

Capítulo 4

PANORAMA NACIONAL DE LOS PROGRAMAS DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Jorge Enrique Dumar Rueda¹
Rodrigo Daniel Salgado Ordosgoitia²
Mario Frank Pérez Pérez³

Resumen

Se analizó el panorama que presentan los programas de Ingeniería Industrial en Colombia, mediante un diseño de investigación no experimental, de tipo transaccional o transversal, con un alcance descriptivo. El estudio permitió concluir que la actual oferta académica la constituyen 171 programas, ofrecidos por 104 Instituciones de Educación Superior, 132 de carácter privado mientras que el resto pertenecen a Instituciones públicas. La metodología predominante es

1 Ingeniero Industrial de la Universidad del Norte, Maestría en Sistemas Integrados de Gestión de la Universidad Internacional Iberoamericana de Puerto Rico y con especialización en Estadística Aplicada de la Fundación Universitaria Los libertadores de Bogotá. Profesor de tiempo completo de la Facultad de la Facultad de Ciencias Básicas, Ingeniería y Arquitectura de la Corporación Universitaria del Caribe—CECAR. Correo: jorge.dumar@cecar.edu.co

2 Químico de la Universidad de Córdoba (Montería, Colombia), Doctor en Química de la Pontificia Universidad Católica de Chile (Santiago de Chile-Chile), y actualmente adelanta estudios de Maestría en Ingeniería Industrial en la Universidad Internacional Iberoamericana—UNINI (México) y un Máster en Organización de Empresas y Proyectos Industriales en Universidad Europea Del Atlántico (España). Corporación Universitaria del Caribe—CECAR, docente y Decano, de la Facultad de la Facultad de Ciencias Básicas, Ingeniería y Arquitectura. Correo: rodrigo.salgado@cecar.edu.co

3 Ingeniero Agroindustrial de la Universidad Pontificia Bolivariana, Magister en Ingeniería Industrial de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Doctorando en Ingeniería Industrial de la Universidad de Carabobo de Venezuela, Diplomado en Gestión de Proyectos bajo metodología PMI de la Corporación Universitaria de Asturias; Actualmente me desempeño como docente Investigador en la Corporación Universitaria del Caribe—CECAR, Sincelejo, Colombia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4020-0467>. Correo: mario.perez@cecar.edu.co

la presencial, utilizada en el 95,2% de los programas, en tanto que la modalidad utilizada en la totalidad de los programas es la de formación profesional. El número de créditos académicos oscila entre los 146 a 188. De los programas ofertados, 34 han logrado acreditación de alta calidad, entre ellos 5 acreditados internacionalmente por la ABET (Consejo de Acreditación de Ingeniería y Tecnología, ABET por su sigla en inglés) y 1 por ARCU SUR (Sistema de Acreditación Regional de Carreras Universitarias de los Estados Partes del MERCOSUR y Estados Asociados). Los perfiles ocupacionales o de desempeño de los egresados de estos programas pueden agruparse en las siguientes áreas: Gestión de Operaciones, Gestión de la Calidad, Gestión del Talento Humano, Salud Ocupacional, Logística y Distribución, Gestión Económica y Financiera, Gestión Administrativa y Gestión de la Tecnología.

Palabras clave: Acreditación, Créditos académicos, Modalidad de formación, Ingeniería Industrial

Abstract

The panorama presented by the Industrial Engineering Programs in Colombia was analyzed through a non-experimental research design, of a transactional or transversal type, with a descriptive scope. The study made it possible to conclude that the current academic offer consists of 171 programs, offered by 104 Higher Education Institutions, 132 of a private nature while the rest belong to public institutions. The predominant methodology is face-to-face, used in 95.2% of the programs, while the modality used in all the programs is that of professional training. The number of academic credits ranges from 146 to 188. Of the programs offered, 34 have achieved high quality accreditation, including 5 internationally accredited by the ABET (Council for Accreditation of Engineering and Technology, ABET by its acronym in English) and 1 by ARCU SUR (System of Regional Accreditation of University Careers of the States Parties of MERCOSUR and Associated States). The occupational or performance profiles of the graduates of these programs can be grouped into the following areas: Operations Management, Quality Management, Human Talent Management, Occupational Health, Logistics and Distribution, Economic and Financial Management, Administrative Management and Management of the technology.

