

La apertura de Ingeniería Industrial en la Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá

Fernando Guzmán Castro*
Hugo Herrera Fonseca**

RESUMEN

El artículo tiene como objetivo presentar la carrera de Ingeniería Industrial, que inició actividades en el primer semestre del año 2001.

En la sección 1 se describen las actividades que caracterizan la carrera de Ingeniería Industrial en el mundo moderno; se asocian también con una perspectiva histórica los campos de acción de la carrera. La sección 2 es una descripción del desarrollo histórico de la carrera y su situación actual en Colombia. En la tercera sección se muestran los antecedentes de la Ingeniería Industrial en la Universidad Nacional de Colombia y en la sede Bogotá, y se hace una descripción del programa aprobado por el Consejo Académico el 23 de febrero de 2000 (Acuerdo 001) para comenzar en el primer semestre del año 2001. Se presentan el perfil de formación y el perfil profesional del egresado, el plan de estudios, las líneas de profundización y las áreas de investigación.

INTRODUCCIÓN

La inserción de la economía colombiana en los mercados globalizados ha mostrado las debilidades de la estructura industrial y la baja capacidad de respuesta a las condiciones de competencia internacional. En el mundo moderno, las ventajas competitivas se basan en el desarrollo del conocimiento y su aplicación industrial, así como de un entorno social propicio.

Productividad, calidad y capacidad de innovación son los parámetros internos que la industria colombiana deberá conjugar con variables externas relacionadas con apertura de mercados nacionales e internacionales, servicios a los clientes, relaciones estratégicas con competidores y complementariedad entre empresas que hacen parte de cadenas de valor agregado, en un esfuerzo conjunto del sector estatal como forma de hacer frente a la economía global.

El reto que enfrenta la nación hacia el futuro es la formación del capital humano, entendido como el conjunto de conocimientos, actitudes, habilidades y capacidad creativa de individuos en áreas estratégicas del desarrollo industrial.

Atendiendo a esta necesidad, la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá, decidió crear la carrera de Ingeniería Industrial, para formar un profesional que puede aportar su identidad académica en los procesos de industrialización y de reconversión industrial que requiere el país.

El programa de Ingeniería Industrial pretende la formación de un profesional dotado de los conocimientos científicos y las herramientas prácticas que le permitan desempeñar su labor con éxito en los campos de la gestión tecnológica e industrial, la producción automatizada, el diseño de operaciones de lo-

* Ingeniero químico, administrador de empresas, M. Sc. Technological Economics, director de la carrera de Ingeniería Industrial, profesor asociado, Universidad Nacional de Colombia.

** Ingeniero industrial, administrador de empresas, especialista en Evaluación de Proyectos, profesor asociado, Universidad Nacional de Colombia.

gística y el desarrollo sostenible. El momento histórico y la realidad económica e industrial de Colombia demandan la preparación de ingenieros que, desde la industria misma, orienten una política de desarrollo tecnológico vinculada a la modernización de la producción en los campos anteriormente señalados, lo cual requiere la preparación de un profesional creativo, preocupado por el diseño, la organización y gestión de sistemas tecnológicos acordes con nuestra realidad, y que junto con los beneficios de la tecnología mundial permitan incorporarlos en el desarrollo de nuevos o mejores productos y procesos.

En su formación se necesita también un profesional conocedor de la realidad del país en su desarrollo industrial, de las limitaciones que la misma globalización impone a un desarrollo tecnológico independiente, y que esté en capacidad de proponer alternativas que desborden las limitaciones.

Esto sólo se podrá lograr si la Facultad desarrolla un currículo innovativo, tanto en su contenido como en sus procesos pedagógicos y metodológicos, aprovecha los recursos existentes, así como su gran experiencia académica y su papel protagónico en el desarrollo de la ingeniería nacional, que de por sí constituyen un importante legado histórico para los nuevos programas y la formación de nuevas generaciones de ingenieros.

El presente artículo ubica la función de la ingeniería industrial, su perspectiva histórica, la situación de la carrera en el país, la justificación de la creación de un programa de Ingeniería Industrial en la sede de Bogotá y las características académicas del programa por desarrollar.

1. LA FUNCIÓN DE LA INGENIERÍA INDUSTRIAL

1.1 Objetivos y actividades

El objetivo de la ingeniería industrial es el diseño, operación y control de sistemas socio-técnicos que permitan elevar la eficiencia y efectividad de una organización.

La definición más específica se encuentra en la adoptada por la American Institute of Industrial Engineers (AIIE):

La ingeniería industrial se refiere al diseño, mejora e instalación de sistemas integrados de personas, materiales, equipo y dinero para la producción de bienes y servicios. Se basa la ingeniería industrial en conocimientos especializados de matemáticas, física y ciencias técnicas y sociales, además de sus propias técnicas de análisis y diseño, todo lo cual le permite

especificar, predecir y evaluar los resultados que se deben obtener de los sistemas por ella diseñados¹.

El profesor H. W. Maynard, en su reconocido *Industrial Engineering Handbook*, agrupa en tres tipos las actividades dentro de una empresa:

- Actividades que son propias de la esfera de la dirección, relacionadas con las tareas de organización y administración, que requieren una formación en una disciplina básica (contabilidad, estadística, mercadeo y ventas, administración).
- Actividades consideradas dentro del campo profesional del ingeniero; en ellas se incluyen las relacionadas con la investigación y desarrollo de recursos naturales, mecanizado de materiales, y el dotar a las instalaciones de aire, calor, agua, luz y fuerza motriz, etc. Estas actividades están englobadas en las terminologías de ingeniería de estructuras, mecánica, etc.
- Un tercer grupo de actividades lo conforman “aquellas que, sin ocuparse directamente de la instalación y mantenimiento de los equipos mecánicos, están directamente relacionadas con el uso efectivo de los mismos; por tanto, en el aspecto científico, de ellas depende la adaptación de estos equipos al elemento humano dentro del complejo de la empresa. Para desempeñar de manera efectiva tales actividades es preciso poseer vastos conocimientos teóricos y prácticos de ingeniería, lo que requiere una formación técnica como ingeniero y su correspondiente experiencia en la práctica profesional. Este grupo abarca desde la distribución de planta y oficinas, métodos y planificación del trabajo, estudios de reducción de costos de materiales y mano de obra, simplificación y normalización, hasta el análisis de salarios y control de la calidad. La característica común que distingue estas actividades es que se ocupan principalmente de la utilización efectiva del equipo mecánico, precisando, por tanto, un conocimiento básico de los principios en que se basa el trabajo de dicho equipo, independientemente de la función a la cual ha sido aplicado. A este tercer grupo de actividades puede aplicársele con propiedad el título de ingeniería industrial”².

1 · Institute of Industrial Engineers, Atlanta, Ga 1.

