

ANÁLISIS Y PERSPECTIVAS DE LOS INGENIEROS QUÍMICOS EN LA INGENIERÍA DE PROYECTOS (1991-1994)

Jesús Salas Peña, José Luis Arvizu Rivera,
Alejandro Anaya Durand*

“Ser competente para poder competir”

La competencia es un concepto cada vez más presente en el mundo de hoy. Al reflexionar sobre el mismo nos damos cuenta de que nuestra competitividad en los mercados nacionales e internacionales no es la adecuada y que necesitamos salir a ganar participación en los mercados

locales y de exportación con productos y servicios de calidad. Esto viene a implicar un reto de apertura mental, actitudinal y de sistemas de organización que nos permita sobrevivir en nuestros propios

mercados, a los cuales tendrán acceso los líderes internacionales. Urge un cambio cultural en toda empresa mexicana. Un cambio que hará de nuestro entorno un medio ambiente lleno de oportunidades y retos para quienes muestren capacidad y vocación de seguir aprendiendo como líderes en esta nueva etapa de la experiencia empresarial nacional.

ANTECEDENTES

Hace apenas 40 años no existían en México firmas de ingeniería multidisciplinarias pues la industria nacional era incipiente, salvo excepciones en el campo minero, petroquímico y en la producción de algunos productos como sosa, ácido sulfúrico, azufre y amoníaco.

Para un mercado industrial tan restringido, existían excelentes profesionales y algunas empresas dedicadas a la consultoría que operaban como especialistas en cada una de las áreas de ingeniería.

Posteriormente, con los planes de desarrollo industrial nacional, se ejerció la política de encargar los proyectos de diseño a empresas multidisciplinarias internacionales. La actividad de estas organizaciones en el país sentó las bases

de experiencia para la creación de firmas multidisciplinarias de ingeniería en México que, por una parte, contribuyeron significativamente a reducir la dependencia de los servicios de ingeniería extranjeros y, por otra, se desempeñaron como verdaderas escuelas de especialistas, propiciando el desarrollo de técnicas de cálculo y diseño propias.

En los años setenta creció el número de firmas de ingeniería locales que llevaron a cabo proyectos complejos que abarcaron la realización de diseño de equipo, ingeniería básica e ingeniería de detalle; tal fue el caso de algunos proyectos de refinación de petróleo.

Durante la pasada década, México enfrentó la más severa crisis económica de su historia reciente, lo cual significó para muchas firmas de ingeniería su desaparición o su cambio a giros de actividad más demandados, como es el caso de la industria de la construcción.

Esta circunstancia ha afectado al desarrollo tecnológico del país, al verse obligadas las firmas de ingeniería a abatir sus precios e implementar medidas drásticas de reducción de costos para mantenerse en el mercado, traduciéndose esto en altos índices de rotación de personal y de contratación de personal sin experiencia.

Hoy en día la globalización de los mercados, caracterizada por un ambiente de severa competitividad, plantea retos y oportunidades que solamente aquellas organizaciones que posean capacidad y preparación profesional podrán encarar exitosamente. En este sentido, las firmas de ingeniería nacionales deberán hacer un despliegue de creatividad y eficiencia, soportado por una estructura multidisciplinaria y flexible, que les permita utilizar sus recursos para darle a la planta productiva nacional y al mercado de exportación servicios de ingeniería de alta calidad.

Para ello se requiere la participación de profesionales de las diferentes ramas de la ingeniería

Análisis sobre el mercado laboral del egresado o sobre su tendencia.

* Instituto Mexicano del Petróleo.

Recibido:

17 de junio de 1991

Aceptado:

12 de octubre de 1991

ría que dominen las técnicas de diseño y simulación de procesos, sistemas de control, cálculo y diseño asistido por computadora, todo esto en el marco del concepto de administración en función de la calidad.

FORMACIÓN DE INGENIEROS QUÍMICOS

Actualmente existen en México 649 instituciones de educación superior distribuidas a lo largo del territorio nacional, de las cuales 100 son universidades, 146 institutos tecnológicos, 96 colegios y escuelas, y 307 conocidos como normales, entre particulares y de gobierno.

La población escolar total de estas instituciones fue, en 1990, de 1,078,191 dividida entre seis áreas de estudio en donde a ingeniería y tecnología le correspondió el 31.7%. De esta cifra, que son 341,535 alumnos, sólo 38,655 son de ingeniería química.

Si sólo se cita a las universidades y tecnológicos, suman 246 los planteles educativos y únicamente 55 de ellos imparten la carrera de ingeniería química, de los que en 1989 egresaron 1,908 ingenieros químicos.

Ahora bien, analizando la distribución de éstos, así como el total de egresados en 1990 (1,851) —que varía en muy poco porcentaje a la fecha actual, y que prácticamente se estima sea el mismo para 1994— resultan las siguientes observaciones:

a) Aproximadamente el 40% del total de 246 planteles se ubican en seis de los 30 estados de la República, presentando una problemática referente a que los que imparten esta carrera se concentran en la zona centro del país (D.F., Guanajuato, Puebla, Toluca, etcétera). Dificultando con esto a los egresados encontrar empleo en su localidad.

b) Para el periodo 1986-1994, el número de ingenieros químicos egresados muestra apenas una ligera tendencia a la baja; es decir, para 1994 se espera que el número de egresados de ingeniería química sea de alrededor de 1,900, cifra mucho muy inferior a la registrada en 1980, cuando egresaron alrededor de 2,460 alumnos.

Por otra parte, entre el 3-5% de los egresados de la carrera de ingeniería química por año desarrolla su actividad profesional en firmas de ingeniería. Con base en esto, el pronóstico de ingenieros químicos por año que se incorporarán a trabajar en el área de proyectos oscila entre 80 y 90, representando en promedio 190 mil horas-hombre (H-H) anuales para el periodo 1991-1994.