Keywords: Accreditation, Academic credits, Training modality,
Industrial Engineering

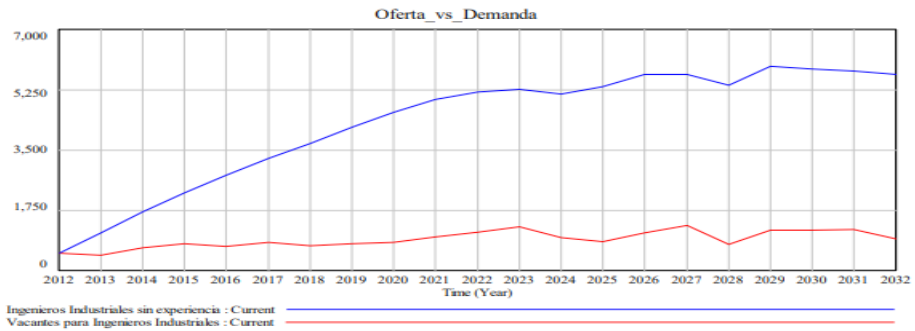
Introducción

La primera facultad de Ingeniería Industrial que se abrió en el país fue la de la Universidad Industrial de Santander, en 1958, con el objetivo de proporcionarle al país personal capacitado en el campo de la organización de la manufactura (Rodríguez Valbuena, 2015). Esta apertura se dio en el marco de un auge empresarial en la década de los 50, que estuvo acompañado con un fortalecimiento de la producción Industrial masiva, que demandó de una organización más eficiente de los procesos productivos de las empresas y de una racionalización del trabajo que crearon la necesidad de contar con profesionales educados en áreas del conocimiento relacionadas con dichas demandas. Esta primera facultad fue dirigida por el ingeniero químico Guillermo Camacho y la mayoría de profesores provenían de los programas de Química e Ingeniería Química, por lo que, en primera instancia, la Ingeniería Industrial estaba orientada a procesos químicos relacionados con la explotación del petróleo, dada la fortaleza de esa Universidad en dichos procesos.

En 1960, se establece la carrera de Ingeniería Industrial en la Universidad de los Andes y la Escuela de Administración, Finanzas y Tecnologías en Medellín. De esta manera, tal como lo señala Luisa Fernanda Rodríguez en su libro sobre la historia de la Ingeniería Industrial, comienza a ofertarse en nuestro país la enseñanza de la Ingeniería Industrial como respuesta a los requerimientos de la industria, que venía aplicando los principios de racionalización del trabajo: la descripción de oficios, tiempos y movimientos del trabajador; medida precisa del costo de cada operación; y establecimiento de estándares de trabajo e incentivos de producción (Rodríguez Valbuena, 2015). A partir de este momento, comienza un periodo de significativo crecimiento del número de programas de Ingeniería Industrial, tanto en las universidades más reconocidas del país como en muchas otras, creadas en el marco de los procesos de masificación de la educación superior (Rodríguez Valbuena, 2015). Es así como, en el periodo comprendido entre los años 1960 y 1973, ya existían 13 universidades que ofertaban, según las Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería

(ACOFI), Programas de Ingeniería Industrial para los estudiantes interesados en esta carrera. Estas universidades fueron: Universidad Industrial de Santander, Universidad de Los Andes, Fundación Universidad América, Universidad INCCA, Universidad Tecnológica de Pereira, Universidad de Antioquia, Universidad Nacional, Universidad del Tolima, Universidad Javeriana, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Universidad del Norte, Universidad de Pamplona, Universidad Libre.

Para el año de 1990, ya existían en el país aproximadamente 25 programas de Ingeniería Industrial en funcionamiento. Este aumento obedeció —de acuerdo con lo expresado por Luisa Fernanda Rodríguez Valbuena en su tesis titulada *El Campo de la Educación en Ingeniería Industrial en Colombia 1950-2000*— a un proceso de masificación de la educación superior como respuesta a la demanda social de la educación, a los problemas sociales derivados de la nueva forma de crecimiento económico y al ingreso de la mujer a la educación superior en áreas técnicas (Rodríguez Valbuena, 2014). A partir de la década de los 90, el crecimiento en el número de programas de Ingeniería Industrial podría considerarse excesivo, ya que en la actualidad se cuenta con 171 de estos programas es decir con 146 más de los que se ofertaba en 1990, lo que podría conducir a una sobreoferta de Ingenieros Industriales. En este sentido un estudio realizado por investigadores de la Universidad del Valle muestra que, a futuro, en dicho departamento, el número de vacantes para Ingenieros Industriales recién egresados será insuficiente para cubrir la creciente oferta de este tipo de profesionales, que se explica, en parte, por la continua apertura de programas de Ingeniería Industrial (Infante Montaña, Fernández Ruano, Giraldo López, & Álvarez Garcés, 2012). A continuación, se presenta una gráfica que representa la relación entre la oferta y la demanda de Ingenieros Industriales en el Valle del Cauca.



Gráfica 1. Relación entre la oferta y la demanda de Ingenieros Industriales en el Valle del Cauca.

Fuente: (Infante Montaña, Fernández Ruano, Giraldo López, & Álvarez Garcés, 2012).