2 · Hodson William, Maynard, *Industrial Engineering Handbook*, 3a. ed., New York, McGraw-Hill, 1975.

Esta demarcación resulta muy útil para comprender el objeto de la ingeniería industrial y su diferencia con otras disciplinas relacionadas especialmente con la administración de empresas. Como se anota, el primer tipo de actividades corresponden a la administración, el segundo tipo de actividades tiene que ver con lo relativo a cada especialidad de la ingeniería y el tercer tipo, propiamente a la ingeniería industrial.

Si bien es cierto que la ingeniería industrial tiene un carácter interdisciplinario y transdisciplinario –pues encuentra puntos de contacto con las ciencias sociales, las demás ingenierías y las ciencias administrativas, lo cual ha hecho que se presenten determinados énfasis y que cada Facultad opte por determinadas líneas de formación dentro de su amplio campo de aplicación–, es evidente que existen diferencias entre la ingeniería industrial y otras disciplinas, tanto en lo que corresponde a su objeto y método de estudio, como en el campo de desempeño profesional. Por esto se enfatiza que el programa tiene diferencia sustancial con la administración empresarial.

1.2 Desarrollo histórico de la ingeniería industrial

Para analizar la especificidad y aportes de la ingeniería industrial al desarrollo tecnológico, es importante mostrar el recorrido histórico de esta disciplina. Se puede afirmar que la ingeniería industrial ha estado presente en todos los momentos del proceso de industrialización de los países, y ha contribuido al desarrollo de la ingeniería a nivel mundial.

Los antecedentes de la ingeniería industrial se encuentran en trabajos desarrollados a la luz de la revolución industrial en Inglaterra. Se considera como pionero a Sir Richard Arkwright (1732-1792), quien inventó la hiladora continua de anillo y desarrolló un sistema de control administrativo de la producción. Los inventores de la máquina de vapor, James Watt y Mathew Bolton, trabajaron por la misma época en la sistematización de la administración en la manufactura. Sus hijos establecieron la primera empresa de producción de máquinas conocida y contribuyeron al diseño de un proceso integrado de producción. Las investigaciones de otro inglés, Charles Babbage (1792-1891), se orientaron a la división del trabajo, el uso de materiales y la adecuación de los medios de producción para alcanzar mejores resultados. Los anteriores desarrollos lograron el mejoramiento de

la productividad en las empresas de sus creadores, pero tuvieron poca difusión.

Posteriormente, en la segunda revolución industrial de comienzos del siglo XX, con el desarrollo tecnológico vinculado a procesos de mecanización y utilización de nuevas fuentes de energía que remplazaron en buena parte la aplicación directa del esfuerzo humano, aparecieron los enfoques altamente racionalistas, orientados a la simplificación de las operaciones, sustituyendo oficios tradicionales por tareas estandarizadas y repetitivas que podían ser ejecutadas por personas sin mayor calificación.

Los trabajos de Frederick Taylor y demás ingenieros de la llamada dirección científica (Frank y Lilian Gilbreth y Hamilton Emerson, entre otros), apuntaron a la aplicación de principios de eficiencia, centrados en la economía de tiempo y costo, así como en el delineamiento de rutinas de trabajo que llevaron más tarde al establecimiento de sistemas de producción basados en la cadena de fabricación.

En el período comprendido entre 1930 y la posguerra, en los Estados Unidos y Europa se favoreció una política de intervención y regulación estatal en la economía, se propició el desarrollo de las empresas multinacionales, y con ello las técnicas de producción masiva para hacer frente a la demanda internacional. Igualmente el conflicto bélico aportó el desarrollo de métodos de simulación y decisión, expresados en modelos matemáticos, conocidos como Investigación de Operaciones, cuyas principales aplicaciones se incorporaron a las herramientas de la ingeniería industrial para resolver problemas empresariales ligados especialmente a la logística y optimización de procesos. Los conceptos de ingeniería económica permitieron comparar alternativas con una base económica.

Recientemente el desarrollo de la automatización ha permitido el aumento en la calidad del producto y el incremento de la productividad. A diferencia de la automatización de procesos de producción en masa, el concepto de sistemas flexibles de manufactura (FMS) ha permitido la utilización de sistemas automatizados multimáquinas en procesos de bajo volumen de producción. La manufactura integrada por computadora (CIM) establece el marco de funcionamiento de sistemas de control y seguimiento de la producción.

De otra parte, en los últimos años la ingeniería industrial ha contribuido al desarrollo de prácticas administrativas modernas tales como la reingeniería de

procesos y la implementación de sistemas justo a tiempo, que significan un control riguroso en la cadena de abastecimiento e inventarios mediante el diseño de sistemas de información en tiempo real. Así mismo, en aseguramiento de la calidad, tanto en el aspecto del control estadístico como en la administración total de la calidad, que permiten alcanzar estándares más altos y menor desperdicio, son campos recurrentes de investigación y actividad profesional de la ingeniería industrial moderna.

El crecimiento espectacular de la productividad en las empresas industriales y de servicios está estrechamente vinculado con innovación constante en las técnicas de ingeniería industrial, relacionadas con el diseño de sistemas de fabricación, la programación y el control de la producción, el modelamiento matemático de sistemas dinámicos y la gestión de proyectos a gran escala, que integran otros importantes componentes de la ingeniería moderna, como son la ingeniería económica y de costos, la gestión del talento humano dentro del concepto de equipos de trabajo y los aspectos relacionados con la gestión de la tecnología.

Pero no solamente en el escenario fabril tienen cabida estos desarrollos de la ingeniería industrial; las repercusiones han llegado a otros sistemas de producción en el área de servicios (financieros, hospitales, supermercados, etc.) que necesariamente deben cumplir normas de calidad y productividad.

Lo anterior nos demuestra que

la ingeniería industrial que nació como un aspecto de la ingeniería mecánica y con un enfoque restringido, conocido como ingeniería de métodos, encaminado a la medición de tiempos y movimientos, y al diseño de sistemas de salarios e incentivos para aumentar la simple eficiencia de los operarios, busca aún la eficiencia, pero la eficiencia del sistema total a partir de una selección inteligente de objetivos, y de una comunicación óptima entre los componentes del sistema. La economía en el trabajo continúa siendo importante, pero ha sido colocada en una perspectiva adecuada dentro de la tarea completa del esfuerzo industrial³.

La ingeniería industrial moderna ha venido efectuando un cambio de enfoque, lo cual ha logrado modificar la fisonomía de la profesión. Es así como de una disciplina orientada a la eficiencia empresarial desde una concepción de sistema cerrado y una visión cortoplacista en sus resultados, se ha pasado al tratamiento integral de aspectos vitales para la gestión industrial como son el estudio aplicado de las ciencias

del comportamiento (psicología y sociología) y el de las matemáticas y estadística aplicada (investigación operacional, programación lineal y estadística matemática), todo ello reforzado por el avance de la informática y la ingeniería de sistemas.