Esto puede atribuirse al uso generalizado de herramientas de cálculo y diseño por computadora que ha reducido el número de ingenieros químicos orientados a esta labor, además de que

cada vez se diseñan nuevos sistemas de diseño y simulación de procesos, con los que muy pocos ingenieros químicos especializados pueden realizar esta actividad en menor tiempo.

Si bien es cierto que las firmas de ingeniería requieren poseer la tecnología necesaria para poder realizar en forma multidisciplinaria proyectos de plantas industriales, éstas a su vez requieren que el ingeniero químico sea competitivo, es decir, que tenga la mejor y más avanzada formación posible orientada hacia procesos y proyectos que le permita:

- Tener una educación pragmática, enfocada a la solución de problemas prácticos.
- Alcanzar mejores conocimientos sobre instrumentación, diseño de equipos de proceso y servicios auxiliares, innovaciones tecnológicas, etcétera.
- Tener una vinculación más estrecha entre los programas académicos y la práctica.
- Contar con las bases para incorporar criterios ecológicos en el tratamiento de subproductos, agua y aire.
- Adquirir una visión de liderazgo y calidad para afrontar los retos del futuro y asimilar rápidamente los avances tecnológicos.
- Un manejo creciente de herramientas de cálculo y diseño asistido por computadora.

Por todo esto, es importante que en las universidades y tecnológicos se inicien cambios, acordes con las necesidades reales de la industria mexicana en general, tomando en consideración los avances tecnológicos de nuestra era.

PANORAMA ACTUAL DE LA INGENIERÍA DE PROYECTO

Existen registradas en México, 37 empresas que ofrecen servicios de proyectos multidisciplinarios de plantas industriales como giro principal; es decir, se dedican a las especialidades de estudios de factibilidad, ingeniería básica, anteproyecto, planeación, ingeniería de detalle y construcción, principalmente en las áreas de: química, petroquímica, petróleo, minería, etcétera.

Con objeto de evaluar la capacidad disponible para realizar proyectos de ingeniería en México, se realizó una encuesta durante el pasado mes de abril, la cual indica que la oferta de H-H es de aproximadamente de 14.7 millones, mayor en 1.3 millones de H-H a la oferta de 1988. A su vez, se determinó que sólo el 60% de las 28 firmas censadas en 1988 se mantuvieron activas, aunque éstas disminuyeron entre 10 y 15% su personal, y el 40% restante cerró operaciones o cambió de giro.

Al realizar un análisis de la población de

ingenieros químicos en firmas de ingeniería, la demanda de H-H de ingeniería química en abril de 1991 fue de 1.11 millones de H-H, 16% menor a la requerida en 1988.

Cabe resaltar que a pesar del incremento en el total de trabajadores de las firmas de ingeniería, que en 1991 se estima en alrededor de 7,300 personas, el número de ingenieros que laboran en ellas ha disminuido, al pasar de 3,400 en 1988 a 3,200 en 1991.

Esto se puede atribuir al incremento en el uso de sistemas de cálculo y diseño asistido por computadora con los cuales es posible utilizar una menor cantidad de H-H.

Por otra parte, también influye la contratación de proyectos "llave en mano" que incluyen el paquete de ingeniería y construcción, con lo cual la labor de las firmas de ingeniería se compromete con un tecnólogo reconocido que es el que proporciona la ingeniería básica y en México sólo se concluye la ingeniería de detalle. Esta escasez en la demanda ha repercutido directamente en las firmas de ingeniería, pues para mantenerse en el mercado se han visto obligadas a abatir sus precios y a establecer una serie de medidas para reducir costos, de tal forma que puedan sobrevivir.

Entre las medidas y estrategias que han tenido que seguir las firmas de ingeniería para estos fines resaltan las que a continuación se mencionan:

- Incremento limitado de salarios.
- Modificación de la estructura organizacional en sus cuadros básicos.
- Optimización del desarrollo de sus sistemas de cómputo para reducir el uso intensivo de mano de obra.
- Reducción del presupuesto para capacitación del personal.
- Activación de la forma de cobranza para abatir gastos financieros, con poco éxito en muchos casos.
- Diversificación de los servicios de ingeniería hacia cualquier sector industrial.

Estas medidas presentan los siguientes efectos, que repercuten directamente en la calidad de la ingeniería:

- Alta rotación de personal. Esto es, el personal más calificado busca mejores oportunidades, busca que las empresas sean más estables y, a su vez, obtener mejores remuneraciones.
- Alto índice de personal sin experiencia. Esto trae como consecuencia que el personal requiera una capacitación intensiva en metodologías de cálculo y diseño, utilizando sistemas asistidos por computadora.

— Pocas perspectivas para el futuro en las firmas cuyo campo de acción es limitado y no pueden crecer sistemáticamente.

Sin embargo, en algunos casos, las firmas de ingeniería han sido apoyadas económicamente y disponen de recursos para desarrollar en pequeña escala nuevos campos de actividad e incrementar la productividad, sin disminuir la calidad. Esto ha permitido que esas firmas de ingeniería puedan integrar sus servicios tradicionales de las etapas de investigación de patentes, diseño de la ingeniería conceptual, evaluación de la tecnología, estudios técnico-económicos, selección de la tecnología a innovar, desarrollo de la ingeniería básica, y además de contar con sistemas computarizados para simulación de procesos y para optimizar el diseño de los equipos.

Las perspectivas que se pueden esperar para las firmas de ingeniería dependen, en gran medida, del apoyo financiero que reciban. Y con respecto a los recursos humanos, si continúa la alta rotación de personal, la experiencia se va a ir diluyendo, afectando directamente el avance tecnológico de la misma.

