

ARTÍCULO

UNA PROPUESTA PARA MEDIR EL TIEMPO DE RESPUESTA DE LAS CARRERAS DE INGENIERÍA DE LA UNAM A LAS NECESIDADES DE LA INDUSTRIA MEXICANA EN EL SIGLO XX

Luís Roberto Vega González

Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico,

CCADET-UNAM, Coordinación de Vinculación y Gestión Tecnológica

Una propuesta para medir el tiempo de respuesta de las carreras de ingeniería de la UNAM a las necesidades de la industria mexicana en el Siglo XX

Resumen

En este trabajo se presenta una propuesta para medir el tiempo de respuesta (R) de la Universidad Nacional Autónoma de México, (UNAM) a la demanda de profesionales en ingeniería por parte de la industria nacional. Para realizar el cálculo aproximado de R se contrasta la forma en la que se dio la difusión de las instalaciones industriales de los sectores de la economía más significativos contra los tiempos de creación de las diferentes carreras universitarias. La conclusión es que los esfuerzos de la universidad para responder a las demandas de ingenieros por parte de la sociedad, desde la época del Real Seminario de Minería y posteriormente, a través de su Facultad de Ingeniería, han sido adecuados y flexibles. En términos de macro escala, el promedio del R universitario a lo largo del siglo XX fue un poco menor a dieciocho años una vez presentada la demanda social. Sin embargo, los tiempos de respuesta de la última carrera creada en la Facultad de Ingeniería fueron menores a diez años, lo que demuestra una gran flexibilidad y adaptabilidad del sistema a las demandas industriales.

Descriptor: tiempo de respuesta, formación en ingeniería, plataforma tecnológica, sistemas sociales.

Abstract

A proposal to measure the Universidad Nacional Autónoma de México, (UNAM) response time (R) to the engineering professional requests of the national industry. The methodology proposed for the calculation of R is to contrast the approximated timing of the industrial installations diffusion against the university engineering careers creation time. The conclusion is that the university efforts to respond to the engineers society demand since the Real Seminario de Minería times and nowadays through the Facultad de Ingeniería, had been flexible and adequate. In macro scale terms, the XX century average university response time R was less than eighteen years once the social demand has been presented. Nevertheless, response times of the last engineering careers created at the Facultad de Ingeniería have been less than ten years demonstrating great system flexibility and adaptability to the industrial demands.

Key Words: response time, engineering formation, technological platform, social systems.

1. La ingeniería y la Plataforma Tecnológica

La ingeniería existe prácticamente desde los orígenes de la humanidad y está directamente relacionada con la tecnología. La ingeniería es el desarrollo y aplicación del conocimiento científico y tecnológico para satisfacer las necesidades de la sociedad, dentro de los condicionantes físicos, económicos, humanos y culturales. (De Neufville et. al., 2007). De hecho, en todo el mundo, las diferentes áreas de la ingeniería surgieron y se desarrollaron a partir del dominio de las habilidades y procedimientos técnicos y de la aplicación de las ciencias físico-matemáticas para la solución de problemas prácticos de la vida diaria. Desde una perspectiva económica, la tecnología es "la suma de prácticas y conocimientos necesarios para producir bienes y servicios". (Sabino, 1991).

En nuestro país, la ingeniería ha existido en forma empírica desde los tiempos prehispánicos. Los conquistadores trajeron las técnicas y los conocimientos científicos disponibles en esa época, los que sirvieron como el fundamento para su formación profesional; entonces, los ingenieros se convirtieron en profesionales de la tecnología.

La Plataforma Tecnológica (PT) es un concepto muy relacionado con la ingeniería y es ampliamente utilizado en micro y macroeconomía. Se usa entre otras cosas, para definir las diferentes tecnologías con las que cuenta un país o una empresa en un determinado sector industrial.