El enfoque del funcionamiento organizacional visto como un todo o como un sistema (enfoque sistémico) es una de las bases de la ingeniería industrial en la actualidad. Se piensa que las orientaciones que seguirá en el futuro se centrarán en el apoyo al desarrollo industrial en los siguientes campos:

- En el campo de la producción industrial, aplicación de la robótica, así como la inteligencia artificial y los sistemas expertos a los procesos industriales. La ingeniería concurrente permite integrar los procesos de diseño y manufactura en la operación industrial.
- En el campo de la gestión tecnológica, la organización para la innovación industrial (creación y mejora de productos, gestión de proyectos de I & D), análisis industrial y de la competitividad.
- En el campo de la organización industrial, en estudios y aplicaciones de diseño de tareas y sistemas hombre-máquina (ergonomía), seguridad industrial y salud ocupacional, estudios sobre comportamiento humano en las nuevas condiciones industriales.
- En el campo del desarrollo sostenible: desarrollo y aplicación del concepto moderno de eco-eficiencia, producción limpia, evaluación económica de impacto ambiental.
- En el campo de la administración industrial: apoyo a la gerencia en procesos de optimización financiera, reingeniería organizacional, solución a los problemas de logística y abastecimiento. La administración de la calidad total (TQM) permite una calidad del producto en forma económica, con integración a todo nivel y comunicación fluida en la organización.

Es evidente que la ingeniería industrial no debe entrar en competencias de conocimientos con otras disciplinas conexas, ni en el campo laboral, sino que ha de centrarse en investigar para desarrollar su propio campo de acción y buscar complementariedad y servicio a otras áreas (administración, ingenierías, diseño industrial, etc.).

3 Arcesio López, "Consideraciones para un Programa de ingeniería industrial", mimeo, Universidad Nacional de Colombia, 1998.

2. LA INGENIERÍA INDUSTRIAL EN COLOMBIA

2.1 Desarrollo histórico

El comienzo del proceso de industrialización en Colombia al inicio del siglo XX, así como el impulso al mismo proceso dado por la crisis económica internacional de 1929, se relacionan con el surgimiento de la ingeniería industrial, en Colombia. En las empresas de gran tamaño, se establecieron departamentos de ingeniería industrial, en donde ingenieros de diferentes áreas y algunos con estudios en el exterior comenzaron a implantar las técnicas de esa rama de la ingeniería.

Tomando como punto de partida la fundación de la primera Facultad de Ingeniería en 1867 en la Universidad Nacional de Colombia, se considera que las técnicas iniciales de ingeniería industrial se introdujeron en Colombia en la Escuela Nacional de Minas en Antioquia hacia 1920. En la Universidad Nacional, en 1939, se propuso la creación de la carrera de Ingeniería Industrial, y se alcanzó a plantear un pènsum con cursos básicos en ciencias y en ingeniería. La idea no prosperó, y sólo en 1958 se creó en la Universidad Industrial de Santander la primera Facultad de Ingeniería Industrial. Los profesores provenían de las carreras de Química e Ingeniería Química de la Universidad Nacional de Colombia, del extranjero e ingenieros egresados de la Escuela de Minas.

La sede de Medellín de la Universidad Nacional establece la Facultad de Ingeniería Industrial en 1996; la Universidad de los Andes crea la carrera en 1961, con un perfil de corte humanista. En 1968, la Universidad de Antioquia, en 1972 la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, en 1974 la UPTC, en 1975 la Universidad Libre y en 1977 la Universidad del Valle establecen en sus sedes la formación de la profesión. Estas fechas permiten ver el inicio de la carrera en Colombia.

2.2 La ingeniería industrial en la actualidad

2.2.1 LA EDUCACIÓN SUPERIOR EN INGENIERÍA INDUSTRIAL.

Para ubicar la situación de la carrera de Ingeniería Industrial se muestra en el cuadro 1 la tasa de crecimiento de la población estudiantil en las diferentes áreas de

la educación superior. A pesar de las dificultades financieras, la tasa de crecimiento de la población estudiantil indica un acelerado dinamismo en prácticamente todas las áreas.

CUADRO 1 Tasa de crecimiento de población estudiantil.

Profesión	1987-1996
Agronomía, Veterinaria	-1%
Bellas Artes	62%
Ciencias de la Educación	6%
Ciencias de la Salud	28%
Ciencias Sociales, Derecho y Ciencias Políticas	59%
Economía, Administración, Contaduría	93%
Humanidades y Ciencias Religiosas	0%
Ingeniería, Arquitectura, Urbanismo	71%
Matemáticas y Ciencias Naturales	96%

Fuente: base de datos del Icfes.

En el caso de Ingeniería, durante el período 1987-1996 se ha acentuado el crecimiento de la población, especialmente en programas académicos como Ingeniería de Sistemas (103%), Ingeniería Electrónica (202%), Ingeniería Industrial (112%), Ingeniería Mecánica (52%), como se observa en el cuadro 2.

CUADRO 2. Crecimiento de programas de Ingeniería.

Civil	23%
Eléctrica	11%
Electrónica	202%
Industrial	112%
Mecánica	52%
Otras Ingenierías	87%
Química	32%
Sistemas	103%
Totales	76%

Fuente: base de datos del Icfes.

El crecimiento en la demanda estuvo acompasado por el crecimiento en el número de programas de ingeniería ofrecidos por las instituciones de educación superior (véase cuadro 3).

Como se puede observar, la ampliación ocurre a partir de 1993, luego de la promulgación de la Ley 30 de 1992. Además de lo anterior se puede constatar que la mayor oferta de programas de Ingeniería ha estado soportada por instituciones que no tenían una trayectoria académica ni investigativa en

Programa	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Otras	47	50	53	51	51	57	62	84	103	116
Civil	27	26	27	27	26	26	28	31	36	36
Sistemas	27	28	29	30	31	34	48	52	59	67
Eléctrica	16	17	16	16	16	16	15	15	16	15
Mecánica	20	19	19	19	20	21	23	26	27	25
Electrónica	9	8	9	9	12	14	16	24	27	43
Industrial	32	32	34	34	30	31	30	37	38	41
Química	10	10	9	9	9	9	10	10	10	11
Total	188	190	196	191	195	208	232	279	316	354

CUADRO 3. Crecimiento en el número de programas de Ingeniería.

Fuente: CIDE-Icfes.

