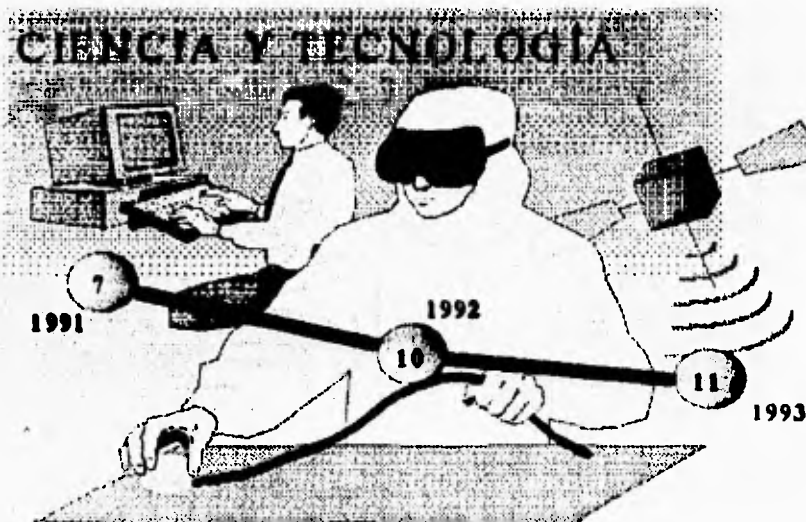


Gráfico J-20

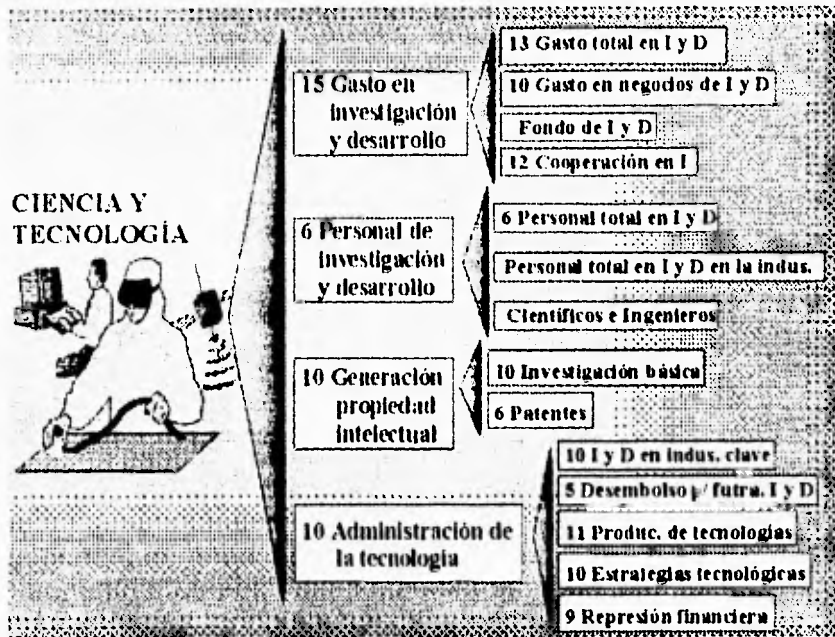


Gráfico 3-21



Gráfico 3-22



Gráfico 3-23

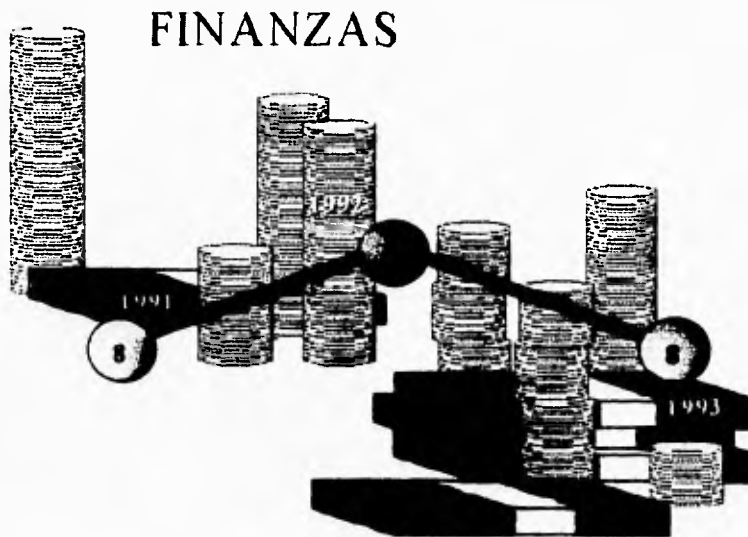


Gráfico 3-24

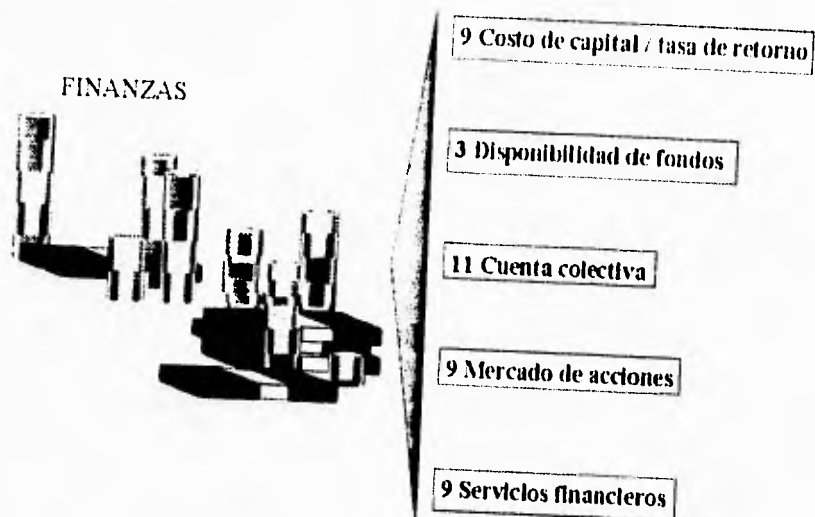


Gráfico J-25

INFRAESTRUCTURA



Gráfico J-26

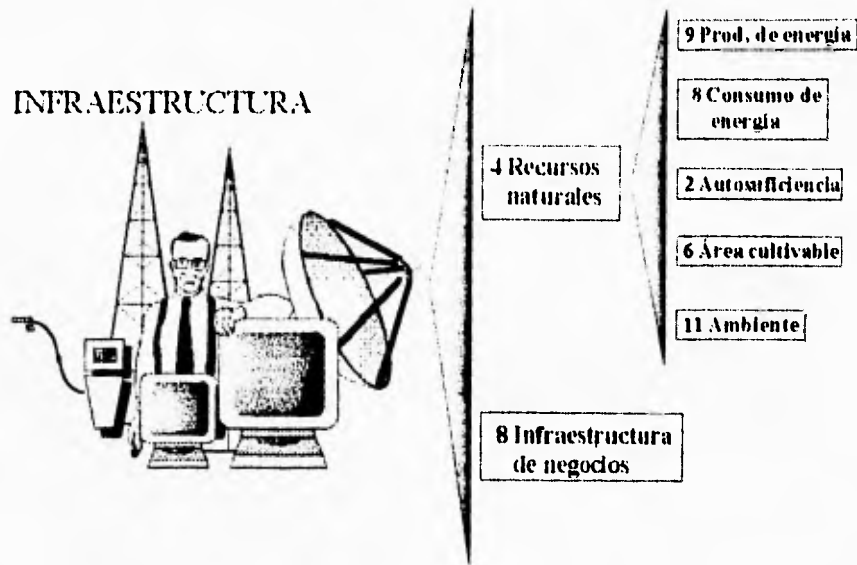


Gráfico J-27



Gráfico J-28

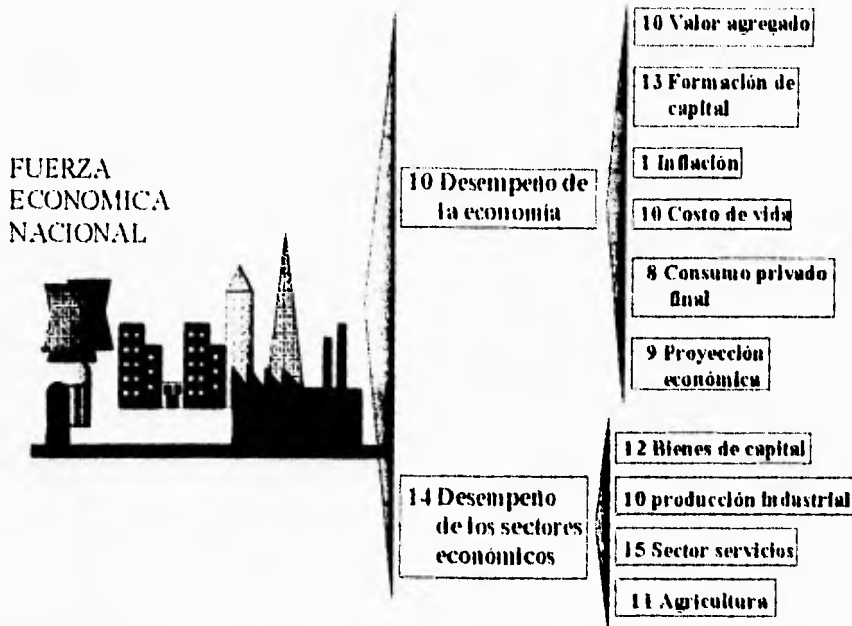


Gráfico 3-29



Gráfico 3-30

Puntaje de Competitividad Mundial 1993

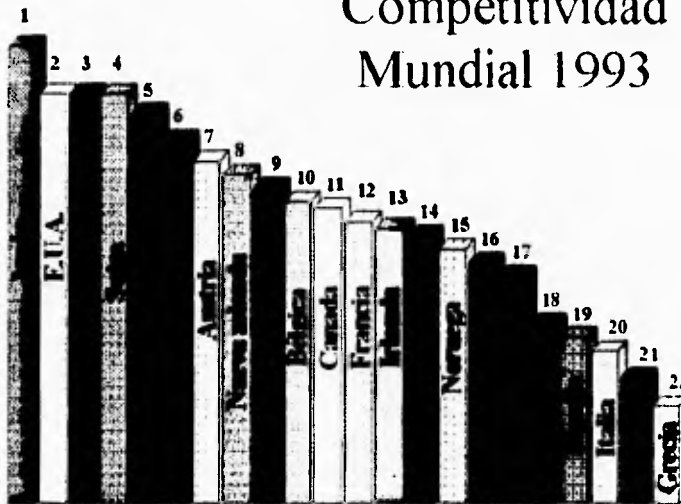


Gráfico 3-31

Puntaje de Competitividad Mundial 1993



Gráfico 3-32

3.9. Energía

La energía en sus diferentes manifestaciones: solar, eólica, nuclear, mecánica, eléctrica, geotérmica, etc. es un recurso sumamente valioso que se ha podido aprovechar después de varios años de desarrollo en la tecnología gracias a la constante evolución y nuevos requerimientos de las disciplinas de la ingeniería.

Dentro de este marco, mencionaremos a continuación la situación por la que atraviesa nuestro país, frente al resto del mundo; de esta manera será más fácil identificar las necesidades y potencialidades de la ingeniería de avanzada en el campo de la energía.

Las principales fuentes de energía que se explotan en México, son:

FUENTE	PARTICIPACION
Hidrocarburos	89.8%
Eléctrica	.4%
Biomasa	.4%
Carbón	1.5%

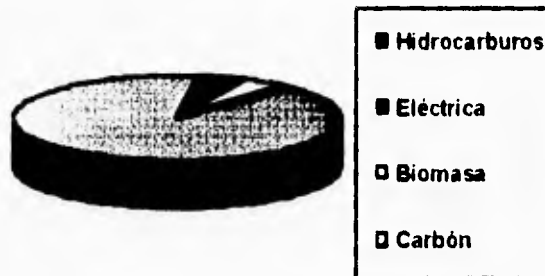


Gráfico 3-33

El crudo representa el 69.3% de la energía proveniente de hidrocarburos, y el gas y condensados, representan el 20.4% de ésta.

En cuanto a la energía Eléctrica, la hidrogenación representa el 3.1%, la geoenergía el 0.7%, y la nucleoelectricidad el 0.6%

La Biomasa se compone de 3.4% de leña y 1.0% de bagazo.