2. Evolución de la ingeniería y de la plataforma tecnológica industrial en México

Obras hidráulicas y caminos prehispánicos

La primera plataforma tecnológica de las épocas prehispánica y colonial la constituyeron los diversos tipos de obras hidráulicas que construyeron nuestros antepasados indígenas. Entre las más importantes tenemos los chultunes o cisternas mayas subterráneas, los jagüeyes o depósitos artificiales de agua de lluvia, los acueductos artificiales para llevar agua a las poblaciones a partir de manantiales; como los acueductos de agua potable en la ciudad de Tenochtitlán, que se abastecían del manantial de Chapultepec.

También se construyeron caminos como las rutas de los sacerdotes mayas o las calzadas que enlazaban a Tenochtitlan y presas de almacenamiento como la de Santa Clara Coatitlan, Estado de México que data del 900 AC y la de Teopantecuanitlan al norte de Guerrero, cuya cortina es de piedras y tierra y que almacenaba agua de manantial y de los escurrimientos de los cerros circundantes. Además se perforaron pozos verticales para surtir de agua a las poblaciones al alcanzar los ríos subterráneos o los cenotes. (Rojas, 2008)

En la cuenca de México se desarrollaron diques de protección y obras de riego de gran escala. A la llegada de los españoles en 1519, las obras hidráulicas componían una intrincada red de diques y calzadas-dique, que también funcionaban como caminos, canales de navegación, de riego y de drenaje; presas, puentes, embarcaderos y compuertas. Esta compleja red de obras permitió la vida urbana en los islotes lacustres y el crecimiento de las ciudades y de los pueblos ribereños gracias a la construcción artificial de suelo, tanto agrícola como urbano.

La primera escuela de constructores de la época prehispánica fue llamada Texcalco ó casa de obras públicas.

En Texcalco, el joven aprendiz era aceptado como oficial a cargo de un maestro y después de tres años de oficialía comprobada, solicitaba al cabildo el examen teórico-práctico para ser maestro.

La introducción de caballos durante la colonia requirió de caminos. Con la introducción de carros y otros vehículos con ruedas hubo que ampliarlos, realizar nuevos trazos, disminuir sus pendientes y adecuar los puentes.

Las Minas y la ingeniería civil

Una vez que terminó la etapa bélica de la conquista, los españoles empezaron a hacer exploraciones para localizar yacimientos de oro, pero al no tener conocimiento de minería ni de metalurgia usaron las técnicas indígenas de minado. Por esta razón, en sus principios, la producción fue escasa ya que los conocimientos especializados empezaron a surgir hasta el siglo XVI. En 1525 hubo explotación de minas en Tehuantepec, en Zumpango, en Sultepec en el Estado de México y en Tlapujahua, Michoacán. En 1534 se descubrieron las minas de Taxco. El producto principal de éstas era la plata.

El auge minero se dio a mediados del siglo XVI con el descubrimiento de minas en Zacatecas y Guanajuato. Por lo tanto, durante la época colonial el sector industrial que tuvo mayor desarrollo fue el de la minería. No es extraño entonces que desde la fundación de la universidad, las primeras carreras de ingeniería

hayan estado ligadas con las ciencias de la tierra.

En 1780 se empezó a gestar en México la primera escuela de ingeniería, en el Colegio de San Miguel el Grande en la que se enseñaban la física, la lógica, las matemáticas y la filosofía. El 1° de enero de 1792 se inauguró oficialmente la ingeniería minera en el Real Seminario de Minería o Colegio Metálico en el Hospicio de San Nicolás.

Durante el siglo XIX la economía nacional se basaba en la minería y en las actividades comerciales.

En el gobierno de Benito Juárez se introdujo la carrera de ingeniero civil en 1867 y el Colegio de Minería se transformó en la Escuela Especial de Ingenieros.



Figura 1. Escuela Nacional de Ingenieros (actualmente Palacio de Minería)

En 1883 el presidente Manuel González transformó la Escuela Especial de Ingenieros en Escuela Nacional de Ingenieros. El nombre de la carrera de ingeniería civil se transformó a la de ingeniero de Caminos, Puertos y Canales. (Jaimes & Tinoco, 2005). En 1904 de 203 alumnos inscritos en la Escuela Nacional de Ingenieros, 136 lo estaban en ingeniería civil.