De acuerdo con las entrevistas realizadas, los sectores que más demanda tienen de servicios de ingeniería en el último año, son: el químico, el petrolero, el eléctrico, el alimentario, el petroquímico, de construcción y siderúrgico. Y para poder seguir desarrollando su capacidad de innovación tecnológica, estos sectores requieren del apoyo que se describe a continuación:

- Mantener un nivel aceptable de actividad, apoyado en el financiamiento de nuevos proyectos.
- Contar con la confianza y la credibilidad del industrial en el talento y capacidad de su grupo de ingeniería, para crear e innovar tecnología.
- Reconocer que la experiencia, solidez y conocimiento tienen un valor importante al evaluar los servicios de ingeniería.
- Que se estimule la creatividad en la innovación de la tecnología, dando reconocimiento ya sea a los ingenieros, o bien, a la empresa.

De este análisis se puede concluir que es necesario conservar y fortalecer a las firmas de ingeniería, ya que son indispensables para el desarrollo de la industria mexicana, pues tienen la capacidad de captar y desarrollar ideas nuevas para el enriquecimiento de las instalaciones industriales. Por ello, es necesario reevaluar los servicios de ingeniería de proyectos para evitar la pérdida de capacidad de las empresas y caer en la importación de estos servicios, a costos muy superiores con respecto a los que se pagan en

México.

Las firmas de ingeniería seguirán haciendo sacrificios económicos para poder ofrecer servicios de innovación tecnológica, motivo por el cual los inversionistas deben apoyarlas en su desarrollo tecnológico, utilizando estos servicios.

PERSPECTIVAS DE LAS NECESIDADES DE INGENIEROS QUÍMICOS

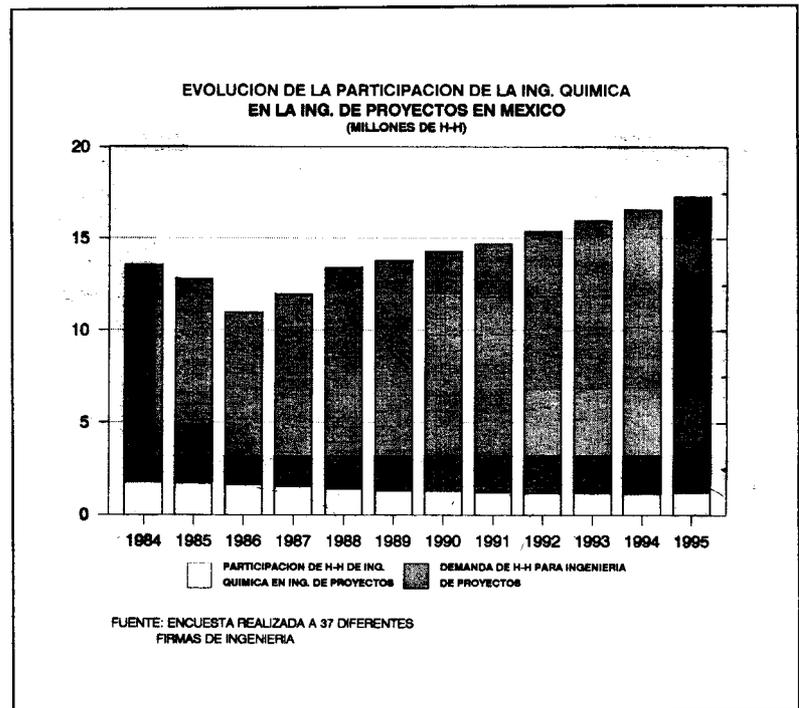
A pesar de la crisis económica por la que atraviesa el país, la industria nacional no se ha estancado completamente, por lo que sectores como el alimentario, el de resinas sintéticas, plásticos y fibras artificiales, productos lácteos, petrolero, químico y petroquímico, siderúrgico, el de la construcción, eléctrico y automotriz, han podido desarrollarse debido en gran medida, al apoyo financiero que han recibido, lo que a su vez ha permitido fomentar las actividades relacionadas con la ingeniería de proyectos en México.

Para tener una mayor demanda de servicios de ingeniería, se requiere principalmente del apoyo financiero a programas que reactiven el sector industrial. Estos programas dependen a su vez, de las políticas gubernamentales y las estrategias que lleven a cabo las empresas.

Las siguientes estrategias y planes de desarrollo pueden considerarse como factores importantes para lograr la reactivación industrial, así como el aumentar la demanda de los servicios de ingeniería:

- Inversiones en proyectos de mejoramiento del ambiente.
- Inversiones en la extracción de crudo-gas, refinación de petrolíferos y aprovechamiento del gas.
- Programa de desarrollo integral a la industria petroquímica.
- Programa de desarrollo integral a la industria química-farmacéutica.
- Impulso a la industria azucarera.
- Desarrollo de la industria alimentaria.
- Desarrollo de la industria textil.
- Incremento en las inversiones extranjeras para la construcción de nuevas plantas industriales.
- Participar en proyectos internacionales asociados con un tecnólogo de reconocido prestigio.
- Apoyo a programas de ahorro y uso eficiente de energía.