Por último el aprovechamiento de carbón es: 0.7% coquizable, y 0.8% no coquizable.

Observemos el crudo procesado en 1994 de los diversos tipos:

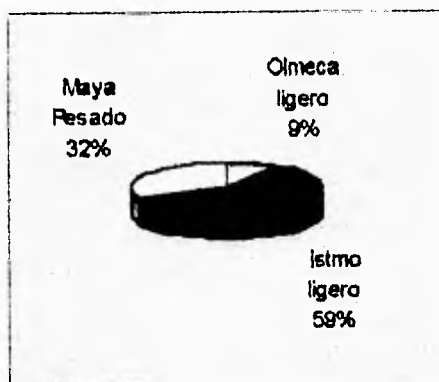


Gráfico J-34

La producción total fue de 1.36 MMBD (miles de millones de barriles diarios)

El consumo interno de combustibles industriales fue:

Combustóleo	52%
Gas	47%
Gasóleo	1%

el equivalente a 960 MB/D

El consumo final se distribuyó de la siguiente manera:

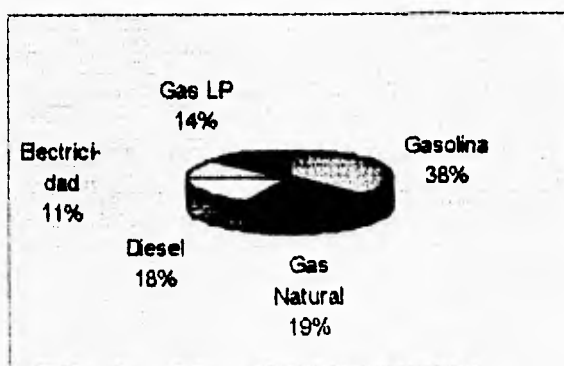


Gráfico J-35

Una consideración importante es que el 60% de la energía eléctrica se produce en las hidroeléctricas, cuyas pérdidas son del 66%, o bien su eficiencia es del 34%, por lo que la contaminación al aire y al agua es alta, actualmente la generación con turbinas, y con ciclos combinados de vapor y gas, son respectivamente; 1% y 10%.

Podemos observar que no existe diversificación en las tecnologías utilizadas para esta actividad, México en este sentido es un país dependiente del petróleo.

Veamos ahora el consumo per cápita de energía en el mundo y en América del norte.

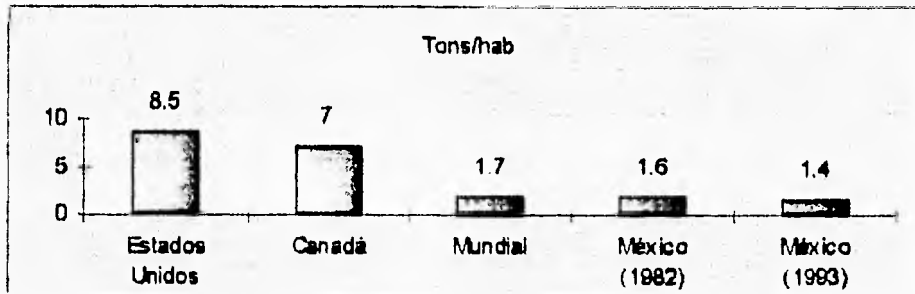


Gráfico 3-36

Observamos que el caso de México es 5 y 6 veces menor al de los países del tratado de libre comercio de América del Norte. En el consumo de energía por unidad de producción, es decir ton. de petróleo por cada millar de dólares de producción, México utiliza el doble que Estados Unidos y Japón.

Por otro lado las reservas de crudo para México se calculan para 48 años, y de gas para 70 aproximadamente. El escenario de demanda energética en el mundo para el año 2020, es según el Dr. Ian D. Lindsay, Srio. General del Consejo Mundial de Energía el siguiente:

Con una población mundial esperada de 8000 millones de habitantes y considerando cuatro diferentes tipos posibles de crecimiento, se espera una demanda de energéticos de 11.3 a 17.1 distribuida de la siguiente manera, para el año 2020:

FUENTE: Ing. Enrique Vazquez Dominguez dir. de PEMEX

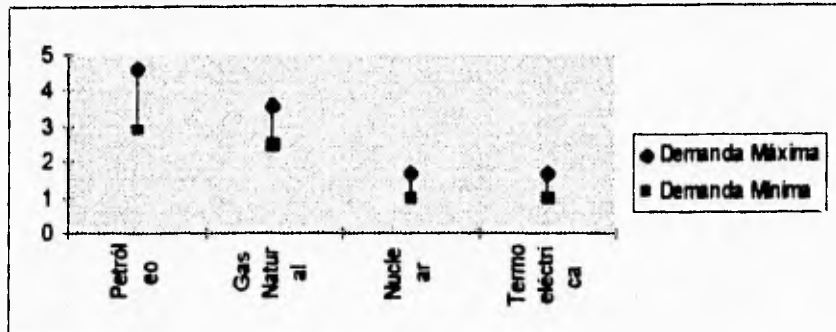


Gráfico 3-37

Basados en la situación social, económica, energética y ambiental que vive México, y haciendo una predicción de desarrollo que contempla crecimiento poblacional del 35%, incremento de la demanda energética actual del 34%, así como las emisiones de gases producto de la combustión incrementada considerablemente para el año 2020 como sigue:

+30%	Emisiones de CO ₂
Demanda energética:	
+23.00%	Carbón 2.3-3.0
+26.31%	Petróleo 2.8-3.8
+43.43%	Gas Natural 1.7-3.0
+50.00%	Nuclear 0.4-0.8
+44.4%	Grandes Centrales Hidroeléctricas 0.5-0.9
+30.76%	Tradicionales renovables 0.9-1.3
+66.66%	Nuevas renovables 0.2-0.6
+34.32%	total 8.8-13.4
+34.61%	Población
+13.15%	Crecimiento económico % anual

Podemos observar que existe una necesidad de empezar a utilizar recursos como el gas natural, y la energía nuclear, así como las fuentes de energía renovables, si queremos lograr satisfacer la demanda de energía de los próximos 50 años, sin seguir contribuyendo al calentamiento de la tierra por la emisión de CO₂, avanzando en las políticas ecológicas, y empezando a racionalizar las reservas de crudo probadas actualmente para 40 años.

4. Propuestas

4.1 Los Ingenieros Frente a las Nuevas Condiciones de competencia.¹

“A la actual generación de mexicanos sin duda le ha tocado vivir una de las épocas más difíciles de la historia de la República, la que conlleva a los desafíos más decisivos para el destino de la nación.”

4.1.1 *Un poco de Historia*

Se recuerda, esquemáticamente, que Hernán Cortés, en sus “*Cartas de Relación*” a Carlos V, Emperador de Alemania y I de España, dejó anotado que, a la caída de la Gran Tenochtlán, el imperio azteca estaba habitado por nueve millones de personas. Se requirieron 439 años, más de cuatro siglos, para llegar en 1960 a los 35 millones de habitantes. En 1970 había en el territorio nacional 51 millones de mexicanos. En 1991 viven en este país unos 83.5 millones de personas.

Así, en escasos veinte años habrá, entre otras acciones, que duplicar las tierras de cultivo irrigadas, quintuplicar la capacidad eléctrica instalada, triplicar la longitud de carreteras pavimentadas, i.e., habrá que hacer mucho más en sólo veinte años de lo que hasta ahora se ha construido y realizado. Por otra parte, las condiciones económicas en que se desarrollan y se desarrollarán dichas acciones no son especialmente propicias para lograrlo. México, al igual que la mayor parte de los países latinoamericanos, tiene una deuda externa que constituye un factor limitante. Es así que en muy pocos años los mexicanos tendrán que hacer mucho más de lo realizado hasta ahora, con recursos financieros escasos. Y evidentemente, tienen que hacerlo bien.

4.1.2 *La Generación de Conocimientos Tecnológicos.*

A la rapidez con la que hay que realizar las acciones en México hay que añadir otra actividad igualmente acelerada, que por la forma en que se produce es mundial: La generación de conocimientos tecnológicos.

Se necesitó que pasaran 11 años entre la invención de la fotografía y la primera aplicación que se tuvo de ella; en cambio sólo se requirieron dos

¹ Fuente: Gabriel Moreno Pecero, División de Educación Continua FI, UNAM

4. Propuestas

4.1 Los Ingenieros Frente a las Nuevas Condiciones de competencia.¹

“A la actual generación de mexicanos sin duda le ha tocado vivir una de las épocas más difíciles de la historia de la República, la que conlleva a los desafíos más decisivos para el destino de la nación.”

4.1.1 *Un poco de Historia*

Se recuerda, esquemáticamente, que Hernán Cortés, en sus “*Cartas de Relación*” a Carlos V, Emperador de Alemania y I de España, dejó anotado que, a la caída de la Gran Tenochitlán, el imperio azteca estaba habitado por nueve millones de personas. Se requirieron 439 años, más de cuatro siglos, para llegar en 1960 a los 35 millones de habitantes. En 1970 había en el territorio nacional 51 millones de mexicanos. En 1991 viven en este país unos 83.5 millones de personas.

Así, en escasos veinte años habrá, entre otras acciones, que duplicar las tierras de cultivo irrigadas, quintuplicar la capacidad eléctrica instalada, triplicar la longitud de carreteras pavimentadas, i.e., habrá que hacer mucho más en sólo veinte años de lo que hasta ahora se ha construido y realizado. Por otra parte, las condiciones económicas en que se desarrollan y se desarrollarán dichas acciones no son especialmente propicias para lograrlo. México, al igual que la mayor parte de los países latinoamericanos, tiene una deuda externa que constituye un factor limitante. Es así que en muy pocos años los mexicanos tendrán que hacer mucho más de lo realizado hasta ahora, con recursos financieros escasos. Y evidentemente, tienen que hacerlo bien.

4.1.2 *La Generación de Conocimientos Tecnológicos.*

A la rapidez con la que hay que realizar las acciones en México hay que añadir otra actividad igualmente acelerada, que por la forma en que se produce es mundial: La generación de conocimientos tecnológicos.

Se necesitó que pasaran 11 años entre la invención de la fotografía y la primera aplicación que se tuvo de ella; en cambio sólo se requirieron dos

¹ Fuente: Gabriel Moreno Pecero, División de Educación Continua FI, UNAM

años contados a partir de la invención de los circuitos integrados para encontrarles utilización ingenieril.

Al reto, al que se enfrentan los profesionales de la ingeniería mexicana, hay que añadir otra característica que lo hace sumamente interesante, pues se reconoce que ya se cuenta con una infraestructura en sus partes fundamentales. Ya están construídas las grandes cortinas de las presas, las autopistas principales, las grandes centrales hidroeléctricas; toca ahora realizar, en su mayor parte, el entretejido de esas obras; dar forma a los elementos ingenieriles más finos y de más difícil creación.

Por ejemplo, en el caso de las obras viales se requiere construir 110,000 kilómetros de caminos rurales que precisan a un ingeniero de gran calidad profesional y formación integral. Este profesionista también debe tener conocimientos actualizados en tecnologías, capacidad de decisión y la mente abierta a la innovación y el cambio. Todo ello a fin de producir obras de ingeniería que resulten simultáneamente económicas, seguras y funcionales. Las obras de ingeniería mexicanas que están por realizarse son, por todo esto, tecnológicamente más difíciles.

A lo anterior se añade el hecho de que México entra de lleno al campo de la competencia internacional, con la firma del Tratado de Libre Comercio.

Ante el reto de hacer mucho más de lo realizado hasta la fecha, con rapidéz, enfrentándose a obras tecnológicamente más difíciles, en un marco de gran rigidez económica y en un ambiente de competencia internacional, sólo queda, por fortuna, el que los profesionales de la ingeniería mexicana sean cada vez en un número mayor y que su calidad sea definitivamente mejor que la que hasta ahora en promedio se ha tenido.

Al analizar las inscripciones a la universidad, se encuentra que el interés de los jóvenes en ser ingenieros va disminuyendo. En la gráfica denominada Interés en el Estudio Diversas Areas, obtenida por medio del Instituto de Investigación sobre Educación Superior, para el caso de Estados Unidos de Norteamérica se observa, desde 1982, una marcada disminución en estos índices.