Este mismo panorama podría vislumbrarse para la mayoría de departamentos del país, por presentar estas menores contribuciones al PIB nacional que el Valle del Cauca, lo que significa menores tasas de producción de bienes y servicios. Este notable incremento en el número de programas de Ingeniería Industrial podría explicarse por la necesidad de formar profesionales a partir de conceptos adaptados de las “sociedades pos-industriales del conocimiento”, como autogestión, automatización, subcontratación, logística, conglomerados industriales, que demandaba ingenieros que se desempeñaran como consultores independientes, emprendedores, ingenieros de planta, empresarios, gerentes, etc. (Rodríguez Valbuena, 2015).

De las primeras trece universidades que ofertaron el programa de Ingeniería Industrial podemos destacar las siguientes por su reconocida calidad educativa: Universidad Industrial de Santander, Universidad de Los Andes, Universidad Tecnológica de Pereira, Universidad de Antioquia, Universidad Nacional, Universidad Javeriana, Universidad Distrital Francisco José de Caldas y Universidad del Norte. Por lo tanto, podemos decir que, dada su antigüedad y calidad académica, podrían considerarse los programas de Ingeniería Industrial de estas universidades como tradicionales en el escenario nacional.

Metodología

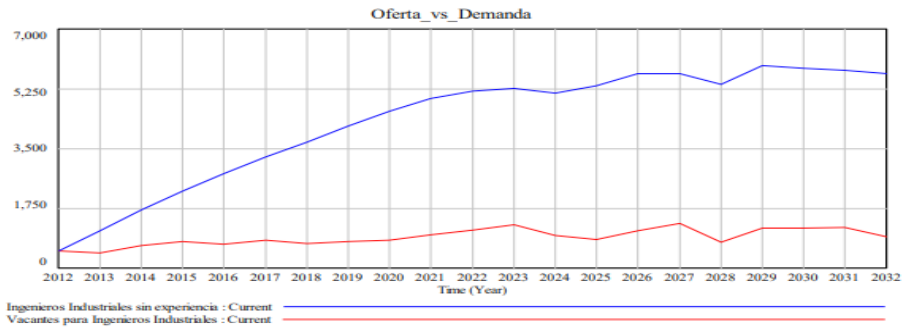
Se estableció un diseño de investigación no experimental, de tipo transaccional o transversal, con un alcance descriptivo. Para ello, se analizó la información ofrecida por el Sistema Nacional de Información de la Educación Superior—SNIES, por medio de su página web. Con respecto a la información relacionada con el programa de Ingeniería Industrial, se procedió a recolectar información en cuanto a su cantidad. Asimismo, a aquella que permitiera describir de forma más precisa la oferta educativa. Los aspectos evaluados para tal fin fueron: la modalidad educativa, el carácter académico de la Institución de Educación Superior que lo oferta, el número de créditos académicos de los programas, el lugar en donde se ofrece el programa académico, el tipo de acreditaciones con que estos cuentan y las áreas de formación de los programas.

Resultados y Discusión

A continuación, se presentan los resultados obtenidos y el análisis de los distintos aspectos estudiados:

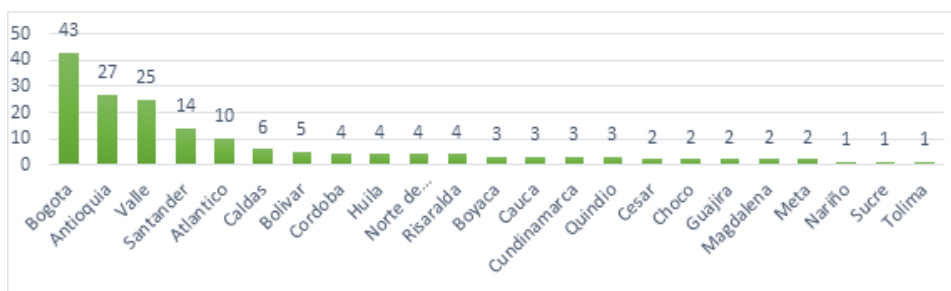
Carácter académico de las Instituciones de Educación Superior que ofertan el programa de Ingeniería Industrial a nivel nacional

La mayoría de programas de Ingeniería Industrial son ofrecidos por universidades tal y como se puede observar en la Gráfica 1 donde es posible describir la participación de las Instituciones Educativas en la oferta de programas de Ingeniería Industrial, teniendo en cuenta su carácter académico.



Gráfica 2. Carácter Académico de las IES que ofrecen el programa de Ingeniería Industrial o programas afines en Colombia.

De los 171 programas de Ingeniería Industrial que existen en nuestro país, aproximadamente el 70% funcionan en los siguientes lugares geográficos, ordenados descendientemente: Bogotá D.C, Antioquia, Valle del Cauca, Santander y Atlántico, que representan casi el 16% del total de los entes territoriales del país. Esto nos permite concluir que la oferta académica de Ingeniería Industrial tiende a concentrarse en las grandes urbes, en donde predomina en un gran porcentaje de sociedades económicamente más activas, las cuales se caracterizan por tener mayor participación en el Producto Interno Bruto (PIB) nacional, según el DANE, —entre las cuales se pueden mencionar Bogotá D.C, Antioquia, Valle del Cauca, Santander y Cundinamarca— que concentran el 62,4% del agregado nacional (DANE, 2018). Lo concluido anteriormente, podría ser explicado por la mayor pertinencia de los programas de Ingeniería Industrial en los departamentos con mayor producción de bienes y servicios. Por medio de la Gráfica 2, es posible realizar un análisis del número de Programas de Ingeniería Industrial, por Departamento.