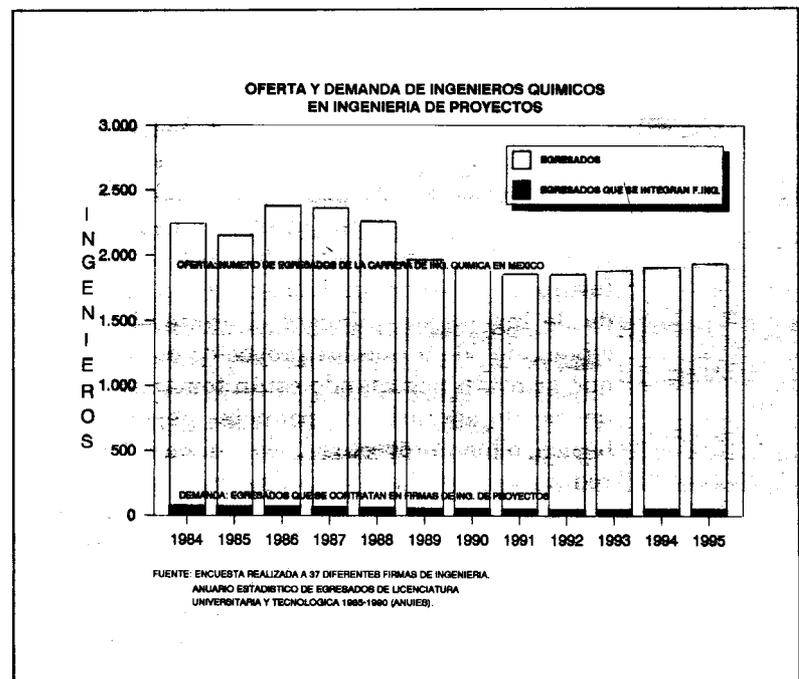
Estos factores determinan en un momento dado la demanda de ingeniería de proyecto así como la participación de los ingenieros químicos en esta área, según los proyectos que se aprueben. De acuerdo con esto, la demanda de ingenieros químicos en ingeniería de proyectos para el

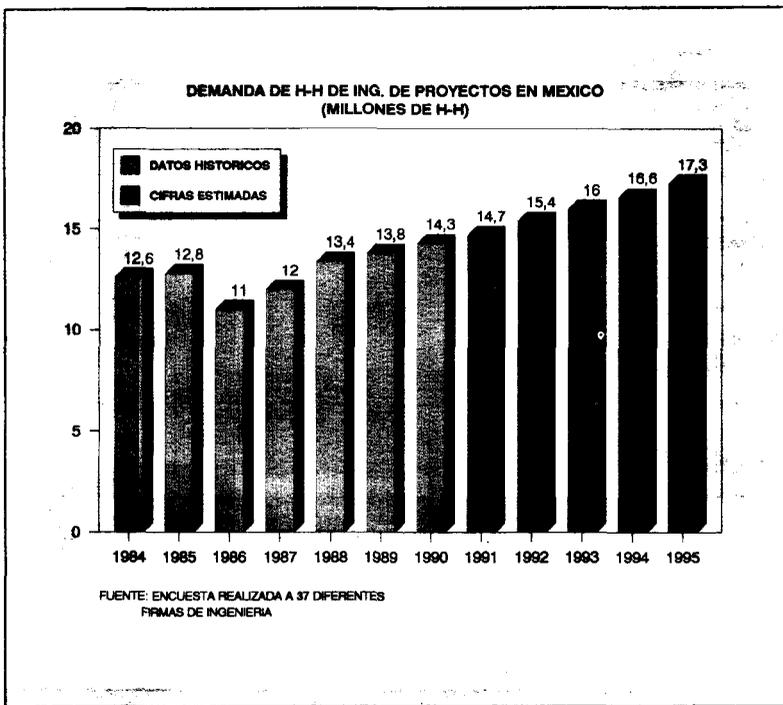


periodo 1991-1994 se puede estimar con base en las siguientes consideraciones:

a) Las horas-hombre necesarias para desarrollar los diferentes proyectos en los sectores que tienen mayor participación de ingenieros químicos, tomando como base el monto de las inversiones realizadas en los últimos años y la tendencia en la utilización de equipo de cómputo en las actividades propias de ingeniería de proyecto.

b) La población ya existente de ingenieros químicos en ingeniería de proyectos y la tendencia hacia el empleo de un menor número de





Necesidad de ingenieros químicos en ingeniería de proyectos (1991-1994)

AÑO	A	B	(A-B)	C	D(%)
1984	886	805	81	2,170	3.70
1985	849	771	78	2,081	3.70
1986	805	731	74	2,312	3.16
1987	767	697	70	2,302	3.02
1988	726	660	66	2,201	3.00
1989	680	618	62	1,908	3.24
1990	642	583	59	1,851	3.15
1991	609	553	56	1,805	3.06
1992	583	530	53	1,805	2.93
1993	591	538	53	1,832	2.89
1994	598	544	54	1,860	2.89

A. Demanda de ingenieros químicos en ingeniería de proyectos.

B. Población de ingenieros químicos en ingeniería de proyectos.

(A-B) Ingenieros químicos necesarios para cubrir la demanda insatisfecha en ingeniería de proyectos y que se incorporarán de diversas instituciones educativas.

C. Egresados de ingeniería química.

D. Estimado en % de egresados de ingeniería química que se dedicarán a la ingeniería de proyectos.

FUENTE: Asociación Nacional de Universidades e Institutos de Enseñanza Superior (ANUIES), e Investigación directa.

ingenieros químicos con mayor experiencia y habilidad en el manejo de herramientas de diseño asistido por computadora.

c) La necesidad de realizar nuevas contrataciones, para cubrir las horas-hombre estimadas para la realización de los proyectos en los que participan, en mayor escala, los ingenieros químicos.

d) La optimización de la planta industrial, específicamente de los sectores petrolero, petroquímico y eléctrico, que dentro del periodo pronosticado demandará servicios de ingeniería, como pueden ser evaluación y selección de nuevas tecnologías, remodelación de instalaciones, sustitución de equipos, auditorías energéticas, asesoría en compra y administración de tecnología.