En México, según datos estadísticos, se verifica la siguiente inscripción:

Los estudiosos de este asunto en México indican que, considerando el número de alumnos de ingeniería que egresan anualmente, el número de los que se titulan, el número de ingenieros que tiene el país, su población actual y la futura: se requerirá un crecimiento sostenido de un 13% en el número de ingenieros, para que en los años siguientes se logre obtener un cociente semejante al de los países desarrollados.

Indican también que, para lograrlo, sólo se necesita incrementar un poco el número actual de egresados de las escuelas y facultades de ingeniería

y también aumentar hasta un 60% la eficiencia terminal actual que es, en promedio, de un 33%.

En conclusión, en cuanto al número de ingenieros que México necesita, el panorama no es crítico. Por ende, los esfuerzos que deben darse con intensidad han de encausarse hacia la obtención de calidad profesional, para responder con plenitud al reto planeado.

En términos muy generales, los organismos de educación superior se aprestan a lograr obtener al ingeniero mexicano que se necesita. Por ello en las licenciaturas se enfatiza el aprendizaje de aquellos conocimientos que no sufren grandes variaciones con el tiempo, así como los que subyacen a las teorías de vanguardia. Como ejemplo de este proceder se anotan en el cuadro 5-2 los porcentajes correspondientes a las materias básicas, a las de conocimiento ingenieril, y a las optativas, que en el caso de la Facultad de Ingeniería de la UNAM, se han adoptado, a partir de noviembre de 1990, para las ocho licenciaturas que en ella se imparten.

Surge entonces como una imperiosa necesidad en el aprendizaje de la ingeniería en México, el establecer un mecanismo que permita al profesional de la ingeniería, estar al día de lo que va cambiando rápidamente en la tecnología y que le permita también terminar de aprender a enlazar la teoría con la aplicación práctica. Este debe ser un mecanismo, cuya flexibilidad le brinde la capacidad de responder con celeridad a lo requerido por el país en ingeniería. Este es, precisamente, el papel fundamental de la educación continua, que de esta manera se convierte en piedra angular de la política educativa en México.

RUBRO:	AÑO 1989	AÑO 2009
Población (millones de hab.)	82	120
Sup. de riego (millones de ha)	6	11
Cap. eléctrica (millones de kw)	22	100
Carreteras pavimentadas (km)	70 000	200 000
Automotores (mill. de vehículos)	7	30
Ferrocarriles (millones de ton)	70	250
Aeropuertos (mill. de pasajeros)	30	100
Agua potable (% población)	60	100
Ciudades de 100 000 a 500 000 habitantes	42	74
Ciudades de 500 000 a 1 millón habitantes	4	17
Ciudades de más de 1 millón de habitantes	3	15

Tabla 4-1

LICENCIATURA	MATERIAS BASICAS	MATERIAS DE CONOCIMIENTO INGENIERIL	MATERIAS OPTATIVAS
Ingeniería Civil	24%	69%	7%
Ingeniería Topográfica	28%	72%	-
Ingeniería Mecánica Eléctrica	28%	64%	8%
Ingeniería en Computación	21%	71%	8%
Ingeniería Geofísica	30%	64%	6%
Ingeniería Petrolera	27%	66%	7%
Ingeniería Geológica	25%	70%	5%
Ingeniería de Minas	23%	74%	3%

Tabla 4-2

El siguiente gráfico muestra la Población en Millones, empezando de Izquierda a Derecha por: E.U, Japón, Alemania, Francia, Italia, México y Suecia.

**COMPARATIVO DE POBLACION MEXICO-PAISES
DESARROLLADOS**

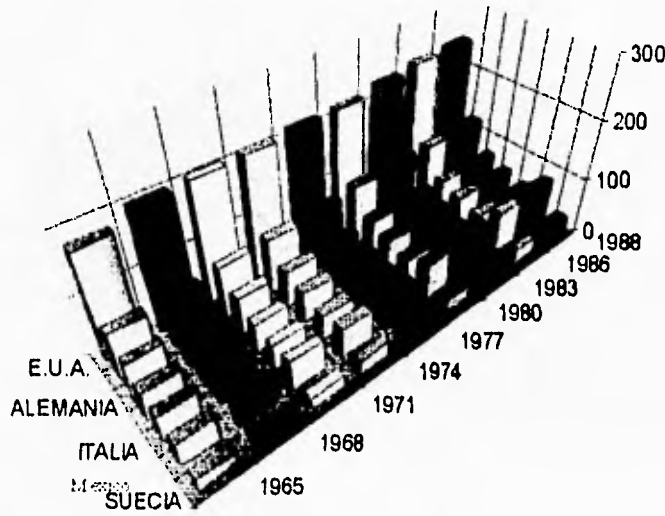
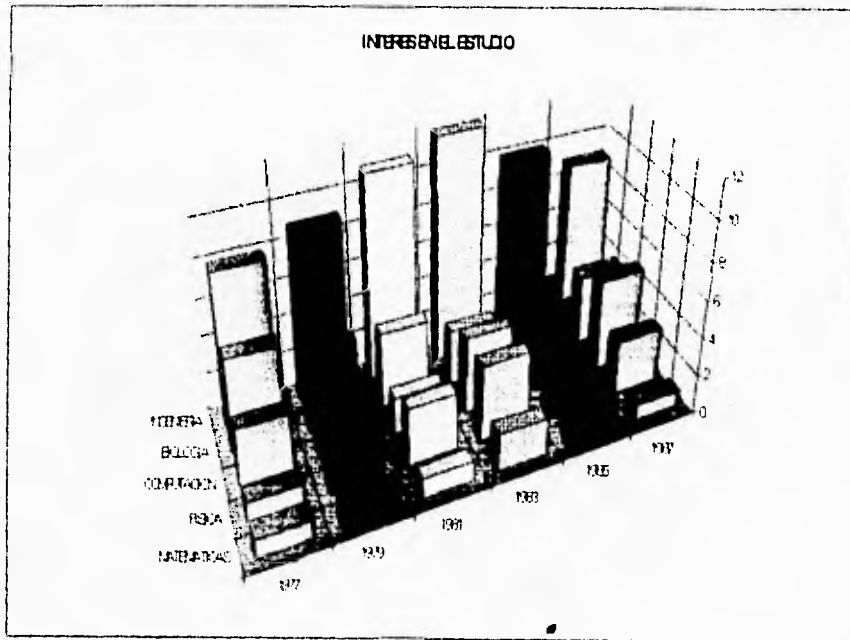


Gráfico 4-1

El siguiente gráfico muestra el interés de estudio en porcentajes:

**Gráfico 4-2**

El siguiente gráfico muestra un comparativo de población:

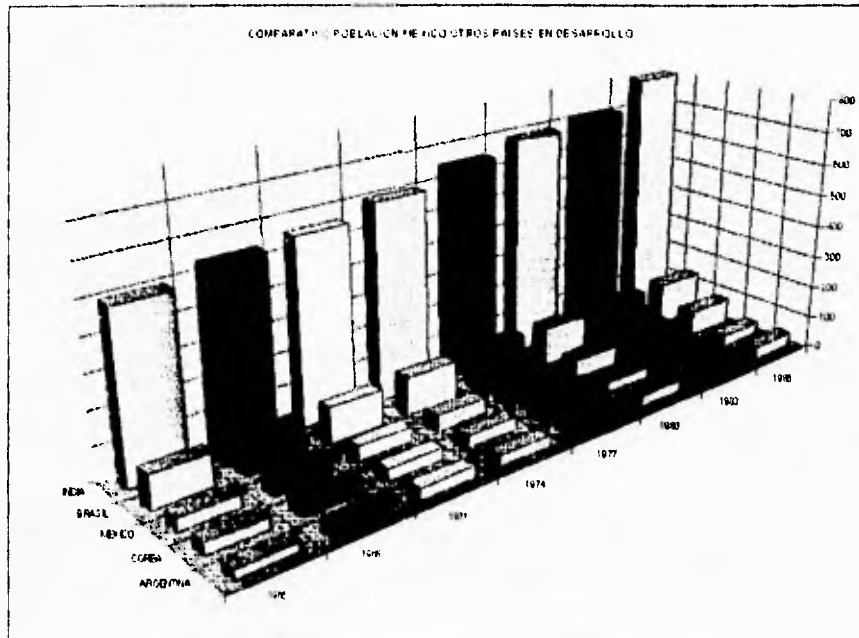


Gráfico 4-38

4.2. Liderazgo

El liderazgo consiste en influenciar las actividades de un grupo para así conseguir determinadas metas. Involucra el comportamiento tanto del líder como de los seguidores. En el liderazgo administrativo, una persona ejerce influencia social sobre los miembros de un grupo. Mientras que un administrador puede o no ser líder, el asumir un papel de liderazgo y servir como modelo para que su gente le emule puede ser bastante útil en el cumplir los objetivos organizacionales y divisionales. En efecto, mientras que el control se enfoca en la dirección del comportamiento humano, el liderazgo se hace necesario para causar que los individuos se desempeñen del modo deseado. Sin embargo, la administración y el liderazgo no son sinónimos. El liderazgo es, simplemente, un estilo de administrar. Un administrador puede ser efectivo -y así triunfar- adoptando otros estilos de administración, siempre y cuando cumplan con los requerimientos de la situación. Por lo tanto administrar es un concepto mucho más amplio que el liderazgo.

Fuente: Michael k. Badawy, Virginia Polytechnic Institute and State University. Tomado del libro "Handbook of Industrial Engineering" de Gavriel Salvendy.

Para lograr un estado de desarrollo sostenido en nuestro país, un estado en el cual se promueva el bienestar general de la población, es preciso contar con una figura de gobierno capaz de tomar decisiones en beneficio de la nación. Que cuente con las cualidades humanísticas, técnicas y políticas para zanjar los problemas, en otras palabras se requiere de la presencia de un líder. Sin esta importante efigie de poder -y obviamente también de un staff con las mismas cualidades- las posibilidades de crecimiento a nivel ecuménico se ven reducidas.

El papel de la persona que funge como vocero de los derechos, aspiraciones y prioridades de un país, no es situación que deba tomarse a la ligera. El abrir muchas brechas a nivel mundial dependerá de su correcto desempeño.

Por otro lado, no hay que olvidar que, a pesar de que sobre el gobernante recae la mayor parte de la responsabilidad, esta labor no puede ser llevada a cabo por un sólo individuo. Las distintas partes que componen la complejidad de una patria, como son las industrias, las entidades gubernamentales, las universidades, etc.; precisan de un sinnúmero de individuos que de igual forma puedan hacer frente a los retos y salir avantes de ellos.

Entre varias amenazas que padece la humanidad (como guerras, hambre, enfermedades, etc.) una también muy importante es la falta de líderes (sólo con ver la situación que viven los países del ex-bloque socialista en comparación con la vivida en Polonia, donde sí tienen un líder que los motive, guíe e inspire).

José Ortega y Gasset, en *La Rebelión de las Masas*, dijo: "la sociedad es siempre una unidad dinámica de dos factores: mayorías y minorías". La diferencia principal entre las mayorías y las minorías es el PODER. Así surge la pregunta obligada: ¿nosotros queremos ser minoría o mayoría?

El líder siempre tiene un ideal, o por lo menos sabe lo que quiere. A diferencia de lo que se cree, no es un superdotado ni tiene presencia arrolladora. En realidad no existe tipología o prototipo determinado. Sin embargo, el líder debe tener una serie de características, habilidades o experiencias, generalmente no místicas, muchas de ellas adquiribles y desarrollables, y por supuesto no identificables a simple vista. El líder nace y se hace.

Para llegar al poder se tienen dos caminos principales: por medio de la fuerza y por medio del servicio. En el primer caso veamos esta fuerza de

acción (poder coercitivo) como una fuerza física aplicada sobre un cuerpo que es la sociedad. De acuerdo a Newton, la fuerza de reacción es igual y de sentido opuesto; sin embargo, al ser la sociedad mucho más grande, la fuerza con que responde (de compensación, sabotaje o revolución) se multiplica, en una especie de resonancia armónica, dando lugar a un estallido social. En el segundo caso, la fuerza aplicada es un poder transformador (espíritu de servicio) y la reacción es desarrollo, compensación, fidelidad, confianza, trascendencia (resultados extraordinarios con hombres extraordinarios).