Ciencias e Ingeniería; es allí donde se ubica el mayor número de cupos ofrecidos y que proporcionalmente no son ocupados. Así, entre 1988 y 1996 se presentó un crecimiento del 1500% en establecimientos que no tenían programas en Ingeniería antes de 1987. Igualmente, es en estas universidades donde se presentan los mayores índices de deserción, cercanos al 35% anual, respecto de la población total. Es a todas luces cuestionable la calidad académica, la pertinencia y la estabilidad de estos programas a largo plazo.

La rápida expansión en la oferta de programas educativos se tradujo en problemas de calidad, debido a que las instituciones no contaban con la infraestructura académica necesaria, los docentes adecuados en formación y dedicación, las estrategias metodológicas e investigativas. Al carecer de una estrategia académica que lograra vincular los procesos educativos con la investigación y su contribución en la solución de la problemática nacional en sus diversas manifestaciones, las instituciones de educación superior encaminaron sus esfuerzos a la tarea de docencia, centrada en la función de transmisión neta de conocimientos, refundiendo los compromisos de investigación y proyección social.

2.2.2 OFERTA DE PROGRAMAS EN INGENIERÍA INDUSTRIAL.

Para 1997 se ofrecían 41 programas de Ingeniería Industrial [1]. La tasa de crecimiento acumulada en el período 1987-1996 es una de las más altas, 112% (Icfes), con respecto a los demás programas de Ingeniería, cifra que se acentuó en el período 1993-1997. Igualmente es significativa la participación de Ingenie-

ría Industrial en la matrícula total de estudiantes en carreras de Ingeniería, actualmente en un 19,2%.

El número de solicitudes de estudiantes en primer semestre se ubicó en 17.302 para 1997, y se observa un crecimiento promedio anual del 11% (véase cuadro 4). Para este mismo año el número de cupos fue de 8.911, lo cual significó un déficit de un poco más del 50% de la demanda. Visto de manera simple, esta situación constituiría un fuerte indicador y argumento a favor de la creación de un nuevo programa. Sin embargo, la Universidad Nacional de Colombia no puede quedarse como una institución de absorción de demanda, sino que de manera responsable debe atender una necesidad social de educación en esta área, pero a la vez imprimir unas características de calidad académica en la formación de futuros ingenieros industriales.

En la ciudad de Bogotá, el Programa de Ingeniería Industrial lo ofrecen trece Universidades, solamente una de carácter oficial. Los enfoques curriculares son distintos, unos enfocados a la gerencia de recursos, otros a la administración de la producción, otros de llamado enfoque integral, con formación en finanzas, mercadeo, producción y personal.

Esta situación tan compleja, de encontrar por una parte, un programa con la mayor demanda en las solicitudes de matrícula dentro del campo de las ingenierías y por otra, bajos niveles de organización académica, debe mover hacia la necesidad de contribuir a mejorar los procesos de formación de ingenieros industriales y hacer más dinámicas las tareas de investigación, proyección académica y social en este campo en la sede de Bogotá.

CUADRO 4. Solicitudes. Cupos inscritos a primer nivel por primera vez. Población estudiantil y graduados en Ingeniería según carrera.

CIVIL	7.483	7.479	8.737	9.426	11.804	9.494	10.340	10.563	13.755	13.957	SOLICITUD
	3.809	3.724	3.871	3.711	3.582	3.742	4.086	4.854	6.140	6.985	CUPOS
	3.175	3.200	3.209	3.349	3.474	3.180	3.266	3.770	4.668	4.596	PRIMIPAROS
	12.227	12.382	12.592	12.394	12.598	12.638	12.817	13.632	14.651	15.080	POBLACIÓN
	1.533	1.472	1.277	1.610	1.528	1.309	1.295	1.226	1.433	1.747	GRADUADO
ELÉCTRICA	3.625	2.964	3.802	4.192	5.437	4.488	4.337	4.018	3.814	3.790	SOLICITUD
	1.611	1.701	2.137	1.875	1.853	1.892	1.790	1.677	164	1.575	CUPOS
	1.269	1.323	1.431	1.613	1.686	1.463	1.285	1.186	1.389	1.101	PRIMIPAROS
	54.27.5	5.650	58.83.5	5.950	6.187	6.484	6.384	6.077.5	6.085.5	5.998.5	POBLACIÓN
	395	425	498	488	505	505	530	590	473	585	GRADUADO
ELECTRÓNICA	6.170	3.600	6.601	7.239	7.666	9.300	11.542	7.777	7.729	11.010	SOLICITUD
	1.230	965	1.289	1.088	1.430	1.927	2.166	3.247	3.784	6.256	CUPOS
	1.258	1.111	1.102	1.118	1.488	2.042	2.094	2.707	2.831	4.521	PRIMIPAROS
	36.10.5	3.857	4.270.5	4.735	5.683	6.335	7.232	7.902.5	8.782.5	10.910	POBLACIÓN
	102	106	182	224	302	363	409	551	522	587	GRADUADO
INDUSTRIAL	7.891	8.427	11.659	12.664	15.291	15.953	19.063	16.679	15.716	17.302	SOLICITUD
	3.605	3.447	3.978	3.632	3.707	4.007	4.146	6.476	7.193	8.911	CUPOS
	3.108	3.198	3.451	3.410	3.599	3.948	4.226	5.571	5.877	6.887	PRIMIPAROS
	10.825	11.640	12.622	13.406	14.489	15.758	16.840	18.076	20.968	22.905	POBLACIÓN
	838	999	1.132	1.218	1.588	1.357	1.722	2.029	1.857	2.256	GRADUADO
MECÁNICA	5.924	4.883	6.508	7.582	9.562	9.027	10.687	8.869	8.634	8.426	SOLICITUD
	2.534	2.357	2.586	2.446	2.589	2.709	3.192	3.114	3.785	3.714	CUPOS
	2.187	2.044	2.170	2.241	2.430	2.312	2.396	2.441	2.855	2.640	PRIMIPAROS
	7.346	7.458	80.15.5	8.514	8.856	9.365	9.828	98.22.5	11.339	11.143	POBLACIÓN
	478	499	483	613	736	743	753	766	888	957	GRADUADO
OTRAS INGENIERÍAS	9.190	10.882	13.261	11.761	14.026	10.886	11.954	13.234	15.827	19.449	SOLICITUD
	4.310	4.401	5.536	4.571	4.505	5.467	6.176	11.568	11.664	13.142	CUPOS
	3.397	3.413	3.809	3.740	4.066	4.031	4.468	5.427	6.893	8.111	PRIMIPAROS
	12.870	13.656	14.262	14.339	14.625	14.954	15.201	17.776	21.048	24.124	POBLACIÓN
	841	1.102	1.088	1.353	4.602	1.632	1.703	1.785	1.896	2.277	GRADUADO
QUÍMICA	3.378	2.588	3.744	4.490	5.361	5.058	5.535	4.587	4.063	4.003	SOLICITUD
	1.131	920	1.176	1.064	957	1.050	1.206	1.319	1.114	1.558	CUPOS
	1.061	850	1.006	944	886	959	852	983	1.004	1.050	PRIMIPAROS
	39.20.5	3.987	4.127	4.244	4.057	4.598	4.643	48.71.5	4.879	5.181	POBLACIÓN
	296	329	3.06	398	394	416	548	507	397	498	GRADUADO
SISTEMAS	15.187	12.010	16.263	16.450	18.527	19.589	22.762	17.875	21.301	22.937	SOLICITUD
	3.951	3.568	3.991	4.264	4.111	4.630	6.429	8.107	12.367	13.146	CUPOS
	3.643	3.376	3.755	3.908	3.919	4.450	5.490	6.570	8.609	9.295	PRIMIPAROS
	12.374	13.074	13.971	14.661	14.523	15.574	16.916	18.444	22.381	25.065	POBLACIÓN
	734	907	823	1.196	1.651	1.476	1.346	2.072	2.208	2.480	GRADUADO
TOTALES	58.848	52.803	70.575	73.804	87.674	83.795	96.220	83.602	90.839	100.874	SOLICITUD
	22.181	21.083	24.564	22.651	22.734	25.424	29.191	40.362	47.681	55.287	CUPOS
	19.098	21.083	19.933	20.323	21.548	22.385	24.097	28.655	34.126	38.201	PRIMIPAROS
	68.600	18.515	75.742	78.241	810.15.5	85.74.5	898.59.5	96.601	110.133	120.405	POBLACIÓN
	5.217	5.839	5.789	71.100	8.306	7.801	8.306	9.526	9.671	11.387	GRADUADO