Gráfica 3. *Número de programas de Ingeniería Industrial en Colombia, por Departamento.*

Los Programas de Ingeniería Industrial que funcionan en el país en el año 2016, último año con información de matriculados por programa académico, impartieron formación profesional a 147.909 estudiantes de pregrado de Ingeniería Industrial, de los cuales 99.977 (67,5%) estudiaban en Instituciones de Educación Superior privadas, mientras que los restantes 47.932 (32,4%) estudiaban en Instituciones públicas. Para el 2016, del total de estudiantes de Ingeniería Industrial, el 87,71% estaba estudiando su pregrado en la Modalidad Presencial, mientras que el 12,82% restante estudiaba en la Modalidad a Distancia, tal y como se evidencia en la Tabla 1, en la cual es posible determinar la participación, con respecto al aspecto de la modalidad educativa, en la que se desarrollan las actividades en las Instituciones de Educación Superior, tanto públicas como privadas.

Tabla 1

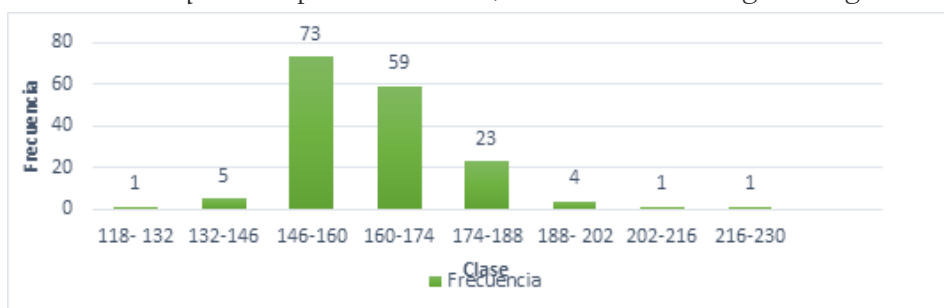
Participación de la modalidad educativa en las Instituciones de Educación Superior, tanto públicas como privadas

Participación de la modalidad educativa en las Instituciones de Educación Superior privadas	Presencial	64,8 %
	Distancia Virtual	2,7 %
	Distancia tradicional	0,1 %
Participación de la modalidad educativa en las Instituciones de Educación Superior públicas	Presencial	22,9 %
	Distancia Virtual	5,1 %
	Distancia Tradicional	4,4 %
	Total	100 %

Se observa en esta tabla, que la modalidad predominante de la oferta a nivel nacional es la Modalidad Presencial en Instituciones de Educación Superior privadas (64,8%), seguida de la Modalidad Presencial en Instituciones de Educación Superior públicas (22,9%).

Créditos académicos de los programas Ingeniería Industrial a nivel nacional

El número de créditos académicos fijados por las diferentes Instituciones Educativas para el estudio de la carrera de Ingeniería Industrial e Ingenierías afines es variable, y va desde un mínimo de 118 hasta un máximo de 230, con un número promedio de 164 créditos. La distribución del número de programas de Ingeniería Industrial y afines, según el número de créditos requeridos para su estudio, se muestra en la siguiente gráfica.



Gráfica 4. Número de programas de Ingeniería Industrial y afines por intervalo de número de créditos académicos Fuente: (SNIES, 2018).

De esta Gráfica podemos inferir que la mayor parte de los programas impartidos en Colombia, referentes a Ingeniería Industrial, concentran un número de créditos que oscilan entre los 146 a 188, con Instituciones que presentan la misma oferta con un número de créditos por debajo y por encima de estos valores, pero constituyen una minoría.

Contexto regional de los programas de Ingeniería Industrial

A nivel regional (Región Caribe) existen 26 programas académicos de Ingeniería Industrial; 21 de ellos pertenecen a Instituciones de Educación Superior de carácter privado, mientras que los 5 restantes son de Instituciones de Educación Superior públicas. La mayoría de estos programas son ofrecidos en el Departamento del Atlántico, tal y como se aprecia en la Tabla 2.

Tabla 2*Distribución de Programas por Departamento en la Región Caribe colombiana.*

Sector	Departamento							Total general
	Atlántico	Bolívar	Cesar	Córdoba	Guajira	Magdalena	Sucre	
Oficial	2			1	1	1		5
Privado	8	5	2	3	1	1	1	21
Total general	10	5	2	4	2	2	1	26

Fuente: (SNIES, 2018).