En general podemos decir que la palabra convence, el ejemplo arrastra y el ejemplo apasionado sublima.

4.3 Educación

En un mundo de constante evolución, en el que la ciencia y la tecnología transforman, la música, el arte, la política y hasta la moda sufren procesos de cambio, resulta preocupante que en materia educativa la evolución sea solamente producto de la inercia mundial y que no sea la educación misma, la que juegue un papel decisivo en este proceso.

Afortunadamente hay quienes al analizar este grave problema, han decidido recuperar el tiempo y sitio perdidos y comenzar a esclarecer la misión y el papel que la educación debe ocupar a casi la vuelta de siglo. Han sido grupos de notables investigadores y catedráticos los que han determinado, en base a un análisis de la realidad y el futuro, que la educación debe dejar de ser solamente teórica, para que siendo práctica, se llegue más directamente a los alumnos, se formulen preguntas y surjan dudas dentro de un marco real de trabajo. Dado lo anterior, es obvio que, los centros donde se imparte la educación -sean escuelas, institutos o universidades- deberán revisar muy seriamente si están satisfaciendo o no, a las auténticas necesidades que el mundo entero demanda.

El cambio indica que la función de la institución educativa, deberá de ser la de un sitio en el que cada alumno, dadas las necesidades de conocimiento que la educación directa en el campo de trabajo le demande, acuda para buscar responsablemente los conocimientos que le den la posibilidad de aclarar sus posibles dudas y lo faculten para continuar con un buen desempeño. Es obvio que este cambio debe ser paulatino, el cual principalmente atañe a la educación superior o universitaria.

Para la Ingeniería este método de enseñanza debe ser implantado con urgencia, de lo contrario el desempeño y la competencia, al menos en el caso de México, continuará en agonía hasta desaparecer. Si bien es cierto que en nuestro país se ha hecho ingeniería de excelencia, no debemos encasillarnos en las glorias pasadas; mirar al mundo y a sus problemas con el enfoque actual es simplemente una negación total de la Ingeniería, la que

debe siempre buscar soluciones para el desarrollo y bienestar de la sociedad, construyendo previsoramente en el futuro.

La Ingeniería es una ciencia, como tal se sustenta en la difusión de conocimientos para seguir sobreviviendo y no caer en el olvido. Es un arte, desde este aspecto igualmente se debe de entrenar a los aspirantes a ser profesionistas practicantes de ella.

La educación es un tema de suma relevancia en este campo. Por lo mismo, se presta también a un sinnúmero de controversias. Es tarea de los directivos de las instituciones de educación superior no el evitar esta serie de controversias, sino considerarlas en su totalidad para así enriquecer más los contenidos del programa académico.

Los ingenieros de todos los campos a lo largo de la historia han requerido de una muy amplia gama de conocimientos que les permita entender a fondo no sólo los principios, técnicas y conocimientos requeridos por la profesión en sí, sino otros en los que apoyarse en el momento de hacer lo que la profesión requiere día con día: el tratar con personas.

Dadas las condiciones actuales que vive nuestro país tanto en términos políticos y económicos como sociales el llevar a cabo una política educacional se hace indispensable.

En términos generales podemos afirmar que los programas y planes de estudios que se han venido aplicando hasta la fecha no son suficientes, ni cubren las necesidades que la población y el país necesita, debido a un claro estancamiento de los sistemas educativos. Es de suma importancia el que se proyecten políticas viables en la educación, ya que a final de cuentas, será la capacidad y la preparación de la población lo que permitirá un desarrollo real de México.

Primeramente, para hablar del mejoramiento de la calidad del sistema educativo es necesario considerar los siguientes elementos:

- **Financiamiento gubernamental:** sin un presupuesto acorde a las necesidades estatales los posibles proyectos aplicables quedan desfasados, ya que sin apoyo económico no es posible la materialización de dichos objetivos.
- **Apoyo a la creación de nuevos planes educativos,** que estén basados en las tecnologías avanzadas a las que tiende y requiere cada estado de la república, fomentando el intercambio académico nacional e internacional.
- **Descentralización de la educación:** es fundamental que la educación deje de ser exclusiva para los

grandes centros de desarrollo del país, es decir la regionalización tiene que ser considerada en los diferentes niveles educativos y regionales -cada zona del país tiene diferentes necesidades y potencialidades, de ahí la importancia de que la educación vaya enfocada a una práctica segura a niveles teóricos y metódicos que puedan ser aplicados y desarrollados- ya que finalmente son las condiciones naturales las que determinan el desarrollo industrial y económico de una región.

- Se requiere crear nuevas fuentes educativas en los diferentes estados de la República desde el sector primario hasta el sector profesional, con la finalidad de lograr un crecimiento en forma equilibrada de los sectores productivos y económicos de nuestro país.

4.3.1 Situación de la Facultad De Ingeniería, U.N.A.M.

La vorágine de acontecimientos que se han suscitado en el país y que lo han conducido a tomar diferentes medidas de control para su solución, sacan a la luz una pregunta que repercute en la mente de todos los que formamos parte de esta institución: ¿Y nosotros que estamos haciendo?

Esta interrogante debe llevarnos a establecer que la posición de la Facultad de Ingeniería, ante grandes transformaciones en la economía mundial, ante una regionalización muy fuerte y modificaciones en las formas de contratación de la gente, debe encontrarse en una etapa de cambio positivo. Pero, la situación parece ser distinta:

“La escuela de ingeniería está entrando en un tronco común completo, de aproximadamente cinco semestres, las carreras son de diez semestres y son once las carreras, por lo que en todas se va a estudiar lo mismo. Se ha reforzado la física, la química y las matemáticas, cosas que yo me pregunto ¿para qué?. En mi opinión se exagera con las matemáticas.

Existen cursos propedeúticos para los alumnos, aunque antes se les aplica un examen de diagnóstico y se les hacen saber sus deficiencias. El tronco común es muy pesado y árido pues se inparten materias que tal vez en su vida nunca van a usar.”

“Los planes de estudio no son lo más importante si no se tienen los laboratorios y los talleres adecuados, pero donde realmente está el problema, el talón de Aquiles, es en los maestros,

se debe invertir, para tener buenos maestros, ya que es lo que realmente da calidad académica.

¿Cómo deberían conformarse las asignaturas? Una parte de ciencias básicas, una parte de ingeniería aplicada, ciencias de ingeniería, vinculación y una parte de conformación de actitudes humanísticas. Mientras existan mayores procesos de selección de alumnos, sería mejor, así como en la selección de maestros, para quedarse con lo realmente bueno.

Hay que tener sistemas académicos-administrativos eficientes y una economía sana, la educación debería de tener una economía sana.

Existen aspectos complementarios a la educación como la educación continua, que es una realidad. Los diplomados, las maestrías y los doctorados se deberían de encaminar hacia las especialidades que se han descuidado. Hay que tener cuidado de no separar los estudios de licenciatura de los de posgrado, pues no hay diferencia entre los profesores de licenciatura y de posgrado, ya que lo único que se crea es un grupo de personas inaccesibles.

No hay que casarse con estructuras rígidas, sino antes bien, ser flexibles. Hay que cuidar sobre todo la capacidad de esto."

Fuente: Documento presentado por el Ing. Carlos Sánchez Mejía para el Consejo del Sistema Nacional de Educación Tecnológica (COSNET), 1994.

Observaciones como estas son en realidad preocupantes, y la mayoría de los estudiantes, concuerda con ellas. Por ello, es necesario establecer un verdadero programa de reformas que cumplan con los objetivos para los cuales fue creada esta institución. Dicho programa debe dar importancia al establecimiento de un plan de estudios que verdaderamente esté enfocado a crear profesionistas que realmente entiendan los problemas nacionales y sean capaces de hacerles frente. Esto solo puede lograrse tomando en cuenta las necesidades de entidades plenamente empapadas de estas situaciones: las empresas. Si no establecemos verdaderos y serios vínculos, en donde empresarios y directores de universidades colaboren, no se tendrán grandes avances.

En lo que se refiere a los docentes, la experiencia laboral debe de ser uno de los principales factores a tomarse en cuenta, porque... ¿cómo se pueden transmitir conocimientos reales si no se tiene contacto con la situación nacional?. En este cariz, la importancia de los profesores denominados como "de asignatura" se pone de manifiesto. Es vital contar con personal potencialmente rico en y para la transmisión de conocimientos.

Gente que aplica su experiencia en la vida real y maneja diversos puntos de vista, lo que le permite absorber información del exterior y aplicarla en beneficio suyo y de los demás.

En contraste, también existe personal académico que nunca en su vida ha laborado fuera de las aulas ni en aspectos propios de su profesión, y que sólo tiene por ingreso el sueldo que gana por las asignaturas que imparte, manteniéndose en un estancamiento por lo improductivo que resulta su trabajo, desde el punto de vista de la industria.

Gran parte del feliz término de estos problemas dependerá de la implantación de sueldos académicos económicamente atractivos para el personal docente y de formular dispositivos adecuados de mejora continua - como cursos, seminarios de actualización y mesas redondas- donde participen expertos de las distintas universidades y empresas vinculadas.

Ahora, enfocándonos al problema de la calidad del estudiantado, este debe atacarse desde los inicios de la vida preuniversitaria, es decir, en el bachillerato. Una preparación adecuada de los alumnos en estas instituciones, suprimirá los cursos propedeúticos en las facultades.

Es evidente que para ello, el personal académico y los planes de estudio tienen que cuidarse y plantearse de tal forma que, las materias del último año, sean las antecesoras de sus similares en las áreas básicas de licenciatura, haciendo posible su eliminación a este nivel.

Por otro lado, el canalizar de manera tajante a los estudiantes en virtud de sus aptitudes, no parece ser una alternativa muy viable ya que cada persona está en libertad de escoger su vocación.

Esto no quiere decir que no sea posible crear y aplicar programas, cuestionarios y otros elementos de asesoría para conscientizar a los jóvenes de sus cualidades y por ende, hacer ver a los alumnos terminales de bachillerato, sus posibilidades si eligen un área afín a las mismas.

Otro aspecto que no puede omitirse es el económico. Ningún programa, de la índole que sea, podrá llevarse a cabo si no se cuenta con los recursos necesarios para su realización. Ello hace pensar en la necesidad de contar con reuniones académico-directivas donde, contando con información veraz acerca de los requerimientos del plantel y del profesorado, se llegue a instaurar un control adecuado de las finanzas de la institución. Dicho control deberá tomar en cuenta, entre otros aspectos...

- El establecimiento de sueldos adecuados al nivel del profesorado.
- La creación y renovación de laboratorios e instalaciones.

- La presentación semestral de documentos que permitan conocer en qué y para qué se han utilizado los recursos de la institución.

Como se ha dicho, la Facultad de Ingeniería como muchas otras escuelas en el país, ha seguido un método de enseñanza que busca el fortalecer en el futuro ingeniero sus conocimientos y dominio en materias de matemáticas básicas que, aunque necesarias, en nuestra opinión no constituyen el acervo de conocimientos requeridos en el entorno profesional, a fin de llevar a cabo la feliz realización de las carreras de ingeniería. En efecto, deberá buscarse la manera de ampliar las curricula de materias de enfoque práctico, y disminuir el peso de aquellas que corresponden a ciencias aplicadas.

A continuación describimos la opinión del Doctor F. Karl Willenbrock, según lo expuso en el 3er Congreso Internacional de la Academia Mexicana de Ingeniería, el día 11 de Mayo de 1995.

4.3.2 La educación de Ingeniería en los Estados Unidos: un sistema en evolución.

4.3.2.1 Introducción

La ingeniería es una profesión dinámica, evidencias que apoya este hecho nos rodea. La tecnología que avanza introduce nuevos productos y servicios a un ritmo que muchos de nosotros encontramos difícil asimilar. De cualquier modo, el rápido aumento en conocimientos tecnológicos y capacidades de la ingeniería continúan. La práctica de la ingeniería ha sufrido un cambio revolucionario, conforme las nuevas tecnologías facilitan muchas funciones básicas de la ingeniería y aportan a los ingenieros mejores herramientas con las cuales trabajar. Un mercado de trabajo competitivo provee un fuerte incentivo para el veloz cambio.