En septiembre de 1910, con el impulso de Justo Sierra, se creó la Universidad Nacional de la que formaba parte la Escuela Nacional de Ingenieros. En 1915 se creó la carrera de ingeniero Constructor e Hidráulico.

En 1945 ya había más de mil alumnos en la carrera de ingeniero constructor e hidráulico. (Colegio de Ingenieros, 2007).

Industria Textil

La más importante de las actividades industriales que se desarrolló en la Nueva España fue la obrajera o textil. Durante la colonia (1550) se fabricaban telas de lana y de algodón en talleres llamados obrajes que contaban con muchas máquinas de tejido ó telares. En ellos se fabricaban vestidos y cobijas de lana y algodón de bajo costo para los mestizos e indios. El desarrollo de esta industria fue posible por lo barato de la materia prima y de la mano de obra indígena. A comienzos de 1910 en México había 150 fábricas

textiles. (Rodríguez, 2001).

Ingenios

La caña de azúcar fue traída a la Nueva España por Hernán Cortes y se cultivó principalmente en la zona de Cuernavaca y Cuautla; los plantíos de caña se aclimataron perfectamente en los valles semitropicales. En los ingenios se procesa la caña de azúcar y se obtienen el azúcar y el alcohol.

En un principio, los virreyes alentaron la producción de azúcar y otorgaron tierras para el cultivo de éste. Para 1580, el número de cañaverales era muy extenso y la comercialización alcanzó muy altos niveles. El azúcar de caña tuvo gran aceptación pues los españoles necesitaban de ella para su dieta. Más tarde los criollos y los mestizos también la adoptaron. Hacia 1600 funcionaban, en la zona de Cuernavaca y Cuautla, de 12 a 15 ingenios. En 1599 el conde de Monterrey expidió la orden de no ocupar a los indios en los ingenios. Así pues, la agroindustria azucarera se frenó por más de 50 años, se recuperó y volvió a crecer hasta 1825 después de superar los primeros años de independencia.

El principal centro de consumo era la ciudad de México y sus alrededores, posteriormente se incrementó con la conexión ferroviaria con los puertos del Golfo de México.

Destilerías, vinos y licores

En los siglos XVII y XVIII los españoles encabezaron la destilación de mezcal en las haciendas y en los ranchos. En 1695 se introdujo el agave en Tequila, Jalisco. En 1758, la familia Cuervo y Montañón fundó su primera destilería y a partir de 1795 la actual Casa Cuervo. (Cuervo, 1995).

Durante el gobierno de Antonio López de Santa Anna se fomentó la industria de vinos y licores con la creación de la Escuela de Agricultura (1832).

A finales del siglo XIX se instalaron las primeras destilerías de tequila en los Altos y en el sur de Jalisco; Tequila Sauza se instaló en 1873 y Tequila Herradura en 1870. (Boullander, 1929). En 1944, un grupo de industriales tequileros hizo la primera gestión para obtener la denominación de origen que fue aceptada y publicada en 1974.

Cerveza

En 1845, el suizo Bernhard Bolgard, estableció en la Ciudad de México la primera cervecería de fermentación "La Pila Seca". La cebada que se producía en esta fábrica era oscura, elaborada a partir de malta de cebada mexicana secada al sol a la que se le añadía piloncillo.

En el año de 1891 se fundó la Cervecería Cuauhtémoc, en Monterrey, Nuevo León. En Orizaba, Veracruz, se elaboraba cerveza con agua de los manantiales del Pico de Orizaba. En 1894 se fundaron las cervecerías la Santa Elena, La Mexicana, La Azteca y La Inglesa; en 1896 la Cervecería de Sonora; y en 1900 la Cervecería del Pacífico. Con el apoyo que dio Porfirio Díaz a inversionistas extranjeros, empresarios franceses y alemanes, se introdujo en el país, tecnología europea de punta para la producción cervecera.