En la Región caribe el 100% de los programas de Ingeniería Industrial siguen la metodología presencial, en 92% de estos la periodicidad es semestral y en el 88% de los casos el número de semestres a cursar es 10. En cuanto al número de créditos necesarios para obtener el título de Ingeniero Industrial, cabe señalar que es variable de una institución a otra, siendo el número promedio de estos 163, con un mínimo de 152 y un máximo de 193.

De las universidades de la Región Caribe que ofrecen el programa de Ingeniería Industrial, 5 tienen certificación en acreditación de alta calidad y 16 cuentan con registro calificado. Entre el primer grupo de universidades se encuentran: la Universidad del Atlántico, la Universidad del Norte, la Universidad Tecnológica de Bolívar, la Universidad Simón Bolívar y la Corporación Universitaria de la Costa.

Mientras que en el segundo grupo aparecen: Universidad de Córdoba, Universidad del Magdalena, Universidad de la Guajira, Universidad Pontificia Bolivariana, Universidad Libre, Universidad Antonio Nariño, Universidad del Sinú, Corporación Universitaria del Caribe, Universidad de Santander, Corporación Universitaria Reformada, Institución Universitaria ITSA, Fundación Universitaria Tecnológico Comfenalco, Corporación Politécnica de la Costa, Corporación Universitaria Americana y Fundación Universitaria Colombo Internacional.

Perfiles ocupacionales o de desempeño de los programas ofertados a nivel regional

En la Tabla 3 se presentan los perfiles ocupacionales de los Ingenieros Industriales egresados de algunas de las universidades referentes en la Costa Caribe, con base en la información publicada por las mismas en sus portales oficiales de internet.

Tabla 3

Los perfiles ocupacionales de los Ingenieros Industriales egresados de algunas de las universidades referentes en la Región Caribe

Institución de educación superior	Perfil Ocupacional
Universidad del Norte	Gestión de Operaciones Gestión de la calidad Logística y distribución. Seguridad Industrial y Gestión Ambiental Gestión Económico-Administrativa: Gestión del Talento Humano.
Universidad del Atlántico	Gestión de la calidad de productos, procesos y servicios. Diseño de procesos. Gestión financiera. Diseño de sistemas de información. Gestión del talento humano. Producción y procesos de manufactura y servicios. Gestión estratégica de las organizaciones. Ingeniería de tiempos y movimientos. Gestión del mercadeo. Formación y capacitación. Gestión de la tecnología. Seguridad Industrial y salud ocupacional. Logística
Universidad Tecnológica de Bolívar	El Ingeniero Industrial de la Tecnológica se podrá desempeñar en el área de producción en labores de dirección, en producción y operaciones, control de calidad, logística, seguridad Industrial y salud ocupacional, o en el área de administración en funciones de administrador, director financiero, director del talento humano.

Institución de educación superior	Perfil Ocupacional
<p>Universidad Simón Bolívar</p>	<p>Gerenciar la producción de bienes y servicios. Gerenciar la calidad en la etapa de producción de productos y servicios. Gerenciar las operaciones de distribución. Coordinar las operaciones de almacenamiento de productos terminados. Asesorar en la planificación, diseño e implementación de los sistemas de gestión. Coordinar, dirigir y auditar los sistemas de gestión en empresas de bienes y servicios. Gerenciar el Talento Humano en una organización de bienes y servicios. Formular y evaluar proyectos de inversión. Gerenciar los procesos administrativos en empresas de bienes y servicios. Gerenciar proyectos de Ingeniería en empresas de bienes y servicios.</p>
<p>Corporación Universitaria de la Costa</p>	<p>Producción Calidad Logística Seguridad y salud en el trabajo Organizacional</p>

Teniendo en cuenta esta información, podemos agrupar los perfiles ocupacionales o de desempeño de los ingenieros Industriales egresados de las Instituciones de Educación Superior ubicadas en la Región Caribe, en las siguientes áreas: Gestión de Operaciones, Gestión de la Calidad, Gestión del Talento Humano, Salud Ocupacional, Logística y Distribución, Gestión Económica y Financiera, Gestión Administrativa y Gestión de la Tecnología.

Calidad de los programas de ingeniería industrial

Para alcanzar altos niveles de calidad, tanto en la educación como en otros tipos de bienes y servicios, se debe llevar a cabo un conjunto de actividades interrelacionadas, que permitan garantizar que la educación cumpla con una serie de características o requisitos que permitan la satisfacción de unas determinadas necesidades. Este conjunto de actividades se denomina aseguramiento de la calidad, que, para el caso de la calidad

en educación en Colombia, se define como el conjunto de acciones orientadas a promover, gestionar y mejorar permanentemente la calidad de las instituciones y programas de educación superior, y su impacto en la formación de los estudiantes (Ministerio de Educación Nacional, 2003).