La comunidad académica marcha a un diferente paso. Las tradiciones son fuertes; el cambio se da lentamente en la mayoría de los campos. Sin embargo, el ritmo del cambio en los sistemas de educación de la ingeniería en los Estados Unidos parecen estar ganando velocidad. Las fuerzas que causan cambio son muy diversas. Aunado a los avances tecnológicos rápidos, entre las fuerzas más significativas están los cambios en el entorno del sector industrial, las modificaciones en los programas de apoyo y las políticas de financiamiento del gobierno de los EU, los cambios demográficos que han llevado a una creciente diversidad de los estudiantes que ingresan a las universidades. El diferente enfoque a los procesos de acreditación académica de las curricula de ingeniería

también facilita el cambio. Quisiera enfocar mi plática en algunas de las maneras en que los sistemas de educación de ingeniería responden -o fallan en su intento- a estas vertientes.

4.3.2.2. El cambiante entorno industrial

Existen muchos nexos entre el sector industrial de los EU y los sistemas de educación de ingeniería. Aproximadamente tres cuartas partes de los ingenieros de los EU trabajan para la industria, muchos miembros de la comunidad académica de ingeniería son consultores industriales activos, y las compañías industriales proveen del 20 al 30% de los fondos externos para la investigación académica de ingeniería. Los cambios en las compañías industriales con bases en tecnología tendrán, de este modo, impactos directos e indirectos en la educación de la ingeniería. Entre los cambios recientes en el entorno del sector industrial están:

- un cambio desde la manufactura de productos hacia la provisión de servicios como la principal actividad del sector industrial de los EU, con la industria de servicios ofreciendo el 77% de todas las plazas de trabajo,
- un cambio desde mercados dirigidos por el gobierno hacia aquellos dirigidos comercialmente,
- un cambio desde la arena principalmente nacional, hacia la global para operaciones y ventas de las compañías,
- un mayor énfasis en la calidad de los servicios y productos que las compañías comercializan y una reducción en el tiempo desde que se concibe hasta que se comercializan nuevos servicios y productos,
- más mujeres y empleados de minorías en la fuerza de trabajo.

Encontramos un rango de respuestas en el sector académico. Considere, por ejemplo, el cambio de la manufactura de productos a el brindar servicios. En años recientes, el más grande empleador de graduados de ingeniería de la Universidad de Illinois, una de las mayores y más fuertes escuelas de ingeniería de los EU, no ha sido una de las grandes compañías manufactureras del Medio Oeste de los EU, sino Arthur Anderson, una firma conocida por sus auditorías fiscales y servicios analíticos. ¿Ha influido el aumento en el número de estudiantes de ingeniería que encuentran puestos en las industrias de servicio en el contenido de las curricula de Ingeniería? ¡No se nota! Una de las pocas excepciones es el Rensselaer Polytechnic Institute, que recientemente

anunció el establecimiento de un centro para el estudio de la tecnología en el sector de servicios, y también introdujo varios programas de postgrado que reflejan la aplicación de los conceptos de la ingeniería en estas industrias.

En cuanto a la globalización de las operaciones de muchas compañías, un número de escuelas de ingeniería han desarrollado programas que les permiten a los estudiantes universitarios el adquirir experiencia en el extranjero. En la Universidad de Rhode Island, por ejemplo, un estudiante puede, en cinco años, obtener títulos tanto en ingeniería como en Alemán, incluyendo experiencia de trabajo en Verano en una compañía Alemana. Muchas escuelas de ingeniería están alentando a sus estudiantes a tomar parte de sus estudios en otro país.

Finalmente, consideremos el mayor énfasis en la calidad. La necesidad por una mejor calidad en los servicios y productos comercializados por muchas compañías industriales ha resultado en el amplio uso de conceptos de "Total Quality Management" (Administración de Calidad Total -TQM). Este enfoque a la administración de una compañía requiere de una mayor participación de los empleados a todos los niveles del proceso de toma de decisiones. Implícitos están los requerimientos de que la educación y entrenamiento de todos los empleados les permitan entender su parte de las operaciones de la compañía, y que se desarrolle un trabajo en equipo. Algunos líderes industriales prominentes les han pedido a las universidades, particularmente en sus escuelas de ingeniería y negocios, que produzcan graduados que puedan operar eficientemente en un entorno de "mejora continua de calidad." Ha habido respuesta del sector académico y un número de universidades -particularmente las ocho que reciben aportaciones de US\$1 millón, por parte de la IBM- han logrado avances en el incluir conceptos de calidad en sus programas universitarios y de postgrado. Sin embargo, la respuesta académica ha sido más lenta y menos completa que en muchas compañías.

4.3.2.3 Programas de apoyo modificados de Agencias Federales

Los programas y políticas de agencias federales han guiado el cambio en las escuelas de ingeniería por muchos años. El dramático cambio en la educación de la ingeniería que le siguió a la Segunda Guerra Mundial -o sea, un gran aumento en los requerimientos de matemáticas y ciencias- se facilitó por el financiamiento federal de investigación académico de ingeniería. Estos programas le permitieron a las escuelas de ingeniería el contratar nuevos miembros facultativos que renovaron las curricula en relativamente pocos años. Más recientemente, algunos programas federales han requerido que las universidades obtengan apoyo similar de compañías. Tal política ha tenido el efecto de concientizar a las escuelas de ingeniería de los problemas y preocupaciones de la industria.

Reflejando esta concientización, algunas escuelas han desarrollado programas de postgrado, particularmente al nivel de maestría, que se enfocan en campos de la tecnología en lugar de en disciplinas académicas.

Aunado a su financiamiento de investigación de ingeniería en las universidades, las agencias federales como la National Science Foundation (NSF), han recientemente financiado programas que apoyan innovaciones instruccionales tanto en curricula de licenciatura como de postgrado. Tales programas han causado que miembros facultativos consideren más a fondo los asuntos instruccionales. La experimentación con nuevas técnicas pedagógicas, nuevos cursos y nuevas curricula están siendo promovidos por tales programas.

4.3.2.4. Otros cambios contextuales

La gran mayoría de estudiantes que se enrolan en programas de ingeniería vienen directamente de escuelas preparatorias. Existe actualmente una gran insatisfacción pública en los EU con el nivel académico obtenido por graduados de escuelas preparatorias, particularmente en respecto a matemáticas y las ciencias. Cuando se han organizado programas de prueba internacionales para comparar las habilidades de los estudiantes de los EU con las de estudiantes de otras naciones, los estudiantes de los EU no se han desempeñado correctamente. En respuesta a estos *benchmarks* internacionales, se han lanzado algunos programas por miembros de las comunidades ingenieriles y científicas para proveer material de instrucción actualizado, así como el fijar estándares apropiados de conocimientos y el asistir en la actualización de maestros de matemáticas y ciencias. Mientras que el impacto global de tales programas no es todavía claro, han tenido efectos positivos en algunas escuelas; en particular, aquellas escuelas que han buscado sistemáticamente el aumentar el desempeño en matemáticas y ciencias de sus estudiantes.

En general, sólo los estudiantes con logros por encima del promedio en matemáticas y ciencias aplican a programas de ingeniería. En la mayoría de las universidades, los estudiantes que seleccionan ingeniería son los miembros más capaces de la clase saliente. Sin embargo, existen ciertas tendencias preocupantes; un estudio de la NSF en 1994 en educación de licenciatura en ingenierías mecánica, eléctrica y civil, las tres mayores disciplinas, mostró que las inscripciones a ingeniería eléctrica habían disminuido en un 30% de 1987 a 1992.

Los cambios demográficos en todo el país así como políticas gubernamentales han resultado en una mayor diversidad de estudiantes universitarios por la inclusión de más mujeres, minorías y personas con

incapacidades. Estudiantes con un mayor rango de entornos económicos y étnicos son ahora parte de la población de ingeniería. Al nivel postgrado, un mayor porcentaje de estudiantes internacionales le ha dado a muchas escuelas un sabor internacional; hoy en día, más del 50% de los doctorados de ingeniería en los EU se otorgan a ciudadanos no estadounidenses.

4.3.2.5. Programas de licenciatura en evolución

El muy acentuado énfasis en matemáticas y ciencias físicas en curricula de licenciatura después de la Segunda Guerra Mundial tuvo el efecto de eliminar bastante contenido de ingenierías. En algunos casos, tales curricula podrían haber sido más apropiadamente llamadas ciencias aplicadas; los graduados eran en efecto mejores científicos aplicados y matemáticos aplicados que ingenieros.

Recientemente, los educadores de ingeniería han reconsiderado las características de sus programas y han buscado definir los componentes de lo que puede ser llamado una educación de licenciatura en ingeniería holística. La siguiente tabla muestra los elementos de tal programa académico, según fue formulado por el Dr. Joseph Bordogna, el actual Director Asistente para ingeniería de la NSF. Los tópicos de la izquierda muestran un enfoque de ciencias aplicadas, mientras que aquellos en la columna derecha muestran un enfoque más ingenieril. Los programas académicos enfocados sólo en los tópicos de la columna izquierda no cumplen con el objetivo de producir un ingeniero capaz de manejar los tópicos mostrados en la columna derecha.

Pensamiento Vertical (a fondo)	Pensamiento lateral (funcional)
Aprendizaje Abstracto	Aprendizaje empírico
Reduccionismo-Fragmentación	Integración-conectar las partes
Desarrollar Orden	Correlacionar el caos
Entender certeza	manejar ambigüedad
Análisis	Síntesis
Investigación	Diseño/Proceso/Manufactura
Solucionar Problemas	Formular problemas
Desarrollar Ideas	Implementar ideas
Independencia	Trabajo en equipo
Base Tecno-científica	Contexto social
Ciencia de Ingeniería	Núcleo Funcional de Ingeniería

Tabla 4-3

Este cuadro no quiere decir que los factores de la izquierda se dejen de tomar en cuenta; mas bien, se deberán dirigir nuestros esfuerzos a promover los de la derecha. Actualmente, muchos desarrollos de cursos y curricula se dirigen hacia la función de diseño/proceso/manufactura. Esto es claramente un área en la cual existe la necesidad de reforzar, tanto en las comunidades industriales como en las académicas de ingeniería de los EU. El diseño para la manufacturabilidad es una de las habilidades más buscadas en ingenieros tanto industriales como académicos. Es un reto educacional fascinante el diseñar curricula académicas que permitan a los estudiantes el realizar las funciones de la columna derecha. Sin embargo, a menos que los estudiantes desarrollen tales habilidades, no serán partícipes efectivos en el contexto industrial actual.

El seguir con este tren de ideas lleva a una reformulación de las metas de la educación de ingeniería en cuatro grandes áreas. Aquí la habilidad integradora, así como la analítica se entrelazan. Además habilidades de síntesis y de innovación son esenciales si se espera que los graduados sean capaces de crea productos y servicios útiles. Finalmente, los ingenieros no se deben enfocar sólo en las consideraciones técnicas; necesitan una apreciación bien desarrollada del contexto en el cual practican sus actividades.