Aserraderos

En la Sierra Tarahumara, que es parte de la Sierra Madre Occidental, se encuentra el mayor bosque de coníferas de todo el país. En Chihuahua hay 6'906,000 hectáreas de terreno apto para la producción maderera, seguido de Durango, que, aún con menor cantidad de bosque, es hoy en día el primer productor de madera a nivel nacional. En 1900, William C. Green obtuvo la concesión maderera y creó la empresa

Sierra Madre Land & Lumber Company. Durante el Porfiriato se creó en el municipio de Madera uno de los latifundios madereros más grandes de México que sobrevivió hasta 1952. (Chihuahua, 2007).

Comunicaciones

La primera concesión de telégrafos la otorgó el Gobierno Mexicano a Juan de la Granja en 1849 para comunicar el Distrito Federal y Naucalpan. (Ruelas, 2005). En 1865, durante el imperio de Maximiliano de Habsburgo, se elaboró el primer plan general de líneas telegráficas mexicanas para interconectar América y Europa. Tras la caída de Maximiliano, el Presidente Benito Juárez instauró el Sistema de Telégrafos Públicos Nacionales.

El primer enlace telefónico se efectuó el 13 de marzo de 1878 entre las oficinas de correos de la ciudad de México y la población de Tlalpan. En 1878, la empresa "La Mexicana" obtuvo la primera concesión para proporcionar servicio público telefónico. En 1905, Mexeric, filial de la empresa Sueca Ericsson adquirió la concesión. (Teléfonos de México, 1991). La radiotelegrafía se introdujo en 1910 con la instalación de 15 estaciones transmisoras marca Telefunken. En 1921, en Monterrey, Constantino de Tárnava transmitió el primer programa de radio y José de la Herrán y Fernando Ramírez montaron una estación experimental.

Electricidad

En 1879 empezó a funcionar la primera planta eléctrica en la República Mexicana en una fábrica textil en León, Guanajuato. En 1895, el francés Arnold Vaquié adquirió la concesión para utilizar los recursos hidráulicos del río Necaxa, en el estado de Puebla.

El servicio público de electricidad en la ciudad de México, se instauró en 1881 cuando la Compañía Knight instaló 40 lámparas eléctricas incandescentes, lo que sustituyó el alumbrado público a base de aceite de nabo. Entre 1887 y 1911 se formaron en México 199 compañías de luz. (Delgado, 1991).

En 1912 se creó la carrera de Ingeniero Mecánico Electricista. En 1945, ya era la segunda carrera más solicitada en la Escuela Nacional de Ingenieros con 200 estudiantes que conformaban el 20% de la matrícula.

Para ordenar la industria eléctrica en nuestro país surgió la Comisión Nacional de Fuerza Motriz y en 1933 se decretó la integración a todas las compañías en la Comisión Federal de Electricidad (CFE). (La electricidad en México, 2007). El presidente, Adolfo López Mateos, nacionalizó la industria eléctrica el 27 de septiembre de 1960.

Papel

Se sabe que los mayas empezaron a producir papel, al que llamaban huun, y que los aztecas y otros pueblos de la parte meridional de México utilizaron papel amate o amatl.

En mayo de 1928, nació una pequeña fábrica dedicada a la manufactura de bolsas de papel llamada Copamex. En 1952 se fundó Sacos de Papel de Monterrey, empresa dedicada a la fabricación de sacos para empaque de productos como cemento, yeso, químicos y otros productos a granel. Posteriormente y gracias a su gran aceptación en el mercado extendieron sus operaciones para fabricar papel kraft, estraza, y cartón. Consorcio Papelero Mexicano (Copamex) creció mucho durante los años 60 y 70 del siglo pasado y marcó la pauta a seguir de la industria papelera. (Copamex, 2007).

Siderurgia y Cobre

Debido a la creciente demanda de acero para la construcción y a la incipiente industria de finales del

Porfiriato, en 1903 se estableció Fundidora Monterrey, que fue la primera planta siderúrgica en América Latina. (Soto & Solé, 2001).