Las consideraciones mencionadas en los incisos anteriores, así como las opiniones y comentarios que acompañaron la encuesta a firmas de ingeniería, se interpretó de la siguiente forma a futuro: no se espera un incremento en la demanda de ingenieros químicos, durante el periodo citado, debido a que los proyectos de inversión que se están negociando están tomando la tendencia de adquirir los paquetes de ingeniería básica, o bien proyectos "llave en mano", lo cual reduce la participación de ingenieros químicos, aunque para labores de ingeniería de detalle donde participan otros especialistas se mantenga estable.

De acuerdo con los resultados obtenidos, se espera tener una demanda promedio anual de 1.15 millones de horas-hombre de ingeniería

química; esto es, se estima tener una necesidad aproximada de 568 ingenieros de esta especialidad, al año, número que prácticamente se cubre manteniendo el nivel de ingenieros que laboran actualmente.

Por otra parte, como ya se mencionó, la población de ingenieros químicos dentro de la ingeniería de proyectos presenta una alta tasa de rotación, debido a la variación de las cargas de trabajo que obliga a las firmas a reducir su personal buscando actividades mejor remuneradas.

Por tal motivo, sólo una pequeña parte de los egresados de la carrera de ingeniería química (3.4%), podrá encontrar empleo en las firmas de ingeniería para cubrir las plazas de los ingenieros que cambien de actividad, o bien decidan retirarse. Con base en estas consideraciones, para el periodo de 1991-1994 se estima integrar en promedio aproximadamente, 60 ingenieros químicos por año.

Para realizar un balance entre la oferta y la demanda de ingenieros químicos para el periodo 1991-1994, hay que considerar dos factores:

a) El porcentaje de egresados de la carrera de ingeniería química que se incorporarán a trabajar en el área de proyectos y que de acuerdo a la experiencia se ha mantenido en alrededor del 4%.

b) Los ingenieros químicos necesarios para satisfacer la demanda proyectada en este periodo para ingeniería de proyectos, es de alrededor de 60 por año.

Como puede observarse, la proporción de egresados que se dedica a la ingeniería de proyecto es suficiente para satisfacer la demanda. Sin embargo, por los retos que se están presentando en el área de ingeniería de proyectos, la calidad de los egresados va a jugar un papel muy importante en la selección de los mismos, y sólo tendrán éxito aquellos que, además de reunir los conocimientos y capacidades necesarias, posean claridad de objetivos, planeación concreta y dirección acertada.

CONCLUSIONES

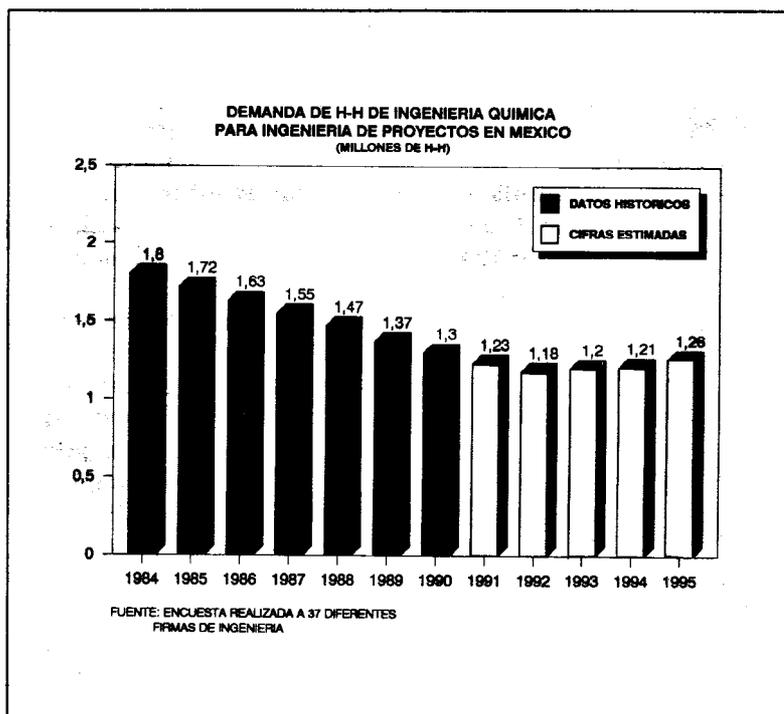
Existe una excesiva concentración de ingenieros químicos en la zona central, con respecto al resto del país, lo que ocasiona que la dificultad para conseguir empleo, se convierta en un factor importante para los recién egresados. El alto nivel de competencia por el empleo, así como las necesidades de las firmas de ingeniería, hace que se requieran ingenieros químicos más competitivos que cuenten con características y conocimientos acordes con el avance tecnológico de las firmas de ingeniería.

Para que el ingeniero químico sea competitivo en el área de proyectos, es necesario que tenga la mejor y más avanzada formación, orientada hacia procesos y proyectos industriales, es decir, debe tener una educación pragmática, enfocada a la solución de problemas prácticos; mejores conocimientos sobre instrumentación, diseños de proceso, etcétera, tener una vinculación más estrecha entre programas académicos y la práctica de ingeniería.

El pronóstico de egresados de la carrera de ingeniería química, se espera sea de alrededor de 1,860 para 1994, presentando una tasa de crecimiento del 1.5% para el periodo 1991-1994. Asimismo, el pronóstico de egresados que desarrollarán sus actividades en ingeniería de proyectos oscila entre 80 y 90 para el mismo periodo (aproximadamente el 4% del total).

Las firmas de ingeniería son muy sensibles a la situación económica, por lo que la demanda de servicios de ingeniería de proyectos depende, en gran medida, de las inversiones que se realicen. Esto ha ocasionado medidas estratégicas, que han repercutido directamente en la inestabilidad para mantenerse operando activamente, personal inexperto, estancamiento técnico, etcétera. Sin embargo, es necesario reevaluar la importancia de contar con tecnología propia, previniendo la necesidad de importar a costos excesivos los servicios de ingeniería.