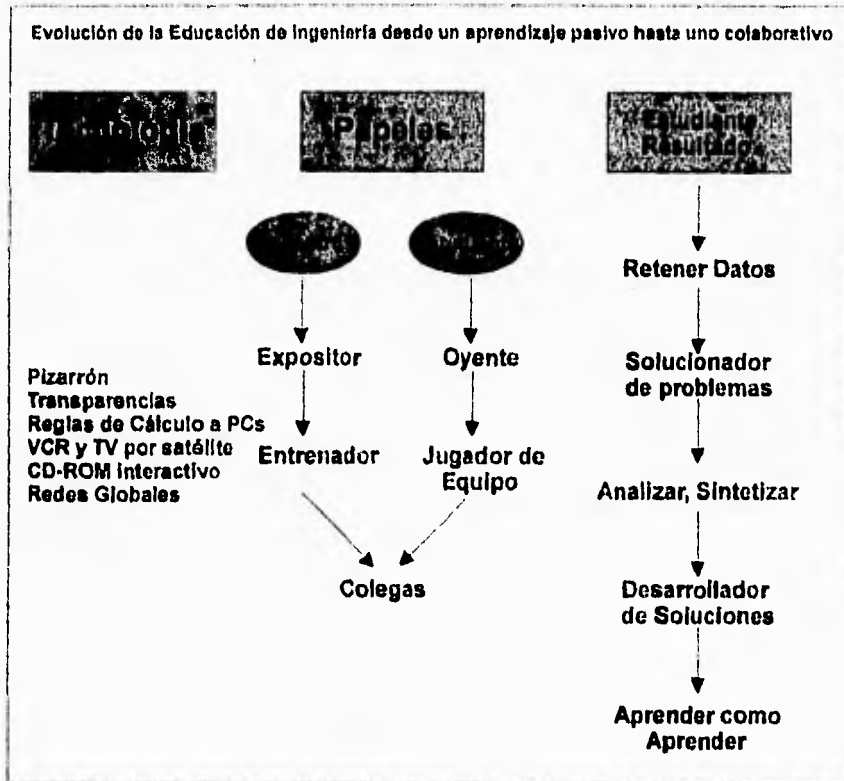


Gráfico 4-4

Uno puede estar de acuerdo que estas son ideas interesantes, pero ¿son implementables? La respuesta es que existen proyectos experimentales que se están realizando en escuelas de ingeniería con financiamiento del programa de desarrollo de curriculum de licenciatura de la NSF. Uno de los mejor desarrollados de estos proyectos se ha llevado a cabo en la Drexel University en Philadelphia en los últimos años. Aquí los primeros dos años de un programa tradicional de ciencias aplicadas ha sido reemplazado con un enfoque orientado a la ingeniería. A los estudiantes de primer semestre se les asigna el problema del diseño, manufactura y comercialización de un remache. Trabajan en equipos, los profesores y académicos actúan como consultores o entrenadores, y los estudiantes aprenden a analizar datos, integrar información, innovar un sistema de producción, y presentar resultados orales y escritos a un jurado de ingenieros experimentados. Como resultado se obtiene un tipo diferente de estudiante.

De nuevo, se puede preguntar, ¿qué efecto tiene, aún si es exitoso, un solo proyecto experimental en las más de 300 escuelas de

ingeniería de los EU? Otro programa de la NSF, llamado Engineering Education Coalitions (Coaliciones de Educación de Ingeniería), se diseñó para responder a este problema. Una coalición es una combinación de varias escuelas de ingeniería que se unen para llevar a cabo innovaciones curriculares. La idea fundamental es el evitar el desarrollo de currícula que sean idiosincrásicas a una sola escuela y el promover desarrollos que sean aplicables a través de muchos campus. Actualmente existen ocho de estas coaliciones en operación, que agrupan a 60 escuelas de ingeniería; estas escuelas gradúan aproximadamente un tercio de los ingenieros de los EU. Una coalición que incluye a Drexel ha sido establecida recientemente.

Las coaliciones tienen objetivos que difieren, pero se complementan, así como los tienen las escuelas que las forman. Algunos temas son la introducción del diseño en el primer año y los subsecuentes, la preparación y diseminación de módulos instruccionales transportables, y la introducción de procesos de manufactura a través de currícula de licenciatura. Sin embargo, existen algunas tendencias a través de todas las coaliciones. Existe un empuje evidente hacia un aprendizaje más participativo por parte de los estudiantes. Las tecnologías usadas son más variadas, los papeles tanto de los estudiantes como de los profesores cambian, y los estudiantes que resultan de esto son distintos. Muchos de los programas se alinean más estrechamente con el punto de vista más holístico de la educación de la ingeniería.

4.3.2.6. Proceso de acreditación en desarrollo

El proceso de acreditación académica se opera por las sociedades de ingeniería profesional en los EU, además de su papel principal de brindar una red de comunicación efectiva para especialistas de ingeniería. El mecanismo es la Accreditation Board for Engineering and Technology (Junta de Acreditación para la Ingeniería y la Tecnología, ABET). ABET acredita los primeros grados profesionales en las distintas disciplinas de ingeniería, y está reconocida por los gobiernos estatales y federal. Mientras que el proceso de acreditación ha tenido el efecto global de aumentar la calidad promedio de los programas de licenciatura en ingeniería en los EU, ha tenido también efectos secundarios no deseables.

Se ha afirmado en ocasiones que es tan difícil el cambiar el curriculum académico como lo es mover una tumba -y por algunas de las mismas razones. El proceso de acreditación ha servido -sin pretenderlo- como un inhibidor de las innovaciones académicas del tipo descrito. Los tradicionalistas siempre pueden argumentar que ABET no aprobará tal nuevo curriculum. El proceso de acreditación, un sistema diseñado para asegurar la calidad se convirtió, en efecto, en una barrera para los intentos

de elevar la calidad. Claramente, el proceso de acreditación en sí estaba listo para un cambio y, en efecto, lo está sufriendo.

Los fines del proceso de acreditación son claramente benignos. Sin embargo, a lo largo de los 20 años anteriores, los criterios publicados aumentaron de 3.5 a 28 páginas de letra chica, lo cual propició que algunas escuelas de ingeniería le llamaran "contar frijoles" al proceso. Los visitantes de lugares eran conocidos como "contadores de frijoles" si se adherían estrictamente a la carta de los criterios publicada y no se preocupaban con la calidad global de la escuela visitada.

Como una federación de 27 sociedades de ingeniería profesional, ABET no es una organización sencilla de reorientar. Pero las quejas de las principales escuelas de ingeniería eran lo suficientemente fuertes y persistentes como para ser ignoradas. ABET nombró un Comité Verificador del Proceso de Acreditación compuesto por líderes industriales y académicos, y por miembros de la mesa directiva de ABET, y les pidió que simplificaran los criterios y el proceso de acreditación, así como el diseñar técnicas que involucraran rangos más amplios de ingenieros como inspectores. Se llevaron a cabo una serie de talleres de los principales interesados. Sus principales recomendaciones, que involucraban un listado de criterios mucho menor, así como un reporte de resultados más rápido y menos tiempo de visita para los inspectores, están ahora discutiéndose en el proceso de aprobación de ABET. Sin embargo, es ya evidente que se ha logrado un gran progreso en el brindar un proceso más orientado a la calidad, más flexible y más abierto a la innovación. Se está eliminando una barrera a las innovaciones y experimentos actualmente existente en varias escuelas.

4.3.2.7. Programas de postgrado en evolución

La educación e investigación de ingeniería de postgrado no floreció en los EU sino hasta después de la Segunda Guerra Mundial. Entonces, la disponibilidad de financiamiento federal de programas de investigación académicos le permitió a muchas universidades el atraer a miembros facultativos muy capaces los cuales, con estudiantes de postgrado que buscaban su Doctorado, dedicaron sus principales esfuerzos a la investigación. Conocidas como "Universidades de Investigación," estas instituciones gozaron de mucho prestigio en las comunidades académicas e industriales. Al atraer a los estudiantes más capaces de los EU y otras naciones, eran capaces de proveer graduados que cumplían con los requerimientos industriales durante la era en que varias grandes compañías de los EU respondían a compias gubernamentales a gran escala de sistemas avanzados de defensa y espaciales.

Para los primeros años de la década de los ochentas, cuando la competencia internacional era particularmente fuerte y las compañías de los EU perdían participación del mercado de muchos productos, se hizo evidente que se deseaban nexos más fuertes entre los sectores académicos e industriales. La NSF acudió a la US National Academy of Engineering a buscar consejo en la mejor manera de alcanzar este objetivo. Un comité ad hoc se estableció bajo la guía del Dr. Dale Compton, ahora profesor de la Universidad de Purdue, quien había sido vicepresidente de investigación en la Ford Motor Company. Este comité recomendó el establecimiento de varios centros de investigación que se enfocaran en tecnologías específicas con fuertes nexos a compañías industriales. Para asegurar una participación industrial activa, se requirió que las universidades generaran apoyo industrial de financiamiento, equipo, o personal comparable o superior al financiamiento de la NSF. Debido a que el financiamiento típico de la NSF para un programa de investigación en ingeniería era del orden de US\$1 a US\$2 millones al año, en un periodo de cinco años, este requerimiento se podía solo cumplir si las universidades realizaban investigación de real interés para las compañías.

Como se mencionó anteriormente, la escena industrial cambia importantemente conforme las compañías basadas en ingeniería se orientan más al mercado, la competencia internacional aumenta y disminuyen las adquisiciones de defensa y espaciales. Actualmente, las universidades de investigación tienen más capacidad de investigación que la que los patrocinadores de investigación académica están dispuestos a financiar. De acuerdo a un estudio reciente del Profesor Robert Morgan de la Washington University, de las más de 200 universidades que llevan a cabo investigaciones financiadas externamente, los 50 primeras reciben más del 50% del financiamiento y las últimas 100 reciben menos del 10%. La demanda de ingenieros con doctorados ha disminuido conforme las principales compañías industriales han disminuido en tamaño y en sus programas de Investigación y Desarrollo, y muy pocas universidades están expandiendo sus instalaciones de investigación de postgrado. Así, es probable que muchas universidades que otorgan doctorados no podrán seguir atrayendo estudiantes capaces y de mantener programas que se basan principalmente en investigación financiada externamente.

En contraste a los programas de doctorado, un desarrollo importante en la arena de postgrado es el aumento en el número de programas de maestría enfocados a la práctica. Mientras que un programa de licenciatura de cuatro años puede proveer una buena plataforma de lanzamiento para una carrera de ingeniería, no puede brindar las superiores habilidades de postgrado en campos tecnológicos de rápida evolución. De este modo, existe una oportunidad para que las

universidades ofrezcan programas de maestría en tecnologías específicas que estén orientadas a la práctica profesional en lugar de simplemente brindar un escalón hacia el doctorado. Un cierto número de estos programas en áreas recientemente desarrolladas como, por ejemplo, el manejo de información y tecnologías "verdes" o ecológicas, ya han dado inicio.

4.3.2.8. Retos futuros

Globalmente, la comunidad académica ingenieril de los EU está en un estado de evolución en el cual las tendencias están convergiendo y se forma impulso. Existe evidencia de buen progreso, pero muchos de nosotros sentimos que la comunidad académica está siguiendo, en lugar de dirigir el destile. Los ingenieros de hoy en día operan diferentemente que sus predecesores y los sistemas de educación deben reflejar estas diferencias si espera proveer a la siguiente generación de ingenieros con la preparación que necesitan. Claramente el sistema educacional de ingeniería no puede mantenerse estático si espera atraer estudiantes capaces y retener su relevancia en el futuro.

Mientras que se han descrito programas de licenciatura, maestría y doctorado, no se han disculido la educación continua ni las estructuras de aprendizaje cognoscitivo. Se ha hecho relativamente poco progreso en estas dos áreas; ellas esperan un mayor ritmo de evolución. La educación continua se reconoce como una necesidad urgente de la profesión de ingeniería, sin embargo, los mecanismos institucionales para proveer los servicios necesarios no existen actualmente. De manera similar, los ingenieros de hoy en día están sobrecargados con fuentes de información, pero no tienen técnicas disponibles para capturar la información específica necesaria en los formatos más apropiados. Esperemos que las tecnologías de manejo de información modernas aportarán los medios de facilitar los procesos cognoscitivos a ingenieros urgidos de ellos.

Sin embargo, existe espacio para el optimismo. La educación de ingeniería no es un sistema estático; está evolucionando hacia uno dinámico.

4.3.3 Conclusiones.

Lo anterior expuesto nos deja mucho en que pensar. De nuevo, ¿cómo es posible que si el país base de la economía mundial persigue programas de ingeniería enfocados a una educación más empírica, práctica, participativa y con nexos con la industria, aquí en México insistamos en quedarnos en lo que el Dr. Willenbrock denomina la "educación de ingeniería de la postguerra? Estamos de acuerdo en que existe una diferencia enorme entre la situación económica, política y social de los EU y de

México; sin embargo, ¿porqué resignarnos a adoptar los cambios que se están gestando hoy, dentro de 20 años por decirlo así?

Por otro lado hay que recordar la importancia y relevancia que aumenta cada día concerniente a la integración de las economías y la formación de bloques económicos. Si las economías de Norteamérica ya están en proceso de una total integración, ¿no deberíamos hacer algo similar en el terreno de la educación?