Fuente: Icfes. Boletines Estadísticos.

2.2.3 INGENIERÍA INDUSTRIAL Y SECTOR PRODUCTIVO.

A pesar de las dificultades mencionadas en la formación de los ingenieros industriales que requiere el país, comparativamente todos los indicadores demuestran que es una de las ingenierías de mayor vigencia para las necesidades del desarrollo tecnológico y económico en diferentes sectores de la economía nacional. Algunos indicadores simples demuestran la preferencia de la industria, el sector financiero y de servicios por ingenieros industriales. Los egresados obtienen los mayores rangos de salarios, están mejor adaptados al cambio de actividades y roles, y participan en mayor grado en el empleo con respecto de las demás ingenierías.

En el estudio "Formación de recursos humanos para la innovación y el desarrollo tecnológico en ingeniería" realizado por el CIDE (Dic., 1998), se pueden establecer varios puntos de referencia que demuestran la posición e importancia de la ingeniería industrial para el país.

2.2.3.1 Participación en el empleo: Respecto de la participación de los diferentes tipos de ingenieros, en relación con el empleo total de ingenieros, los de mayor participación en el empleo corresponden a los ingenieros mecánicos (17,6%), ingenieros industriales (16,1%) e ingenieros de sistemas (15,2%), como se puede observar en el cuadro 5.

Al analizarse por ramas de la actividad económica (véase cuadro 6), se muestra que en la industria el ma-

CUADRO 5. Participación de las ingenierías en el empleo de ingenieros

Ingeniería	Porcentaje
Industrial	16,1
Sistemas	15,2
Civil	5,2
Eléctrica	11,8
Electrónica	11,7
Mecánica	17,6
Química	10,6
Administrativa	1,9
Producción	6,3
Minas y petróleos	0,0
Otros	3,6
Total	100,0

Fuente: CIDE-Uniandes, 1998.

yor porcentaje de ingenieros vinculados corresponde a los ingenieros mecánicos, con un 20,8%, ingenieros industriales, 18,8%, e ingenieros químicos, con 16,6%. En la rama terciaria los ingenieros más ocupados son los de sistemas, con el 27,5% del total del sector, electrónicos (26%) e industriales (21,7%); las demás ingenierías apenas logran participantes del 2%. En el sector primario y de infraestructura (electricidad, agua, gas, petróleo y construcción), los más vinculados son los ingenieros civiles (30,2%), eléctricos (22,1%), industriales (7,1%), mecánicos (9,3%), químicos (9,4%). Como se puede observar, la ingeniería industrial está presente en todas las actividades económicas del país y participa con un peso equiparable con otras ramas de la ingeniería, aun en el sector de infraestructura.

CUADRO 6. Participación de las ingenierías en el empleo de ingenieros por sector.

SECTOR	INDUSTRIA					RAMA TERCIARIA			ELECTRICIDAD, AGUA, PETRÓLEO Y CONSTRUCCIÓN			TOTAL
	RAMA LIVIANA	QUÍMICOS Y PLÁSTICO	METALES Y METALUR	MINERAL	SUBTOTAL INDUSTRI	COMER. TRANS COMUNIC.	FINANZ. SEGURO SERV.	SUBTOTAL RAMA TERCIARIA	ELEC. GAS PETRÓLEO	CONSTRUCCIÓN	SUBTOTAL	
Industrial	25,6	21,7	11,6	18,2	18,6	20,6	23,2	21,7	7,1	2,2	5,9	16,0
Sistemas	14,0	10,2	7,3	7,0	9,8	16,2	45,0	27,5	13,3	1,9	10,4	15,2
Civil	1,7	3,7	0,4	20,6	4,1	4,2	5,5	4,7	15,9	73,0	30,2	11,6
Eléctrico	4,9	2,6	19,8	7,2	10,1	10,4	2,8	7,4	26,5	8,9	22,1	12,7
Electrónico	1,5	3,0	20,0	4,1	9,0	40,6	3,4	26,0	11,8	0,2	8,9	14,1
Mecánico	18,6	14,2	25,8	23,0	20,8	6,5	3,6	5,3	9,3	8,4	9,1	12,9
Químico	24,0	35,4	1,7	12,2	16,8	0,4	6,5	2,8	9,4	0,4	7,1	9,9
Administrativo	0,2	1,1	0,3	0,0	0,4	0,7	5,9	2,8	0,8	1,1	0,9	1,2
Construcción	1,5	1,2	11,5	3,8	5,4	0,4	0,2	0,3	0,4	0,0	0,3	2,4
Minas y petróleos	0,0	0,0	0,2	2,4	0,4	0,0	2,5	1,0	1,2	0,0	0,9	0,7
Otros	8,0	1,5	1,5	1,4	4,5	0,0	1,5	0,6	4,2	3,9	4,2	3,2
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Fuente: CIDE-Uniandes, 1998.

3. EL PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL EN LA SEDE DE BOGOTÁ

3.1 Programa de ingeniería industrial

3.1.1 JUSTIFICACIÓN DEL PROGRAMA.

La creación de un programa de Ingeniería Industrial en la Universidad Nacional, sede Bogotá, encuentra su justificación en distintos argumentos tanto académicos como de contexto y de recursos.