El Sistema de Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior está conformado por tres componentes relacionados entre sí: (a) Provisión de la información; (b) Sistema de calidad; y (c) Fomento. Toda esta información se convierte en insumo para la evaluación y otorgamiento de registros calificados y acreditación de calidad de los programas e Instituciones de educación superior. La acreditación es una certificación de excelencia a partir de la evaluación pública que hace un par de expertos a partir de la autoevaluación que lleva a cabo un programa en particular de una institución (Ministerio de Educación Nacional, 2010).

Con respecto a este indicador de la calidad educativa en el país, podemos decir que, para el año 2016, todos los 171 programas de Ingeniería Industrial que se ofertan en Colombia tenían vigentes su registro calificado, lo cual da cuenta de que para el mencionado año todos cumplían con los requisitos mínimos de calidad exigidos por el Gobierno nacional. Esta información fue obtenida de una base de datos suministrada por el Sistema Nacional de Información Nacional de la Educación Superior (SNIES) en la cual aparecen el número de estudiantes matriculados para el primer y segundo semestre de 2016, lo cual es sinónimo de que cuentan con registro calificado ya que, de no tenerlo, el Ministerio les hubiera prohibido matricular estudiantes para el primer semestre.

Otra forma de monitorear la calidad educativa en Colombia se hace mediante la acreditación de los programas académicos. Según Alberto Roa, la acreditación no hace referencia a unos requisitos mínimos de calidad que los programas deban cumplir sino a cómo un programa académico se orienta a un deber ser, hacia un ideal de excelencia y pueden mostrar resultados específicos, tradición consolidada, impacto y reconocimiento social, entre otros aspectos, como la afirma (Roa Valero, 2003). En términos generales, la acreditación es un proceso de revisión al cual se somete una Institución de Educación Superior o programa académico para demostrar si cumple con una serie de requisitos de calidad fijados por un organismo de acreditación. La acreditación puede ser obtenida tanto nacional como internacionalmente.

Tipos de acreditación en Colombia

La acreditación en alta calidad en Colombia puede ser de tres tipos a saber (Tobón , 2006):

Acreditación voluntaria de excelencia: Otorgada a aquellos programas de pregrado que por iniciativa propia busque este reconocimiento. Para ello es necesario, además de cumplir con las condiciones mínimas de calidad para su registro calificado, seguir un proceso de autoevaluación para la mejora de la calidad. La autoevaluación es el ejercicio de revisión, reconocimiento, reflexión e intervención que realiza la comunidad académica de un programa de pregrado con el objetivo de valorar el desarrollo de sus funciones sustantivas.

Acreditación voluntaria institucional: Este tipo de acreditación está dirigido a las universidades como un todo. Para ello, deben seguir un proceso masivo de autoevaluación institucional, tener un plan de mejoramiento a largo plazo, poseer trayectoria como institución universitaria, tener varios programas de formación profesional acreditados y demostrar un impacto significativo en la sociedad, en el mundo laboral-empresarial y en la investigación.

Acreditación obligatoria: Este tipo de acreditación está contemplada en la ley para todos los programas de pregrado y posgrado de educación. A diferencia de lo que sucede con los registros calificados en nuestro país, el porcentaje de programas e Instituciones de Educación Superior acreditadas es bajo. En lo concerniente a la acreditación de Instituciones de Educación Superior (IES), de 288 de estas tan solo 47 están acreditadas, lo que corresponde al 16%. De estas 47, 14 son públicas, 28 privadas y 5 de carácter especial; es decir, Instituciones que están adscritas al Ministerio de Educación Nacional (MEN), pero que no reciben recursos del sector oficial (Revista Dinero, 2017). Por su parte el número de programas académicos acreditados es de 1.444 de un total 10.726 existentes lo que se traduce en un 13,4%. En lo que respecta a los programas de Ingeniería Industrial, de los 171 programas existentes solo 34 han logrado tan importante reconocimiento de la alta calidad (aproximadamente 20%).

A continuación, se presenta el número de programas de Ingeniería acreditados por área de desempeño para el año 2017:

Tabla 5
Numero de programas de ingeniería acreditados por área de desempeño para el año 2017

ÁREA	ACREDITACIÓN DE ALTA CALIDAD
Ingeniería Administrativa y afines	7
Ingeniería Agrícola, forestal y afines	10
Ingeniería AgroIndustrial, alimentos y afines	18
Ingeniería Agronómica, Pecuaria y afines	11
Ingeniería Ambiental, Sanitaria y afines	18
Ingeniería Biomédica y afines	6
Ingeniería Civil y afines	29
Ingeniería de Minas, Metalúrgica y afines	7
Ingeniería de Sistemas, Telemática y afines	49
Ingeniería Eléctrica y afines	13
Ingeniería Electrónica, Telecomunicaciones y afines	33
Ingeniería Industrial y afines	34
Ingeniería Mecánica y afines	23
Ingeniería Química y afines	9
Otras Ingenierías	8

Fuente: (CNA, 2018).