Para activar la demanda de servicios de ingeniería, es necesario que se cuente con el apoyo financiero, confianza por parte del industrial,



reconocimiento a su experiencia, solidez y conocimientos en ingeniería de proyectos aplicados en los diversos sectores industriales. Asimismo, estrategias y planes de desarrollo tales como: el incremento en la inversión extranjera, apoyo a inversiones petroleras y a proyectos ecológicos, programa de desarrollo integral para la industria química-farmacéutica y petroquímica, impulso a la industria azucarera y desarrollo de la industria alimentaria, lo que permitirá, por un lado, la reactivación industrial nacional y, por el otro, incrementar la demanda de los servicios de ingeniería.

La participación de ingenieros químicos en ingeniería de proyectos va en función directa al tipo de sectores en los que se trabaje; es decir, sectores como el químico, petroquímico, petrolero, azucarero, alimentario, farmacéutico, textil, resinas sintéticas y fibras artificiales principalmente, que son los que demandan una mayor participación de ingenieros de esta especialidad.

Las perspectivas de las necesidades de ingenieros químicos en ingeniería de proyectos, para el periodo 1991-1994, contemplan tener una necesidad de 1.15 millones de horas-hombre en promedio, esto es, aproximadamente 570 ingenieros de esta especialidad.

Las firmas de ingeniería de proyectos sólo pueden dar empleo a no más del 4% de los ingenieros químicos que egresan de las universidades; esto representa que más del 95% de ellos deberá desarrollar su actividad profesional en otro sector industrial.

En una encuesta realizada a 37 diferentes

firmas de ingeniería, acerca del personal con el que cuenta, se detectó que la capacidad en horas hombre/año para realizar proyectos, ha aumentado entre 1984 y 1991 a una tasa promedio del 14.3%. Sin embargo, los ingenieros (todas las especialidades) que laboran en éstas, disminuyó de 3,588 en 1984 a 3,216 en 1991, mostrando una baja de 10.4%.

Esta disminución en el número de ingenieros repercutió directamente en el número de ingenieros químicos, ya que en 1984 representaban el 22.4% del total de ingenieros, y en 1991 sólo el 17.2% del total.

La participación total de ingenieros químicos con relación al personal empleado en ingeniería de proyectos fue en 1984 del 13%, para 1988 sólo el 10%, y en mayo de 1991, sólo del 7.6% del personal.

De acuerdo a los resultados obtenidos, la demanda de ingenieros químicos en ingeniería de proyectos puede ser cubierta con el 4% del total de egresados en ingeniería química. Sin embargo, por los retos que se están presentando en el área de ingeniería de proyectos, la calidad de los egresados va a jugar un papel muy importante en su incorporación a las firmas.

Asimismo, es de vital importancia estimular el desarrollo profesional de los ingenieros químicos en ingeniería de proyectos para disminuir el alto índice de rotación de personal. Esto se puede

lograr haciendo más atractiva esta actividad, desde el punto de vista de estabilidad laboral, nivel de salarios, prestaciones, capacitación, etcétera; es decir, se debe lograr que la ingeniería química en ingeniería de proyectos tenga un nivel competitivo con respecto a otras actividades en las que puede participar el ingeniero químico.

De no ser así, se tendrá la necesidad de cubrir la demanda insatisfecha de ingenieros químicos con la importación de servicios de ingeniería, cuya consecuencia inmediata se reflejará principalmente en la dependencia tecnológica de países desarrollados.

BIBLIOGRAFÍA

Asociación Nacional de Universidades e Institutos de Enseñanza Superior (ANUIES).

Directorio de Funcionarios de las Instituciones de Educación Superior Mexicanas, 1989.

Anuario estadístico de egresados de licenciatura universitaria y tecnológica, 1985-1990.

Encuesta realizada a 37 diferentes firmas de ingeniería, cuya actividad principal es desarrollar proyectos de plantas industriales en los cuales participen activamente ingenieros químicos.

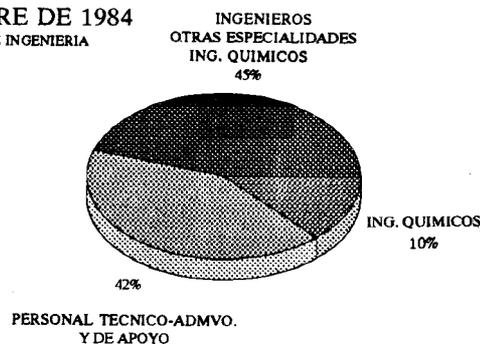
México Data Bank 1990. Año VII, Hugo Ortiz Dietz, Editorial "El Inversionista Mexicano".

Examen de la Situación Económica de México, enero-diciembre 1990. Boletín editado por BANAMEX.

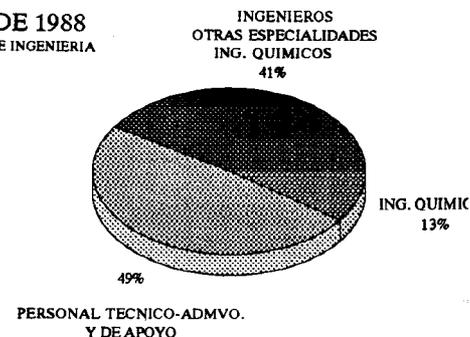
Ponencia IMIQ 1987. Perfil del ingeniero químico en el siglo XXI.