En 1941 entró en operación Altos Hornos de México, (AHMSA), en 1942 Hojalata y Lámina SA de CV, (HYLSA) y en 1952 Tubos de Acero de México SA de CV, (TAMSA). Hacia el año de 1959 existían unas cincuenta empresas de este ramo industrial, que en su conjunto producían 3.5 millones de toneladas de acero (mdt). Debido a la expectativa de mayores demandas de acero, en 1972 el Estado realizó una fuerte inversión para la apertura de SITCARSA. En 1979, se creó la empresa Siderúrgica Mexicana (SIDERMEX) que integró a las empresas siderúrgicas del estado, AHMSA, Fundidora de Monterrey y SICARTSA. Para 1980, se producían en México 8000 mdt de acero.

El Petróleo

Uno de los sectores más dinámicos en términos del crecimiento de su plataforma tecnológica ha sido el petrolero. Los primeros registros de instalaciones industriales de la industria petrolera datan de 1903. La Mexican Petroleum Co. construyó en Ébano, San Luís Potosí, una refinería dedicada a la producción de asfalto con capacidad de 2,000 barriles por día (bd). Esta refinería cerró en 1913.

El 28 de marzo de 1908 inició sus operaciones de refinación la Cía. Mexicana de Petróleo "El Águila" en Minatitlán Veracruz, con una planta de refinación de 2,000 bd. (Camacho Morales, 1983). El 15 de julio de 1914, se inauguró una refinería en el margen izquierdo del Río Pánuco, en los límites de Veracruz y Tamaulipas, propiedad de la Compañía "El Águila", con el nombre "Doña Cecilia", llamada posteriormente, "Ciudad Madero", con una producción de 20,000 bd.

El 23 de septiembre de 1916, Venustiano Carranza, fundó la Escuela Nacional de Industrias Químicas en el pueblo de Tacuba. (Schultz, 2007)

En la universidad, la carrera de ingeniería petrolera se creó en 1929 y la de Ingeniero Geólogo en 1936.

El 18 de marzo de 1938, el Presidente Lázaro Cárdenas declaró la expropiación petrolera. (Barragán, 2008), el 7 de Junio de ese mismo año se fundó a Petróleos Mexicanos. (Galeano, 2008).

A partir de 1965, la Escuela Nacional de Industrias Químicas se cambió a la Facultad de Química en la UNAM. (Schultz, op. cit.).

Siendo México un país minero en la época colonial y desde el siglo XX petrolero, se necesitaban tecnólogos capaces de conocer y dimensionar las formaciones geológicas y las características geofísicas del territorio nacional para poder explorarlo y explotarlo eficaz y eficientemente.

En 1970 se creó la Carrera de Ingeniero Geofísico. (Facultad de Ingeniería, 2008)

Manufactura

La industria de la transformación registró un avance notable entre 1890 y 1910, pues se amplió la inversión extranjera en ese sector, además se inició la participación del capital mexicano, con el establecimiento de fábricas mecanizadas con tecnología moderna para su época, éstas se dedicaron a producir diversas cosas tales como: textiles, papelería, calzado, azúcar y piloncillo, pastas y conservas alimenticias, destilerías, imprentas, aceites, jabones, vidrio y cemento.

En el Modelo económico de Industrialización Sustitutiva (1940-1955) se promovió la expansión y el desarrollo industrial en México. El crecimiento real y sostenido de las plantas de manufactura que

transforman en productos finales las materias primas disponibles a partir de los procesos industriales se dio consistentemente a principios de 1950 y no tiene más de unas cinco décadas en nuestro país.

La carrera de ingeniería Mecánica y Eléctrica con sus especializaciones en ingeniería eléctrica, mecánica e industrial se creó en 1912 para acompañar y respaldar el proceso de industrialización de México.

Electrónica

Las primeras comunicaciones que se desarrollaron en México desde principios del siglo XX usaban transmisores- receptores basados en bulbos. En 1939, González Camarena, inventó un sistema de televisión a colores que patentó en México y en Estados Unidos. Sin embargo, el verdadero detonador de la industria electrónica fue el desarrollo de los dispositivos electrónicos y semiconductores. El primer transistor fue patentado a principios de los años cincuenta. La difusión en el mercado de los productos y sistemas electrónicos transistorizados fue muy lenta debido a que el ciclo de vida de estas tecnologías era de gran duración. (Geisler, 1992). Por estas razones, las carreras de electrónica y de comunicaciones fueron impulsadas hasta finales de la década de los noventa.