5. Reflexión

El desarrollo de las civilizaciones se inició por el constante movimiento que las tribus, al principio nómadas, realizaban en la persecución de presas de caza y en la búsqueda de comida, o al huir del ataque de otras tribus y del cambiante clima. Un paso determinante en ésta temprana evolución humana fue el que se dió con el sedentarismo, el hombre optó por establecerse en un sitio que le proveía medios suficientes para su supervivencia, pero al mismo tiempo desarrolló técnicas de cultivo y comenzó a domesticar animales. Esto trajo un notable adelanto: los primeros asentamientos humanos tomaban forma. El establecimiento de éstos, en los que lo que se construía y se modificaba de la naturaleza adquiría cada vez mayor valor, puesto que no eran bienes pasajeros, sino más bien permanentes, dió nacimiento a la plusvalía.

Así el trabajo del hombre, y lo que conseguía por medio de éste, tenía un enorme significado, que lo llevaría a la realización de obras cada vez más grandes. Impulsados por esta nueva manera de ver al trabajo, el hombre en su ambición acumuló más de lo que necesitaba y fue entonces el momento en que se conceptualizó la riqueza. La obtención de riqueza comenzó con la explotación, mediante el trabajo, de la naturaleza. La búsqueda de nuevas fuentes naturales, susceptibles de explotación, impulsó al hombre a colonizar nuevas tierras, más fértiles y dotadas. La colonización, principalmente del continente Americano y la transportación marítima de los minerales y otras riquezas que de ahí se obtenían, hizo que la piratería cobrara mucha fuerza. Inglaterra, gracias a la piratería acumuló enormes capitales, que a su llegada a ese país eran multiplicados por la fuerte estructura feudal que existía: la época del feudalismo comienza con la agrupación de los artesanos en gremios, de los cuales surge la burguesía. Los burgueses poseen muchos talleres de artesanos y, buscan la manera de obtener más ingresos, por lo que con la gran acumulación de capitales y la nueva máquina de vapor, comienzan a crecer sus empresas, eventualmente iniciando con ello la Revolución Industrial.

Actualmente, la plusvalía y la acumulación de enormes capitales es sin lugar a dudas el mayor interés del hombre. En nuestro país se acumuló en la década de los setentas un gran capital por la exportación del petróleo. Esta etapa económica, junto con la actual que se caracteriza por ya no considerar a la industria petrolera como el eje de las políticas económicas del país, está fuertemente regida por un poderoso agente especulativo.

Ahora la riqueza mundial se concentra en tres bloques: Europa, con la Unión Europea; China, Hong Kong, Taiwan, Singapur, Corea, Tailandia etc. que constituyen a los llamados tigres asiáticos, liderados por Japón y en América: Estados Unidos, Canadá y México. La creación de estos tres

megabloques y la globalización económica, política y cultural, así como los acontecimientos recientes que se han suscitado en nuestro país han provocado un clima de inestabilidad encabezado por un aumento considerable de desempleo, además de ejercer presiones sobre la economía nacional. Los problemas étnicos, que siempre han existido, han llegado a ser alarmantes. Además, la mayoría de la industria nacional está destruída. Los estudios más recientes en cuanto a población indican que su tasa aumentará geométricamente; el medio ambiente exige atención, rescate y respeto; las comunicaciones deben ser cada vez más eficientes; la tecnología en materia de salud demandará más que nunca adelantos; el descubrimiento de nuevos materiales revolucionará la industria; el transporte de grandes volúmenes de personas, de manera segura, confortable y rápida es otra de las urgentes demandas; todo esto se está dando y se dará en un mundo en el que existen diferentes culturas, razas, costumbres, religiones, climas y economías, por lo que es necesario acercar a cada individuo a una nueva cultura geopolítica.

A pesar de ello, existe un gran número de empresas mexicanas exitosas que abarcan diferentes campos en la producción de bienes y servicios. Las actividades de estas empresas en las áreas de la construcción, alimentos, minería, telecomunicaciones, manufactura, petróleo, y otras se han desarrollado exitosamente en el extranjero. Por desgracia y a pesar de los grandes éxitos de la industria mexicana, no existe una infraestructura escolar nacional adecuada para mantenerla vigente.

En el campo de la ingeniería, tenemos un enorme vacío generacional, ocasionado por el corto tiempo de vida profesional con vigencia y las grandes diferencias que se dan incluso de una generación de ingenieros a su inmediata posterior.

Este es el panorama que la ingeniería del presente tiene que afrontar. Debido a ésto es preciso establecer las nuevas rutas para el desarrollo de la tecnología, es aquí donde la Ingeniería de avanzada presenta su mayor potencial. Por lo tanto, carreras como Ingeniería en Telecomunicaciones, Ingeniería Biomédica, Ingeniería Ambiental, Ingeniería Electrónica, Ingeniería Continua, Ingeniería del Transporte, Ingeniería en Energética e Ingeniería en Materiales deben ser implantadas con la mayor celeridad posible.

5.1 La Ingeniería Mexicana

Los ingenieros mexicanos estamos sujetos hoy día a condiciones que cambian con gran frecuencia. Por lo tanto, tenemos que considerar una serie de aspectos necesarios si hemos de esperar ser verdaderos profesionistas de calidad, y esperar competir a la par con ingenieros de otras partes del mundo.

5.1.1 Calidad

Se requiere que los programas de ingeniería en México incrementen sus estándares de calidad. No es posible que sigamos con programas cuyas bases datan de hace 10 o incluso más años. Se requiere pedir más de los alumnos. Con más, nos referimos a elevar los requerimientos que se tienen, entre otros, para aprobar materias. Por ejemplo, aumentar la calificación mínima aprobatoria de 6 a 7. Para evitar que de este modo se perjudique a un de por sí dañado cuerpo estudiantil, se deberán de implementar programas que mejoren al mismo tiempo los atributos de los estudios que éstos reciban. Se deberá de mejorar la capacitación de los profesores por medio de cursos de actualización constantes. En los casos de las materias que por su naturaleza no requieran de actualizaciones periódicas (como las ciencias básicas), se pueden implantar cursos de educación continua encaminados a reforzar los conocimientos de los catedráticos que impartan esas materias. En pocas palabras, se requiere de actualizaciones constantes con el fin de no quedar a la zaga en cuanto a tendencias de la ingeniería se refiere.

Como se ha venido exponiendo a lo largo del presente documento, se deberá buscar una formación integral del ingeniero por medio de balancear adecuadamente el porcentaje de materias de las diversas áreas (ciencias básicas, ciencias de la ingeniería e ingeniería aplicada) en la curricula de ingeniería, de acuerdo a la utilidad (previamente estudiada de cada una de estas materias). En nuestra opinión, un sano balance estaría aproximadamente entre un 30% de las primeras, 40% de las segundas y 30% de las terceras. De esta manera se obtendría como producto final un ingeniero enfocado hacia terrenos más generalistas, que es lo que precisa nuestro país hoy día.

Pensamos que en el futuro, la situación actual de nuestro país ha de tornarse menos volátil e impredecible, momento en el cual se ha de reconsiderar la orientación que tengan estas carreras.

Por último en este apartado, hemos de insistir en la necesidad de una real vinculación escuela-industria. Nos hemos dado cuenta que los momentos en que más aprende uno de las realidades del campo de trabajo es cuando asistimos a una visita industrial. Estas visitas son, pues, básicas para el fortalecimiento de la educación que un ingeniero recibe en la Universidad.

5.1.2 Cantidad

Después de analizar detenidamente la situación laboral en México, uno llega a la conclusión de que en realidad hay una sobreoferta de ingenieros industriales en nuestro país. Por lo mismo, nuestra profesión como tal se demerita, llevando consigo los resultados que ya todos conocemos:

5.1.1 Calidad

Se requiere que los programas de ingeniería en México incrementen sus estándares de calidad. No es posible que sigamos con programas cuyas bases datan de hace 10 o incluso más años. Se requiere pedir más de los alumnos. Con más, nos referimos a elevar los requerimientos que se tienen, entre otros, para aprobar materias. Por ejemplo, aumentar la calificación mínima aprobatoria de 6 a 7. Para evitar que de este modo se perjudique a un de por sí dañado cuerpo estudiantil, se deberán de implementar programas que mejoren al mismo tiempo los atributos de los estudios que éstos reciban. Se deberá de mejorar la capacitación de los profesores por medio de cursos de actualización constantes. En los casos de las materias que por su naturaleza no requieran de actualizaciones periódicas (como las ciencias básicas), se pueden implantar cursos de educación continua encaminados a reforzar los conocimientos de los catedráticos que impartan esas materias. En pocas palabras, se requiere de actualizaciones constantes con el fin de no quedar a la zaga en cuanto a tendencias de la ingeniería se refiere.

Como se ha venido exponiendo a lo largo del presente documento, se deberá buscar una formación integral del ingeniero por medio de balancear adecuadamente el porcentaje de materias de las diversas áreas (ciencias básicas, ciencias de la ingeniería e ingeniería aplicada) en la currícula de ingeniería, de acuerdo a la utilidad (previamente estudiada de cada una de estas materias). En nuestra opinión, un sano balance estaría aproximadamente entre un 30% de las primeras, 40% de las segundas y 30% de las terceras. De esta manera se obtendría como producto final un ingeniero enfocado hacia terrenos más generalistas, que es lo que precisa nuestro país hoy día.

Pensamos que en el futuro, la situación actual de nuestro país ha de tornarse menos volátil e impredecible, momento en el cual se ha de reconsiderar la orientación que tengan estas carreras.

Por último en este apartado, hemos de insistir en la necesidad de una real vinculación escuela-industria. Nos hemos dado cuenta que los momentos en que más aprende uno de las realidades del campo de trabajo es cuando asistimos a una visita industrial. Estas visitas son, pues, básicas para el fortalecimiento de la educación que un ingeniero recibe en la Universidad.

5.1.2 Cantidad

Después de analizar detenidamente la situación laboral en México, uno llega a la conclusión de que en realidad hay una sobreoferta de ingenieros industriales en nuestro país. Por lo mismo, nuestra profesión como tal se demerita, llevando consigo los resultados que ya todos conocemos:

ingenieros trabajando como taxistas, torteros, y demás oficios de la economía informal.

Es bien sabido que existen una gran cantidad de escuelas que, por la misma calidad (si se le puede llamar) de los estudios que ofrece, no hacen sino otra cosa que arrojar hordas de pseudoingenieros al mercado de trabajo. "Ingenieros" que roban plazas de trabajo a personas que realmente lo merezcan.

Ha llegado el momento de meditar si la demanda de ingenieros existente en México es real, y si, sobre todo, se puede satisfacer. En nuestra opinión, dadas las actuales condiciones en el mercado laboral mexicano, contamos con un superávit de ingenieros. Por lo tanto, se requiere no disminuir la matrícula en licenciatura, sino aumentar el número de empleos disponibles. Los recursos y caminos que se han de tomar para alcanzar esta difícil meta están, en realidad, fuera del alcance de esta tesis.

5.1.3 Geografía

Como lo hemos venido discutiendo, el factor geográfico es uno de mucho peso en el desarrollo de culturas de individuos y comunidades. Esto es doblemente cierto para México. Además de influir en los actos y pensamientos de las personas, el aspecto geográfico determina, a gran medida, el tipo de industrias que se han de establecer por regiones.

Nuestro país, y en específico, nuestra ciudad capital, ha llegado a un punto de concentración tal, que sus recursos se hacen insuficientes como para mantener a este elevado número de personas que en ella habitan.

Por estas mismas condiciones, los últimos gobiernos de la república se han esforzado en descentralizar no únicamente las dependencias oficiales, sino la actividad empresarial, dando incentivos a aquellas empresas que elijan reubicarse fuera de la zona del Valle de México.

La tendencia que se observa es una concentración de la industria manufacturera en la zona del norte del país. Esto si se analiza es lógico, por la cercanía que se tiene con la economía más grande del mundo. Lugares como Saltillo, Hermosillo, Tijuana, Juárez y, por supuesto, Monterrey han experimentado a últimas fechas un auge tremendo por estas razones, aunado al hecho de que en sí, los habitantes de estas regiones son muy trabajadores.

Por otro lado, el sureste del país, por sus vastos yacimientos, se caracteriza por concentrar al grueso de la actividad petrolera nacional. Lugares como Coatzacoalcos y Villahermosa reúnen una gran cantidad de empresas relacionadas con éste rubro.