PARTICIPACION DE LOS INGENIEROS QUIMICOS EN LA PLANTILLA DE FIRMAS DE INGENIERIA EN MEXICO 1984-1988-1991

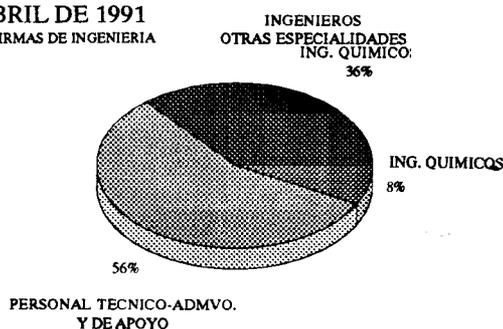
OCTUBRE DE 1984
27 FIRMAS DE INGENIERIA



ABRIL DE 1988
28 FIRMAS DE INGENIERIA



ABRIL DE 1991
37 FIRMAS DE INGENIERIA



EVOLUCION DE LAS H-H DE INGENIEROS EMPLEADOS EN FIRMAS DE INGENIERIA EN MEXICO

ENCUESTA	PERSONAL TOTAL	INGENIEROS	ING. QUIMICOS	PARTICIPACION DE LOS ING. QUIMICOS EN EL PROF.
OCTUBRE-1984 27 DE 36 F.ING.	6221 (126)*	3588 (7.2)*	805 (1.63)*	13%
ABRIL-1988 28 DE 36 F.ING.	6611 (13.4)*	3392 (6.3)*	660 (1.33)*	10%
ABRIL-1991 37 DE 56 F.ING.	7272 (14.7)*	3216 (6.5)*	553 (1.1)*	7.6%

NOTA: * MILLONES DE HORAS-HOMBRE/AÑO SE CONSIDERARON 2024 H-H LABORABLES/AÑO

DISPONIBILIDAD DE RECURSOS HUMANOS EN INGENIERIA DE PROYECTOS

FIRMA DE INGENIERIA	OCTUBRE DE 1984			ABRIL DE 1988			ABRIL DE 1991		
	RECURSOS (TOTAL)	INGENIEROS	INGENIEROS QUIMICOS	RECURSOS (TOTAL)	INGENIEROS	INGENIEROS QUIMICOS	RECURSOS (TOTAL)	INGENIEROS	INGENIEROS QUIMICOS
BUFETE INDUSTRIAL DISEÑOS Y PROYECTOS, S.A.	657	497	114	1500	800	176	2000	872	98
INSTITUTO MEXICANO DEL PETROLEO	1573	912	210	1700	986	215	1418	715	320
SACMAG DE MEXICO	104	60	14	95	40	8	445	224	10
TECHINT, S.A.	151	88	4	164	40	8	439	32	8
LATINOAMERICANA DE INGENIERIA, S.A.	104	60	14	270	157	26	260	50	10
DISEÑO DE SISTEMAS ESTRUCTURALES, S.A.	65	38	9	70	50	2	180	144	2
CONSULTORES Y TECNICOS EN INGENIERIA, S.A.	—	—	—	—	—	—	165	101	4
AVANTE, S.A. INGENIEROS	56	30	25	30	18	3	160	25	2
ATISA-ATKINS, S.A.	370	215	49	127	110	15	150	91	5
GRUPO INGENIERIA INDUSTRIAL, S.A.	—	—	—	—	—	—	150	120	3
IMPULSORA INDUSTRIAL DE INGENIERIA	176	172	23	140	55	5	124	53	10
I.C.A. INDUSTRIAL ING., S.A. DE C.V.	249	144	33	280	150	25	120	40	6
C.I.E.P.S. CONSULTORES, S.A. DE C.V.	—	—	—	—	—	—	60	30	2
PROYECTOS E INGENIERIA PICOR, S.A. DE C.V.	159	92	21	120	69	9	70	50	7
ATLAS FOSTER WHEELER, S.A.	312	181	42	150	40	4	62	18	7
TOPOMAR, S.A.	—	—	—	148	40	5	89	30	4
CIA. CONST. LA CONSTANCIA, S.A. DE C.V.	—	—	—	—	—	—	35	9	2
ULTRA INGENIERIA, S.A. DE C.V.	93	54	0	100	140	5	40	10	2
CALMECAC CONSULTORES, S.A. DE C.V.	—	—	—	—	—	—	30	15	2
CONSUL. EST. PROJ. Y CONST., S.A. DE C.V.	—	—	—	—	—	—	30	10	2
SERVICIOS INTEGRADOS DE ING., S.A. DE C.V.	—	—	—	—	—	—	30	7	1
ING. TECNICA DE EST. Y PROJ., S.A. DE C.V.	—	—	—	—	—	—	30	10	2
ALZ ASOCIADOS, S.A.	—	—	—	18	10	1	27	14	4
PROY. INT. DE ING. Y SUPERVISION, S.C.	—	—	—	—	—	—	22	8	1
DISEÑO, ING. Y PLANEACION, S.A. DE C.V.	—	—	—	—	—	—	22	14	1
IFSA, INGENIERIA, S.A. DE C.V.	—	—	—	—	—	—	22	10	2
BUF. DE EST. Y PROJ., DE ING., S.A. DE C.V.	—	—	—	—	—	—	18	10	1
PROY. INTEGRALES DE INGENIERIA	—	—	—	26	6	2	16	2	1
EDAC INGENIEROS	—	—	—	—	—	—	15	5	1
DESARROLLO DE ING. INTEGRAL, S.A. DE C.V.	—	—	—	—	—	—	14	7	2
SCHAFFER Y ASOCIADOS DE MEXICO, S.A. DE C.V.	—	—	—	—	—	—	13	9	1

Continúa...