La carrera de ingeniería en electrónica se creó en 1995. (Facultad de Ingeniería, 2008)

Computación

Los inicios de la computación en México se dieron en 1958 con la instalación de la primera computadora en la Universidad Nacional Autónoma de México. (Solórzano, 2003). A partir de entonces, IBM instaló equipos de cómputo en la UNAM y en compañías federales como PEMEX, CFE, Ferrocarriles Nacionales, Compañía de Luz, el Banco Nacional de México, etc. (Sánchez, 2003)

Para la operación de estos equipos fue necesario capacitar personal técnico. En la UNAM empezaron a darse cursos que atrajeron la atención de muchos jóvenes estudiantes. El Politécnico Nacional y el Instituto Tecnológico de Monterrey mandaron egresados a estudiar posgrados en cómputo a los Estados Unidos de Norteamérica.

La aparición en México de las empresas transnacionales de cómputo ayudó a comercializar y difundir los equipos. En las primeras épocas de esta industria, los vendedores e ingenieros de servicio eran egresados de la UNAM.

La carrera de ingeniería en computación se creó en 1977. (Facultad de Ingeniería, 2008)

Telecomunicaciones

En 1947 se constituyó Teléfonos de México, S.A., (Telmex), con la fusión de las empresas La Mexicana y Mexeric. (Martínez, 2008). La primera transmisión de televisión en blanco y negro la realizó el Ing. González Camarena en 1946 y la primera transmisión de televisión por cable se realizó en Nogales, Sonora, en 1954. El primer canal comercial de televisión en México se inauguró en 1950.

En 1985 se lanzó el primer satélite mexicano, Morelos I. En noviembre de ese mismo año se lanzó el Morelos II. (Ruelas, op. cit).

En 1992 se creó la carrera de Ingeniero en Telecomunicaciones en la FI -UNAM. (Facultad de Ingeniería, 2008).

En 1993 se lanzó el satélite Solidaridad I y en 1994 el Solidaridad II. En 1997, Telecomunicaciones de México (TELECOMM) privatizó sus satélites para garantizar su oportuna renovación, así inició la era de las telecomunicaciones satelitales con Satmex (SATMEX, 2008), confirmando la convergencia de las comunicaciones y los sistemas computacionales. (Saito, 1997). En 1998, inició la operación de satélites de órbita baja de cobertura continental con el lanzamiento del SATMEX V. En 2006, se lanzó el SATMEX VI.

Mecatrónica

La mecatrónica combina especialidades de la ingeniería como la mecánica, la electrónica y las ciencias de la computación para diseñar sistemas y procesos electromecánicos. Esta especialidad surgió como la necesidad de crear procesos y productos cada vez más especializados en el área industrial. Entre las aplicaciones más importantes de la mecatrónica está la robótica y el diseño de mecanismos y autómatas de control para las plantas industriales de manufactura y para los procesos de transformación.

En el año 2003, se creó la carrera de Ingeniería Mecatrónica. (Facultad de Ingeniería, 2008).

3. Propuesta de método para realizar la medición del tiempo de respuesta

Consideraremos $(OR)R$ como el tiempo de respuesta que requirió la Facultad de Ingeniería de la UNAM para ofrecer egresados que pudieran resolver las necesidades operativas de la plataforma tecnológica de los distintos sectores de la industria nacional. Para medir $(OR)R$, en la Tabla I se concentran los datos de la evolución de la plataforma tecnológica de los diferentes sectores presentados previamente, correspondientes al siglo XX. El tiempo de demanda inicial (T_{di}) se establece como aquel en el que se identifican las primeras instalaciones industriales o el momento en el que ya se realizaba en el sector industrial un volumen de operaciones importante tal que hizo indispensable la ocupación de capital intelectual especializado para su operación. Por otra parte se señalan los tiempos de creación de carreras en la Facultad de Ingeniería (T_{cc}) relacionadas con el sector industrial respectivo, para finalmente obtener el tiempo de respuesta universitario como $(OR)R = T_{di} - T_{cc}$.