El mejoramiento continuo de la calidad en educación no solo se logra con procesos de acreditación de alta calidad a nivel nacional, sino que también se alcanza con acreditaciones obtenidas en el exterior.

Tipos de acreditación internacional

A nivel internacional la acreditación es realizada por diferentes organismos gubernamentales y no gubernamentales. Algunos de estos entes acreditadores son los siguientes⁴:

Consejo de Acreditación de Ingeniería y Tecnología (ABET por su sigla en inglés): Es una entidad estadounidense de acreditación de

⁴ Se relacionan aquellos en donde existen acreditaciones para programas académicos colombianos.

carácter no gubernamental que acredita programas en Ciencias Aplicadas, Computación, Ingenierías y Tecnologías de Ingeniería. Se encuentra conformada por sociedades técnicas y profesionales de Ingeniería, cuyos miembros colaboran para desarrollar requisitos o estándares con los cuales se asegura que un programa académico imparta educación de calidad. En nuestro país existen actualmente 5 programas de Ingeniería Industrial certificados por la ABET, que se presentan en la Tabla 5.

Tabla 5
Programas acreditados y las Instituciones de Educación Superior a las que pertenecen

INSTITUCIÓN DE EDUCACIÓN SUPERIOR	NOMBRE DEL PROGRAMA
EAN	Ingeniería de Producción
Pontificia Universidad Javeriana - Bogotá	Ingeniería Civil
Pontificia Universidad Javeriana - Bogotá	Ingeniería Electrónica
Pontificia Universidad Javeriana - Bogotá	Ingeniería Industrial
Pontificia Universidad Javeriana - Bogotá	Ingeniería de Sistemas
Pontificia Universidad Javeriana - Cali	Ingeniería Civil
Pontificia Universidad Javeriana - Cali	Ciencias de la computación
Pontificia Universidad Javeriana - Cali	Ingeniería Electrónica
Pontificia Universidad Javeriana - Cali	Ingeniería Industrial
Universidad de los Andes	Ingeniería Química
Universidad de los Andes	Ingeniería Civil
Universidad de los Andes	Ingeniería Eléctrica
Universidad de los Andes	Ingeniería Electrónica
Universidad de los Andes	Ingeniería Ambiental
Universidad de los Andes	Ingeniería Industrial
Universidad de los Andes	Ingeniería Mecánica
Universidad de los Andes	Ingeniería de Sistemas y computación
Universidad del Norte	Ingeniería Civil
Universidad del Norte	Ingeniería Eléctrica
Universidad del Norte	Ingeniería Electrónica
Universidad del Norte	Ingeniería Industrial
Universidad del Norte	Ingeniería Mecánica

INSTITUCIÓN DE EDUCACIÓN SUPERIOR	NOMBRE DEL PROGRAMA
Universidad del Norte	Ingeniería de Sistemas
Universidad Icesi	Ingeniería Industrial
Universidad Icesi	Ingeniería de Sistemas
Universidad Icesi	Ingeniería de telecomunicaciones

Fuente: ABET.

Sistema Arcu Sur: El Sistema de Acreditación Regional de Carreras Universitarias es resultado de un Acuerdo entre los Ministros de Educación de Argentina, Brasil, Paraguay, Uruguay, Bolivia y Chile. El Sistema ejecuta la evaluación y acreditación de carreras universitarias, y se gestiona a través de la Red de Agencias Nacionales de Acreditación (RANA), en el ámbito del Sector Educativo del MERCOSUR (ARCU-SUR, 2015). Desde el 2012, Colombia hace parte de este sistema que se constituye en un mecanismo de evaluación y acreditación regional de la calidad educativa. Para el caso de las Ingenierías, los criterios de calidad para la acreditación en alta calidad se establecieron en cuatro dimensiones a saber: Contexto Institucional, Proyecto Académico, Comunidad Universitaria, Infraestructura (ARCU-SUR, 2015).

En la actualidad, solo existe un programa de Ingeniería Industrial acreditado para nuestro país, por ARCU SUR, el cual pertenece a la Universidad del Norte. Sin embargo, existen otros programas de Ingeniería acreditados con este sistema; las Instituciones a las cuales pertenecen se muestran en la Tabla 6.

Tabla 6
Programas acreditados con este sistema con sus respectivas Instituciones educativas.