3.1.1.1 Razones académicas: Existe interés académico por desarrollar un trabajo de docencia e investigación en los distintos aspectos que desarrolla la ingeniería industrial, con el propósito de contribuir a los retos que plantea el actual proceso de apertura económica y su incidencia en las políticas de desarrollo tecnológico y reconversión industrial.

Como se mencionó en el punto anterior, la experiencia académica e investigativa de la Facultad y el cuerpo docente vinculado tanto a la Unidad de Ingeniería Industrial como a otras facultades (Ciencias, Artes, Economía), posibilita la creación de un programa académico que integra de manera sinérgica áreas estratégicas de interés para la docencia y la investigación. Así mismo, se busca liderar un proceso de cambio en la orientación de los programas de Ingeniería Industrial que requiere el país. Tanto en el Plan de desarrollo de la Facultad de Ingeniería, como en el mismo Plan de desarrollo de la Universidad, se recalca la necesidad y el compromiso de contribuir a las políticas estatales de desarrollo de la educación superior, tanto en el mejoramiento de la calidad como en la diversificación de la oferta de programas y la ampliación de la cobertura; de esta manera el nuevo programa haría una contribución real a estos propósitos con un mínimo costo adicional de recursos, lo que significa una mejora en la eficiencia total de la Universidad.

La creación de un programa académico en Ingeniería Industrial –y su consecuente organización académica y administrativa–, posibilitará el desarrollo de un importante programa de educación continuada en los temas de actualidad sobre industria y tecnología. Así mismo se ampliarán las labores de asesoría y consultoría industrial, mediante convenios y contratos con el sector público y privado, buscando un mayor acercamiento entre la Universidad y el sector externo.

3.1.1.2 Razones en el aprovechamiento de recursos: El Programa de Ingeniería Industrial pretende optimizar el uso de recursos existentes (salones, laboratorios, salas de informática), docentes vinculados actualmente a la Unidad de Ingeniería Industrial, y además, como resultado de los procesos de racionalización de planta docente que se adelantan en la Facultad, se ampliará en alguna medida la posibilidad de contar con nuevos docentes expertos en el área, y con la vinculación de tres nuevos profesores requeridos a la Administración Central de la Universidad, durante los próximos cinco años; de esta manera se pretende una mayor eficiencia y cobertura a partir de un análisis de las posibilidades académicas y de infraestructura.

3.1.1.3 Razones sociales: El Programa de Ingeniería Industrial se justifica en la medida en que responde a una demanda social no satisfecha de educación superior. Las cifras que se presentaron en la sección anterior son elocuentes: más del 50% de las solicitudes para este programa no pueden ser atendidas por el sistema de educación superior, y en Bogotá sólo una universidad oficial lo ofrece. En este sentido el ofrecimiento de la Universidad sería pertinente, por cuanto se abre la posibilidad a un grupo de aspirantes que seguramente no tienen acceso a la educación privada, y que desean adelantar estudios de alta calidad en esta disciplina.

3.1.1.4 Razones de contexto: El programa de Ingeniería Industrial se ha diseñado para vincular soluciones desde la Universidad al desarrollo industrial del país por medio de la preparación de recursos humanos con las habilidades técnicas y la formación científica y social que se requieren para impulsar tecnológicamente el proceso de industrialización. El programa de Ingeniería Industrial, cuyo plan de estudios se propone más adelante, tiene como objetivos vincular como proyecto académico el desarrollo de estas competencias y estudiar los siguientes aspectos de primer orden para el desarrollo económico:

- El mejoramiento de la productividad, la competitividad y la calidad de la producción industrial.
- La preservación del medio ambiente y la utilización racional de los recursos económicos.
- La gestión de tecnologías apropiadas para el desarrollo nacional.

3.1.2 IMPACTO ESPERADO CON LA CREACIÓN DEL PROGRAMA.

El impacto que a mediano plazo traerá la apertura del programa de Ingeniería Industrial se puede analizar desde diferentes aspectos:

Impacto social: al permitir a un grupo de aspirantes de diferentes regiones del país tener acceso a una de las carreras con mayor aceptación en la educación superior. El nivel de matrícula permite a su vez a estudiantes de bajos recursos promover su formación y llegar a cargos de dirección de la producción en los sectores industriales de sus respectivas regiones, logrando así el objetivo de equidad que promueve la Universidad Nacional de Colombia.

Impacto industrial: con el mejoramiento de los procesos industriales y la competitividad. La orientación del perfil profesional del ingeniero industrial hacia los procesos de manufactura, junto con la experiencia acumulada en diferentes áreas industriales por parte de la Facultad, permite prever un impacto positivo sobre la productividad y las posibilidades de competencia industrial. Las tareas de modernización y reconversión industrial que se adelantan en el país pueden ser aceleradas con ingenieros del perfil que se presenta en esta propuesta.

Impacto sobre la orientación profesional de la carrera: cumpliendo con su función de orientadora de la educación superior, la Universidad Nacional de Colombia está en capacidad de influir en los programas de formación profesional en el país, al trazar derroteros sobre áreas clave de investigación y extensión.

Impacto sobre otras carreras de la sede: la creación de la carrera de Ingeniería Industrial permitirá abrir nuevas perspectivas a las otras especialidades de ingeniería, aportando su identidad en la gestión de procesos, gestión en la investigación, orientación hacia el mercado y el producto, y gestión de la calidad y la innovación.

3.1.3 PLAN CURRICULAR

3.1.3.1 Misión del programa: El Programa Académico de Ingeniería Industrial está concebido con el objeto de formar profesionales idóneos para el diseño y la gestión de procesos de producción de bienes o servicios, y con capacidad de investigar sobre la problemática tecnológica y el desarrollo industrial del país.

3.1.3.2 Visión del programa: La Universidad Nacional de Colombia aspira a ofrecer a la sociedad un Programa de Ingeniería Industrial enmarcado en los más

altos estándares de calidad académica, comprometido con el desarrollo industrial a través de actividades permanentes de investigación y extensión a la industria y a la comunidad en general.

Desarrollará una docencia activa conducente a estimular y desarrollar en los estudiantes su capacidad creativa, para aplicar adecuadamente los conocimientos científicos y tecnológicos de su profesión, y lo capacitará para abordar de manera autónoma procesos de autoformación. Con este nuevo programa académico, la Facultad de Ingeniería desea la formación de una nueva generación de ingenieros con una visión gerencial de la ingeniería, por lo que el programa tiene también la responsabilidad de irradiar una nueva actitud y orientación hacia los temas gerenciales y económicos en los demás programas de la Facultad.