DISPONIBILIDAD DE RECURSOS HUMANOS EN INGENIERIA DE PROYECTOS

FIRMA DE INGENIERIA	OCTUBRE DE 1984			ABRIL DE 1988			ABRIL DE 1991		
	RECURSOS (TOTAL)	INGENIEROS	INGENIEROS QUIMICOS	RECURSOS (TOTAL)	INGENIEROS	INGENIEROS QUIMICOS	RECURSOS (TOTAL)	INGENIEROS	INGENIEROS QUIMICOS
INGENIERIA Y PROCESOS, S.A.	—	—	—	76	19	3	12	8	2
PROYECTOS BASICOS DE ING., S.A. DE C.V.	—	—	—	—	—	—	12	6	1
ECO-INGENIERIA, S.A.	—	—	—	—	—	—	11	7	1
PERRY INGENIEROS	50	12	4	40	10	2	10	5	1
COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD	—	—	—	—	—	—	970	450	25
C.F.E. ING. DE CAMPO DE LAGUNA VERDE	413	240	55	413	240	55	—	—	—
PLANEACION Y PROYECTOS, S.A.	413	240	55	340	140	29	—	—	—
INFRAESTRUCTURA DE REC. Y SERV. (IPECSA)	168	97	22	350	200	35	—	—	—
COMEC-DIRLAN, S.A.	56	56	3	10	3	1	—	—	—
SERVICIOS PROFESIONALES DE INGENIERIA, S.A.	84	48	11	110	41	7	—	—	—
DISEÑO DE SISTEMAS ESTRUCTURALES	—	—	—	—	—	—	—	—	—
PROYECTOS MARINOS, S.C.	—	—	—	184	30	5	—	—	—
GRUPO INGENIERIA INTEGRAL, S.A.	—	—	—	92	47	6	—	—	—
ING. DE PROY. EN PLANTAS DE PROCESO, S.A.	—	—	—	35	20	4	—	—	—
PROYECTOS MEXICANOS DE INGENIERIA BASICA, S.A.	—	—	—	30	20	3	—	—	—
INGENIERIA INDUSTRIAL, S.A.	—	—	—	25	13	1	—	—	—
PROCESOS DE MEXICO INGENIERIA, S.A.	281	163	37	—	—	—	—	—	—
INGENIERIA PANAMERICANA, S.A.	89	52	12	—	—	—	—	—	—
TECNICA APLICADA INTERNACIONAL	40	46	12	—	—	—	—	—	—
SANTALO ESTUDIOS Y PROYECTOS	77	44	10	—	—	—	—	—	—
LIBRA INGENIERIA	69	40	10	—	—	—	—	—	—
ELECTROCONSTRUCTORA	55	32	9	—	—	—	—	—	—
INTERAMERICANA DE ESTUDIOS Y TECNOLOGIA	41	24	7	—	—	—	—	—	—
PROYECTA DE INGENIERIA Y CONSTRUCCION, S.A.	36	21	5	—	—	—	—	—	—
DESARROLLO DE PROYECTOS DE INGENIERIA, S.C.	—	—	—	—	—	—	12	5	1
TOTAL	6221	3558	805	6611	3392	660	7272	3216	553

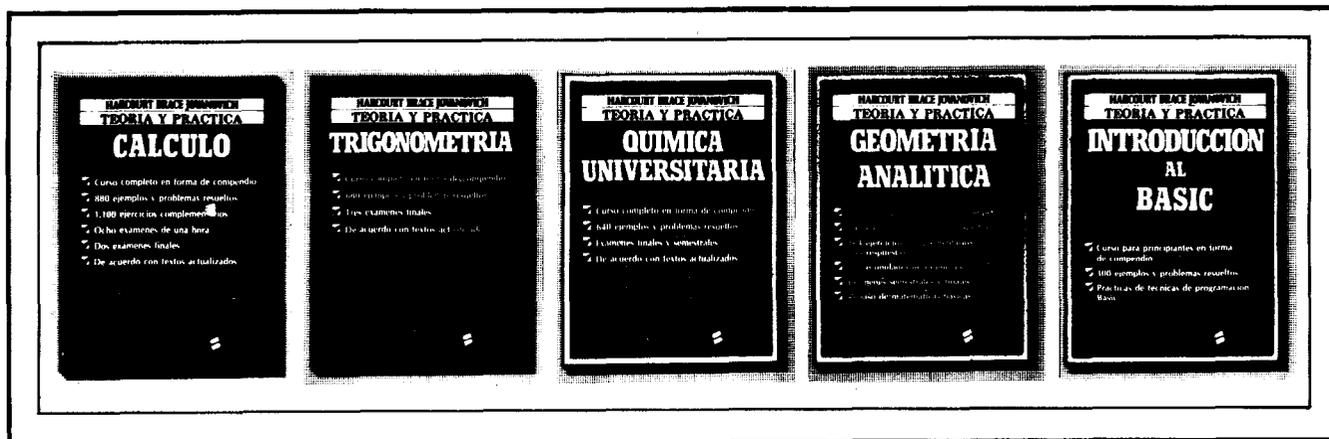


EN ACTIVIDAD



CERRARON OPERACIONES O CAMBIARON DE GIRO

SERIE
TEORIA Y PRACTICA
HARCOURT BRACE JOVANOVICH



Esta serie contiene puntos clave para el aprendizaje actualizado, conciso y completo para los primeros semestres de carreras de las áreas:

Económico Administrativa, Físico Matemática, Química y Computación.

En cada título se incluyen:

- Cursos para principiantes en forma de compendio**
- Ejemplos y problemas resueltos**
- Ejercicios complementarios**
- Exámenes semestrales y finales**
- Textos actualizados**
- Repaso de conocimientos básicos**



SITESA
SISTEMAS TECNICOS
DE EDICION, S.A. de C.V.

San Marcos 102, Col. Tlalpan
Delegación Tlalpan
Código postal 14000. México, D.F.
Apartado Postal 22-311. México 14060 D.F.