Ante esta drástica desconcentración de empresas del Valle de México, cabe preguntar si se antoja como lógico el continuar impartiendo la carrera de ingeniería industrial en la Ciudad de México. En nuestra opinión, nuestra carrera se debe de reubicar a zonas con mayor actividad industrial,

idealmente el norte del país. Simple y llanamente, la Ciudad de México ya no podrá ofrecer no sólo las plazas requeridas por los nuevos ingenieros industriales, sino también aquellas industrias en que éstos puedan realizar sus prácticas profesionales.

5.1.4 Situación de los Estudiantes de Ingeniería de la UNAM frente a los de escuelas particulares

Nosotros tenemos la certeza de que en realidad la UNAM es la mejor escuela de ingeniería del país, muy por encima de las escuelas particulares. A diferencia de otras escuelas con orientación más administrativa y que por lo mismo se alejan de lo que en realidad se puede considerar como ingeniería, la UNAM enfoca sus programas hacia estos campos. Los profesores con los que contamos son en muchas ocasiones los mismos que imparten cátedra en universidades privadas. Los laboratorios son infinitamente superiores a aquellos con que cuentan las universidades privadas. Por otro lado, las instalaciones sí dejan mucho que desear.

Los ingenieros egresados de la UNAM adolecemos de un gran desprestigio que ha sido difundido más que nada por intereses ajenos a la Universidad. Sin embargo, es de nuestra certeza que un ingeniero egresado de la UNAM tiene por lo general una mejor preparación ingenierilmente hablando, que sus similares de escuelas particulares.

El gran (y valioso) factor del que, por lo general, carecemos los estudiantes de la UNAM es esa mentalidad triunfadora que se les inculca a los ingenieros en otras escuelas. El saber vendernos como profesionistas es, quizá, de las más importantes cualidades que debemos tener. A pesar de ser la UNAM una escuela orientada hasta cierto punto hacia el elemento humano, éste no ha podido ser bien introducido en la mentalidad de sus alumnos. Es precisamente éste factor el que nos afecta en el momento de pedir trabajo: que no se nos juzgue prematuramente y sin bases únicamente por ser egresados de la UNAM, sino exigir el que se nos considere de igual manera y bajo las mismas bases que los ingenieros de cualquier otra escuela. Una vez que se haya superado este *handicap*, los ingenieros de la UNAM estaremos en posibilidades de reclamar lo que nos merecemos.

5.1.5 Situación de los Ingenieros Mexicanos

Dado el compromiso —no únicamente— comercial que adquirió México con los Estados Unidos y Canadá el primero de Enero de 1993, los ingenieros nos vemos ante un nuevo reto que ha de presentarse a partir de 1996: la posibilidad de que los ingenieros estadounidenses y canadienses ejerzan legalmente dentro del territorio nacional.

En este momento, los ingenieros mexicanos no contamos con una verdadera ingeniería de avanzada que nos permita competir en el mismo nivel con los profesionistas extranjeros. No únicamente eso, sino que además la superioridad numérica de éstos sobre nosotros es abrumadora.

Los ingenieros mexicanos podemos hacer las cosas bien. Prueba de ello está en las innumerables obras de ingeniería civil y petrolera que se han realizado en nuestro país; sin embargo, la situación para los ingenieros industriales es en verdad preocupante.

Es de nuestra opinión que los ingenieros industriales mexicanos no nos hemos sabido separar de los enfoques Taylorianos de la ingeniería industrial (que la describen como totalmente centralizada) hacia otros enfoques que aprovechen las modernas tecnologías con que contamos hoy día: posibilidades de comunicaciones inteligentes, sobre todo. El aprovechar estas herramientas a fin de conseguir una sinergia que de como fruto un mejor trabajo es necesario si hemos de esperar no sólo competir, sino ganar, a nuestros colegas extranjeros.

Propuestas como el Examen de Calidad Profesional son en verdad loables si se espera que los ingenieros mexicanos, sin importar de que escuela provengan, tengan un nivel de calidad competitivo a nivel mundial. Sin embargo, no deben ser vistos como una panacea.

Tengamos pues, mucho cuidado con lo que nos depara el futuro. Esto si esperamos conservar nuestros actuales empleos, u obtener otros que valgan la pena y no acabar como aquellos ingenieros anteriormente mencionados que se desempeñan en el mundo del subempleo.

5.2 Reflexión Final

Por ser el presente escrito uno que no se puede dar por concluido, sino que se pretende enriquecer por medio del trabajo de nuevas generaciones de ingenieros, no podemos dar una conclusión final, sino dejar en la mente del lector la noción de la urgencia de un cambio de actitudes que nos permita salir adelante a lo que nos depara el destino. México es un gran país y puede llegar a ser más grande con el empeño de cada uno de nosotros.

A lo largo de los años que hemos dedicado a la realización de nuestros estudios profesionales, nos hemos dado cuenta de la enorme responsabilidad que recae sobre los ingenieros en la sociedad. Es este un Compromiso que hemos de asumir de una manera responsable y con conciencia nacional para el beneficio de nuestro país.



BIBLIOGRAFÍA

- "Evolución del Sector Eléctrico", CFE 50 Aniversario, 1988
- "Ciencia y Desarrollo", Revista de Ingeniería LXII 1994
- "Technical Review Sulzer", Edición Española, Revistas de 1994
- "Información Científica y Tecnológica", Vol. 10 Num. 146 1990
- "Technology and the Future of Work", Ingenjörsvetenskapsakademien 1994
- "Enciclopedia de México", Editorial Enciclopedias de México S.A. de C.v. México 1987 Tomo V
- "La Política Petrolera Mexicana", PEMEX 50 Aniversario, México 1988
- "El Petróleo", PEMEX 50 Aniversario, México, 1988
- "Oferta-demanda de ingenieros Industriales", Consejo del Sistema Nacional de Educación Tecnológica, COSNET, México 1994

- Salvendy Gavriel, "Manual de ingeniería Industrial", Volumen I, Editorial Limusa, México 1991.
- "Código Fiscal de la Federación", 46ª Edición, Editorial Porrúa, México 1994.
- "La Facultad de Ingeniería", UNAM, 1994
- "Computer and Information Systems", Industrial Engineering Volumen 27, Número 3, Marzo 1995.
- "Quadernipignone54", Edición Internacional, Diciembre 1994.
- "The World Competitiveness Report", World Economic Forum, Suiza 1993.
- "Encyclopædia Britannica", University of Chicago Press, Chicago, Illinois, E.E.U.U. 1987

A

Aguamilpa, 18
 Altos Hornos de México, 23
 American Institute of Industrial
 Engineers, 3
 American Society of Mechanical
 Engineers, 2
 Asia, 49, 75

B

Balanza Comercial, 24, 30, 76,
 80, 81
 Banco de México, 77, 78, 82
 Brazil, 74
 Brindley, James, 7
 Burguesía, 153

C

Carbón, 18, 20, 27, 28, 29, 31, 57,
 70, 120, 123
 Cárdenas, Lázaro, 33
 Carranza, Venustiano, 32, 33
 Carrillo Flores, Nabor, 11
 Castillo Peraza, Carlos, 83
 Colosio, Luis Donald, 74
 Comisión Federal de Electricidad,
 15, 16
 Comunicaciones, 1, 27, 152, 156
 Corps des Ponts et Chaussés, 7
 Cuicuilco, 8
 Currícula, 153

D

Déficit Comercial, 80

Desempleo, 44, 78, 79, 86, 95, 97,
 98, 152
 Díaz, Porfirio, 27, 32

E

École Polytechnique, 7
 Ecología Industrial, 60, 61, 62,
 63, 66, 68, 71, 72
 Economía Mundial, 3, 148
 Educación Continua, 153
 Educación, 1, 39, 78, 95, 104,
 133, 138, 140, 144, 146, 153
 Enseñanza, 2, 39, 138,
 Escuela Nacional de Ingeniería, 4
 Escuela Superior de Ingenieros, 4
 Europa, 3, 44, 49, 75, 151
 Europea, Unión, 75, 151
 Exportaciones, 24, 80, 81, 82, 83

F

Facultad de Ingeniería, 135, 138
 Feudalismo, 151
 Ford Motor Company, 24, 147

G

Gas Natural, 1, 17, 35, 49, 123
 Geografía, 73, 154
 Geopolítica, 39, 73, 152
 Geotécnica, energía, 1, 15, 17,
 18, 120

H

Habsburgo, Maximiliano de, 31, 32
 Hidroeléctrica, energía, 17, 18
 Hidroeléctricas, Plantas, 13, 156, 18, 123
 HYLSA, 23

I

Importaciones, 22, 80, 82, 83
 Industria Eléctrica, 17, 102, 132
 Industria Minera, 27, 30, 80, 90, 99
 Industria Petroquímica, 35, 82
 Industria Química, 80, 82, 96, 97, 102
 Industrialización, 1, 22, 41, 45
 Industrias Metálicas Básicas, 80
 INEGI, 29, 34, 35, 36, 79, 94, 95, 96, 97, 98
 Ingeniería Ambiental, 53, 152
 Ingeniería Biomédica, 1, 152
 Ingeniería Civil, 6, 7, 8, 11, 12, 13, 14, 128, 158
 Ingeniería de Avanzada, 1, 39, 40, 49, 52, 120, 152, 157
 Ingeniería Electrónica, 152
 Ingeniería en Materiales, 152
 Ingeniería en Telecomunicaciones, 152
 Ingeniería Industrial, 2, 3, 4, 5, 6, 156, 158
 Ingeniería Mexicana, 130, 152
 Ingeniería, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 23, 24, 25, 39, 40, 41, 43, 44, 49, 51, 52, 60, 73, 77, 86, 93, 95, 97, 98, 100, 103, 106, 120, 134, 137, 138, 140,

141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 151, 154, 155, 156,
 Ingeniería, Educación de la, 142, 143, 144, 148
 Ingeniero de Minas y Metalurgista, 4, 25, 128
 Ingeniero Electricista, 4
 Ingeniero Geólogo, 4
 Ingeniero Mecánico Electricista, 4
 Ingeniero Mecánico, 2, 4
 Ingeniero Petrolero, 4
 Ingeniero Topógrafo, 4
 Institution of Civil Engineers, 7, 8
 Instituto de Ingeniería, 14
 Instituto Mexicano de Investigaciones Siderúrgicas, 23
 Instituto Politécnico Nacional, 103

L

Latinoamérica, 8, 74, 75
 Ley de Coordinación Fiscal, 85
 Ley de Inversiones Extranjeras, 29
 Ley Minera, 28, 29
 Liderazgo, 40, 131
 Lindsay, Ian D., 122

M

Madero, Francisco I., 32
 Medicina, 1, 31, 39, 43
 Medina Plascencia, Carlos, 84
 Mercado Laboral, 45, 47, 154

N

National Physical Laboratory of
Great Britain, 14
Norteamérica, 23, 75, 149

O

Organización para la Cooperación
y el Desarrollo Económico, 109

P

Palenque, 9
PEMEX, 35
Petróleo, 31, 32, 33, 35, 70, 82,
91, 92, 122, 123, 153, 152
Planes de Estudio, 135, 137, 141
Plusvalía, 151
Producto Interno Bruto, 30, 79,
102
Programas Académicos, 146

R

Reingeniería, 42
Rennie, John, 7
Rensselaer Polytechnic Institute,
8, 139, 143
Revolución Industrial, 2, 6, 41,
151
Riqueza, 43, 73, 153

S

Sedentarismo, 153
SICARTSA, 23
Sinergia, 156

Sistema Borroso, 39
Sistema Educativo de
Ingeniería, 148
Smeaton, John, 7
Society of Civil Engineers, 8
Solar, Energía, 1, 18, 62
Salzer Technical Review, 53, 54,
59

T

Tajín, El, 9
Taylor, Frederick W., 2, 3
Tecnología Ambiental, 61, 66
Tecnología, 1, 6, 11, 13, 23, 24,
25, 29, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 46,
47, 48, 49, 60, 61, 65, 66, 69, 73,
100, 101, 120, 141, 143, 144, 152
Telford, Thomas, 7
Tenochtitlan, 9, 10
Termoeléctricas, plantas, 13, 15,
16
Tigres Asiáticos, 151
Tikal, 9
Tratado de Libre Comercio de
América del Norte, 29, 74, 130

U

Unidades de Inversión, 84
United States Bureau of
Standards, 14
Universidad Anáhuac, 103
Universidad Iberoamericana, 103
Universidad Nacional Autónoma
de México, 4, , 103, 127, 131,
135, 155