Industria	Primeras instalaciones industriales	T _{di}	Carrera relacionada con el sector industrial	T _{cc}	sR (años)
Manufactura	Primeras fábricas	1900	Mecánico Electricista	1912	12
Petróleo	Refinería SLP, El Águila	1903	Químico	1915	12
Siderurgia	Fundidora Monterrey	1903	Químico	1915	12
Petróleo	Refinerías en todo el país	1903	Ingeniería Petrolero,	1929	26
Petróleo	Refinerías y exploración	1903	Ingeniería Geología,	1936	33
Aserraderos	Sierra Madre Occidental	1906	Mecánico Electricista	1912	6
Petróleo	Refinerías y exploración	1938	Ingeniería Geofísica	1970	32
Manufactura Automatizada	Papel, alimentos, calzado, etc	1980	Industrial	1997	17
Cómputo	Comp IBM UNAM	1958	Computación	1977	19
Electrónica	TV B y N, transistor	1970	Ing. Electrónica	1995	25
Telecomunicaciones	Lanz. Satélite Morelos I	1985	Telecomunicaciones	1992	7
Man. Robotizada	Armadoras automotrices	1990	Ingeniero en Mecatrónica	2004	14
PROMEDIO					17.91

Tabla 1. Tiempo de respuesta de las carreras de la Facultad de Ingeniería de la UNAM a la demanda industrial en el siglo XX

En la Figura 2 se presenta la gráfica del tiempo de respuesta (σ_R) para los diferentes sectores, según los datos de la Tabla 1.



Figura 2. Tiempo de respuesta (σ_R)

Con la metodología presentada obtenemos que el tiempo de respuesta promedio R es de aproximadamente 18 años para todo el siglo XX; puede verse tanto la muestra una recta de ajuste lineal de la gráfica de la Figura 2, como el promedio calculado para (σ_R).

4. Conclusiones

En este trabajo obtuvimos el parámetro (σ_R) del macro sistema social de formación de ingenieros universitarios. El objetivo del subsistema social educativo ha sido la formación de ingenieros capaces de responder a las demandas operativas y de mantenimiento de la plataforma tecnológica de los diferentes sectores de la industria nacional. La flexibilidad con la que el sistema ha respondido se demuestra con la pendiente negativa de la línea de ajuste de (σ_R), reflejando que el sistema universitario ha buscado, a través de los años, ofrecer la respuesta requerida por la sociedad. Los resultados muestran que a la universidad le ha tomado menos de dieciocho años en promedio, responder a las demandas industriales con las distintas carreras de ingeniería. Mientras que la respuesta de las carreras de geofísica y geología tomó más de treinta años, en el caso de la carrera de telecomunicaciones fue menor a diez años.

El reto actual de nuestro sistema formativo de ingenieros universitarios será ajustarse a las nuevas demandas de la economía del conocimiento, ya que las empresas e industrias tienden a reducir su capacidad instalada,

a cambio del desarrollo de procesos, productos y servicios intensivos en conocimiento. (Chareonwongsak, 2002), (Didrickson, *et. al.*, 2004).

Es previsible que en un futuro cercano los ingenieros universitarios deberán jugar un intenso papel en el desarrollo de nuevas empresas innovadoras para competir en los mercados globales.

Bibliografía

Barragán, L; Expropiación Petrolera. Disponible en: http://www.emexico.gob.mx/wb2/eMex/eMex_La_expropiacion_petrolera. Consultado 3 de febrero de 2008

Boullander, E., (1929), *Destilería agrícola e industrial*. 1ª. Edición. Salvat. México. 231 pp.

Camacho Morales, J.; (1983), *El nuevo Pemex: Apuntes para la historia del petróleo*.

Chareonwongsak, K., (2002), " Globalization and technology: how will they change society?" **Technology in**

Society. Vol. 24; pp. 191-206. Elsevier.

Chihuahua H. Ayuntamiento. Madera; disponible en: http://municipios.chihuahua.gob.mx/madera/Contenido/plantilla5.asp?cve_canal=710&Portal=madera. Consultado 26 de abril 2007.