3.1.3.3 Características del plan de estudios: El programa académico se caracteriza por su fuerte énfasis en el estudio de la ingeniería de la producción industrial. Para lograr esta característica, el plan de estudios estará fundamentado en:

- Un sólido desarrollo de las ciencias básicas y de Ingeniería.
- El estudio de las tecnologías propias de los procesos productivos.
- La gestión de los procesos productivos en sus aspectos de planificación, innovación, optimización, seguridad y normas de calidad, así como la preservación del medio ambiente y desarrollo de los recursos humanos.
- El conocimiento de la realidad económica y social del país como principio para entender las acciones de gestión y desarrollo tecnológico en la industria.

3.1.4. PERFIL DEL INGENIERO INDUSTRIAL.

Un profesional egresado de la Universidad Nacional en Ingeniería Industrial, deberá sobresalir en:

- El conocimiento de los principios científicos y tecnológicos que demanda la formación como ingeniero, con lo cual el ingeniero industrial estará en capacidad de enfrentar los cambios tecnológicos y su aplicación en el campo profesional.
- Énfasis en el estudio de los sistemas de producción industrial, apoyados en el conocimiento de las tecnologías modernas de la automatización industrial.

- Preparación multidisciplinaria que le permita integrar conocimientos en el campo de la computación, la investigación operacional y los criterios de ingeniería económica en la evaluación de alternativas para la toma de decisiones sobre mejora de sistemas existentes o en la implementación de nuevos proyectos de inversión.
- Orientación hacia la gestión de tecnología en los procesos relacionados con la transferencia, innovación, mejora y negociación.
- Formación social y humanística, que conlleve al análisis y comprensión del contexto social económico y político, que desarrolle la capacidad de comunicación clara y convincente y la actitud para el trabajo en equipo.
- El desarrollo de este perfil tiene como objetivos estratégicos mejorar tres aspectos críticos de la producción nacional: incrementar la productividad, mejorar la competitividad y desarrollar la capacidad de innovación.

3.1.5 PERFIL OCUPACIONAL.

La propuesta académica de Ingeniería Industrial se orienta hacia un profesional que diseña, desarrolla y mejora sistemas de producción aplicados a la industria. En estos sistemas utiliza de manera eficiente los recursos humanos, equipos, recursos naturales, recursos financieros y tecnología. En cumplimiento de este perfil profesional, el ingeniero industrial egresado de la Universidad Nacional de Colombia estará en capacidad de realizar las siguientes actividades:

- Definir y coordinar el proceso de manufactura de un producto, especificando los recursos y la tecnología requeridos.
- Planear, programar y controlar la producción.
- Diseñar y operar sistemas de información para la gestión de procesos industriales.
- Modernizar las tecnologías de producción, utilizando herramientas tales como la automatización, la producción flexible y la robótica.
- Diseñar sistemas de logística y de distribución, tanto de procesos productivos como de abastecimiento y comercialización.
- Diseñar y mejorar métodos de trabajo.
- Realizar estudios de localización y distribución de plantas.

- Participar con otros ingenieros en la ejecución de proyectos industriales.

3.1.6 PLAN DE ESTUDIOS.

El planteamiento del perfil profesional y las características deseadas del programa, así como las necesidades del desarrollo nacional, son las condiciones que determinan la organización curricular de la carrera de Ingeniería Industrial aquí propuesta.

3.1.6.1 Organización curricular: Como se mencionó anteriormente, la acción educativa tiene su eje central en el currículum, el cual se entiende como la selección y organización de un conjunto de conocimientos, técnicas, el desarrollo de ciertas habilidades y valores con miras a su apropiación y para cuyo afianzamiento progresivo es necesaria la tarea conjunta de una comunidad académica de profesores, estudiantes y directivos.

La estructura curricular del plan se articula en ciertos campos de formación, que tienen la misión de contribuir al proceso integral de preparación de los futuros ingenieros. Sin embargo, la sola existencia de un plan de estudios como ordenación y jerarquización de los saberes y experiencias de enseñanza o prácticas docentes no garantiza su realización. Es por ello que el currículum es más que los enunciados formales de materias. Las características académicas de los estudiantes y la calidad e intensidad del trabajo conjunto de los docentes y estudiantes, la mística por la enseñanza y la investigación, la generación de espacios de reflexión sobre los distintos objetos de estudio, inciden probablemente más en la calidad e implementación de la formación, que el conjunto de definiciones que pueda contener el programa curricular.

3.1.6.2 Campos de formación: En términos formales, se agrupan las asignaturas en los siguientes campos de formación:

Campo de fundamentación científica e investigativa: el cual se ocupará de brindar al estudiante los principios científicos relacionados con su formación profesional, basados en el conocimiento de la física y las matemáticas, con el propósito de desarrollar la capacidad de abstracción, análisis y raciocinio. Con estos cursos se sientan las bases científicas para su aplicación tecnológica, y habilitan al futuro ingeniero para adquirir nuevos conocimientos, como resultado de un proceso de formación en investigación.

Se inscriben en este campo las siguientes asignaturas: Física I, Física II, Física III, Matemáticas I, Matemáticas II, Matemáticas III, Matemáticas IV, Estadística I, Estadística II, Taller de Fundamentos de Ingeniería, Taller de ingeniería de Materiales.

Campo de formación profesional específica: constituye el núcleo de la formación profesional, a través de un conjunto de asignaturas armónicamente relacionadas; este campo se ocupa de preparar al estudiante en el ejercicio de la profesión. Este campo, a su vez está integrado por cuatro áreas que estudian desde diferentes ángulos los problemas conexos con el estudio, el diseño, la mejora e instalación de sistemas integrados de hombres, materiales y equipos; así mismo, le imparte al estudiante criterios y prácticas para su actuación profesional. Se establecen las siguientes áreas y asignaturas como componentes del campo de formación profesional:

- Área de Ingeniería de Planta y Producción: Taller de Procesos, Taller de Ingeniería de Métodos, Taller de Ingeniería de Producción, Taller de Diseño de Plantas, Sistemas Automatizados I, Sistemas Automatizados II, Sistemas Automatizados III.
- Área de Optimización y Sistemas: Informática I, Informática II, Investigación Operacional I, Investigación Operacional II, Simulación, Análisis y Diseño de Sistemas.
- Área de Gestión Industrial y Tecnológica: Economía, Control de Calidad, Investigación de Mercados, Gestión Tecnológica, Gerencia de Recursos Humanos, Seguridad Industrial.
- Área de Ingeniería Financiera: Sistema de Costos, Ingeniería Económica, Finanzas, Evaluación de Proyectos.

Campo de formación humanística y social: imparte la formación necesaria para que el estudiante pueda tener una comprensión de los fenómenos sociales que inciden en la formación cultural y comprender el papel social de su actividad; además, su pretensión es desarrollar destrezas sociales de comunicación e interrelación. Este campo tiene que ver con las siguientes asignaturas: Humanística I, Humanística II, Contexto I, Contexto II.

Opción terminal: compuesto por líneas de profundización y asignaturas de apertura, que pretenden ampliar los intereses particulares del estudiante, y que en general deberán seguir los lineamientos trazados en el Acuerdo 14 de 1990 del Consejo Académico. Teniendo en cuenta los objetivos

de la carrera, se le debe ofrecer al estudiante la oportunidad de confeccionar en parte el programa de estudio, de tal manera que se brinde un pénsium atractivo a los intereses del estudiante. Así mismo, este componente flexible debe permitir a la carrera de Ingeniería Industrial mantener un programa actualizado, al incluir de manera ágil temas novedosos en las asignaturas electivas, sin necesidad de recurrir a los intrincados procesos administrativos que implican los cambios curriculares.

3.1.6.3 Líneas de profundización: En cuanto a las asignaturas de líneas de profundización, se tiene previsto utilizar los cursos ofrecidos actualmente por la Unidad de Ingeniería Industrial y de otros departamentos. Sin embargo, en el futuro, de acuerdo con las posibilidades, se abrirán nuevas líneas

- Línea de Ingeniería de Planta y Producción: Mantenimiento Industrial, Manejo de Materiales, Sistemas de Manufactura CIM, Instrumentación Industrial.
- Línea de Gestión y Economía Industrial: Economía Colombiana, Competitividad y Productividad, Desarrollo Empresarial, Gerencia y Planeación Estratégica, Herramientas Modernas de Administración, Globalización e Integración Económica.
- Línea de Gestión de Tecnología: Gestión Tecnológica II, Gestión de Investigación y Desarrollo, Gerencia de Proyectos.
- Línea de Gestión Ambiental y Legal: Gestión Ambiental, Evaluación Ambiental de Proyectos, Ingeniería Legal.
- Línea de Ingeniería Financiera: Ingeniería de Costos, Evaluación de Proyectos II, Ingeniería Económica Avanzada, Modelos de Ingeniería Financiera.
- Línea de Optimización y Sistemas: Gerencia de Proyectos Informáticos, Teoría de Redes Logísticas y Distribución.

3.1.6.4 Líneas de investigación del Programa: Las líneas de investigación que se han identificado como prioritarias y en las que se cuenta con trayectoria en la Facultad son las siguientes:

- Gestión de Tecnología. Innovación, desarrollo y transferencia de tecnología en sectores industriales clave como Biotecnología, Electrónica e Informática, Prospectiva tecnológica y posibilidades de desarrollo en la industria colombiana.
- Automatización de fábricas y procesos industriales. Asesoría a sectores industriales en su modernización.

- Estudios sobre competitividad y productividad industrial, determinación de ventajas competitivas en los sectores químico, metalmecánico y de comunicaciones. Utilización del *benchmarking* como herramienta de análisis en la competitividad.
- Desarrollo de procesos eco-eficientes y modificación de procesos actuales hacia una orientación de tecnologías limpias. Determinación de impactos ambientales y evaluación ambiental de proyectos.
- Desarrollo de sistemas avanzados de calidad y sus aplicaciones en industrias.

3.1.7 PLAN DE ESTUDIOS DE LA CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Semestre	Código	Asignatura	Hr/Sem	Requisito
PRIMERO	15200	Matemáticas I	6	
	35321	Taller de Expresión y Creatividad	10	
	20100	Taller de Creatividad		
	21100	Informática I	3	
		Humanística I	3	
SEGUNDO	15300	Matemáticas II	6	15200
	13421	Física I	6	15200
	25111	Informática II	4	25100
	20201	Economía General	3	
		Humanística II	3	
TERCERO	15400	Matemáticas III	6	15300
	13422	Física II	6	13421-15300
	20301	Taller de Fundamentos de Ingeniería	8	15200-35321
	20302	Sistemas de Costos	4	20201
CUARTO	13423	Física III	6	13422
	20401	Taller de Ing. de Materiales	10	11342
	16021	Estadística I	5	15300-25111
	20402	Ingeniería Económica	4	20301
QUINTO	20501	Investigación Operativa I	4	5400
	15500	Matemáticas IV	5	15400
	20502	Taller de Procesos	10	20401
	16022	Estadística II	5	16021
SEXTO	20601	Investigación Operativa II	4	20501
	20602	Seguridad Industrial	4	13423
	20603	Taller de Ing. de Métodos	10	16021-20502
	25	Análisis y Diseño de Sistemas de Información	4	
SÉPTIMO	25	Simulación	3	16022-20601
	20701	Taller de Ing. de Producción	10	20603-20501
	20702	Control de Calidad	4	16022
	20703	Investigación de Mercados	4	16022
		Contexto I	3	
OCTAVO		Electiva I	4	
	20801	Sistemas Automatizados I (P)	6	16022-20802
	20802	Taller de Diseño de Plantas	10	20701-20602
	20803	Finanzas	4	
NOVENO		Electiva II	4	
	20901	Sistemas automatizados II (P)	6	20801
	20902	Gestión Tecnológica	3	
	20903	Formulación y Evaluación de Proyectos	4	20803
		Contexto II		
DÉCIMO		Electiva III	4	
	20001	Sistemas Automatizados III (P)	6	20901
	20002	Gerencia de Recursos Humanos	4	
	20003	Trabajo de Grado		

BIBLIOGRAFÍA

- Acofi-Icfes, "Actualización y modernización del currículo en Ingeniería Industrial", Bogotá, mimeo, 1992.
- CIDE, Uniandes, "Formación de recursos humanos para la innovación y el desarrollo tecnológico en Ingeniería", CIDE, mimeo, 1998.
- Dávila, Carlos, *Teorías organizacionales y administración: enfoque crítico*, Bogotá: McGraw-Hill, 1985.
- Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Colombia, sede Manizales, "Documentos de reforma académica", mimeo, 1989.
- Guzmán, Fernando y Hugo Herrera, "Propuesta de apertura del Programa de Ingeniería Industrial en la Facultad de Ingeniería", sede Santafé de Bogotá, 1999.
- Icfes, Boletines Estadísticos.
- Icfes, *Planteamiento alrededor del currículo en la Educación Superior*, Serie Memoria, Eventos Científicos, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Colombia, 1987.
- López, Arcesio, "Consideraciones para la creación de la carrera de Ingeniería Industrial", Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Colombia, mimeo, 1986.
- Maynard Hodson, William, *Manual del Ingeniero Industrial*, 4ª. ed., McGraw-Hill, 1996.
- Quintero, Luz, "La profesionalización de la Ingeniería Industrial en Colombia", monografía para optar al título de socióloga, Santafé de Bogotá, 1998.