Colegio de Ingenieros; disponible en: <http://www.mexicodesconocido.com.mx/notas/1559-Antecedentes-historicos-del-Colegio-de-Ingenieros>. Consultado 10 de febrero de 2007.

Copamex; disponible em: <http://www.copamex.com/historia.html>. Consultado 10 febrero 2007.

Cuervo, J., (1995). *Artes de México, Jalisco, tierra del tequila*. Colección Itinerarios Poéticos de México.

De Neufville R., Clark J., Field F., MIT Engineering School, disponible en: http://ardent.mit.edu/real_options/RO_current_lectures/SPANISH_production_functions.pdf Consultado el 20 de diciembre de 2007.

Delgado Cantú, G., (1991), *Historia de México 1. El proceso de gestación de un pueblo*. Segunda edición. Pearson Education. México. 628 p.

Didrickson, A., Campos, G., Arteaga, C., (2004), *El futuro de la educación superior en México*. Coed. UNAM, Plaza & Valdés y centro de Estudios sobre la Universidad, México

Facultad de Ingeniería de la UNAM. Matrícula (1964-2004), disponible en: <http://www.ingenieria.unam.mx/historia/historia3b.html>; consultado 9 mayo 2008.

Galeano E., Expropiación Petrolera; disponible en: <http://www.patriagrande.net/uruguay/eduardo.12-xx>

galeano/memoria.del.fuego/1938037-18.htm; consultado el 20 abril 2008.

Geisler, E., (1992), Information and telecommunication Technologies in the 1990's: trends and managerial challenges, IJTM. Vol. 7, Nos 6/7/8; pp. 381-389.

Jaimes, A. P., Tinoco, L. R. O., (2005), *Evolución de las carreras de ingeniería en México*, Cuadernos Fundación ICA, México.

La electricidad en México; disponible en: <http://www.mitecnologico.com/Main/LaElectricidadEnMexico>. Consultado 20 abril 2007.

Martínez, E. Telecomunicaciones. Disponible en: <http://www.eveliux.com/mx/index.php?option=content&task=view&id=117>; consultado el 10 de febrero de 2008.

Rodríguez, V. J., (2001). *Cómo Administrar Pequeñas y Medianas Empresas*. 4ª Edición, International Thomson Editores, México.

Rojas T., Las obras hidráulicas mesoamericanas en la transición novohispana; disponible en: <http://eh.net/XIIICongress/cd/papers/17RojasRabiela261.pdf>. Consultado el 5 de enero de 2008.

Ruelas, A., (2005), *México y Estados Unidos en la revolución mundial de las telecomunicaciones*. Primera edición. CISAN, UNAM, 236 p.

Sabino, C., (1991), *Diccionario de Economía y Finanzas*. Ed. Panapo. Caracas Venezuela

Saito, F., (1997); Managing technology Development at NEC Corporation, IJTM. Vol. 14, Nos.2/3/4, pp.196-207.

Sánchez, D., G., (2003), La sociedad del conocimiento y el desarrollo de la infraestructura global de la información. Aportes: *Revista de la Facultad de Economía de la BUAP*. Año III, No. 9; pp. 83-99. Puebla, México.

SATMEX. Disponible en: <http://www.satmex.com.mx>; consultado el 25 de febrero de 2008

Schultz, Miguel E, Compendio de Legislación Universitaria; disponible en: <http://info4.juridicas.unam.mx/unijus/cmp/leguniv/rectores/r5.pdf>; consultado 15 abril 2007

Solórzano Palomares, F. Villavicencio, C., J., (2003), *Panorama histórico de la computación*. Primera edición. Facultad de Ingeniería UNAM. México, D.F., 151 pp.

Soto F. M. R; Sole F. P., (2001), "Cambio Tecnológico en la industria siderúrgica Mexicana" *El Cotidiano*, Año/Vol. 21, No. 109. UAM Atzacapotzalco. México: pp. 97-106.

Teléfonos de México, (1991), *Historia de la telefonía en México 1878-1991*. México.