INSTITUCION DE EDUCACIÓN SUPERIOR	PROGRAMA ACADÉMICO
Escuela de Ingeniería Julio Garavito	Ingeniería Civil
Universidad del Valle	Ingeniería Eléctrica
Universidad del Norte	Ingeniería Industrial
Universidad Nacional	Ingeniería Química

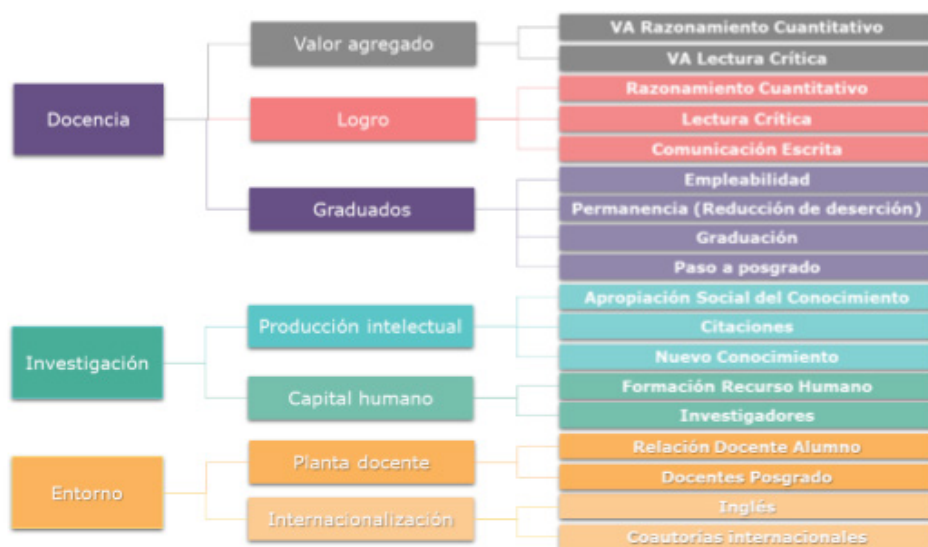
Fuente: (CNA, 2016)

Reconocimientos

Como se ha expuesto anteriormente las acreditaciones permiten certificar la alta calidad de los programas de Ingeniería Industrial. Sin embargo, existen otras alternativas para reconocer la calidad de los procesos educativos, tanto a nivel nacional como internacional. Algunas de estas alternativas se mencionan continuación:

Modelo de Indicadores de Desempeño de la Educación Superior (MIDE)

En el ámbito nacional, el Ministerio de Educación creó el Modelo de Indicadores de Desempeño de la Educación Superior (MIDE). El MIDE es un modelo multidimensional de la calidad educativa que se construye a través de 3 componentes, 7 dimensiones y 18 indicadores (MEN, 2018). Los componentes reflejan las funciones sustantivas de las Instituciones de Educación Superior. Las dimensiones son indicadores compuestos intangibles con un eje temático común. Los indicadores son mediciones precisas de resultados en un aspecto de la calidad. A continuación, se muestran las dimensiones utilizadas por el MIDE para evaluar la calidad de las Instituciones de Educación Superior:



Gráfica 6. Dimensiones utilizadas por el MIDE para evaluar la calidad de las Instituciones de Educación Superior

Fuente: (MEN, 2018)

Este modelo permite establecer un listado o Ranking de las mejores Instituciones de Educación Superior, de acuerdo con los resultados obtenidos en la evaluación de las diferentes dimensiones. Para el 2015, las 25 mejores universidades de Colombia fueron las siguientes: (AulaPro, 2017)

Tabla 8
Relacion de las 25 mejores universidades de Colombia

PUESTO	INSTITUCION DE EDUCACION SUPERIOR	¿OFERTA EL PROGRAMA DE INGENIERIA INDUSTRIAL?
1	UNIVERSIDAD DE LOS ANDES	SI
2	UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA	SI
3	COLEGIO MAYOR DE NUESTRA SEÑORA DEL ROSARIO	NO
4	UNIVERSIDAD DE LA SABANA	SI
5	UNIVERSIDAD EAFIT	SI
6	UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA	SI
7	PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA	SI
8	UNIVERSIDAD CES	NO
9	UNIVERSIDAD ICESI	SI
10	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	SI
11	UNIVERSIDAD DEL NORTE	SI
12	COLEGIO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE ADMINISTRACIÓN	NO
13	UNIVERSIDAD DEL VALLE	SI
14	UNIVERSIDAD EIA	SI
15	UNIVERSIDAD EXTERNADO DE COLOMBIA	NO

PUESTO	INSTITUCION DE EDUCACION SUPERIOR	¿OFERTA EL PROGRAMA DE INGENIERIA INDUSTRIAL?
16	UNIVERSIDAD DE CALDAS	NO
17	UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA	SI
18	UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA	SI
19	UNIVERSIDAD DEL CAUCA	NO
20	UNIVERSIDAD DE NARIÑO	NO
21	UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL	NO
22	UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS	SI
23	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BUCARAMANGA	SI
24	UNIVERSIDAD EL BOSQUE	SI
25	UNIVERSIDAD DE MEDELLÍN	SI

Fuente: (Aulapro, 2017)

Quacquarelli Symonds World University Rankings (QS).

En el contexto internacional, existen una serie de clasificaciones que ordenan a las universidades en función de una serie de criterios preestablecidos de evaluación. Una de estas clasificaciones o rankings internacionales es el QS realizado por la firma inglesa Quacquarelli Symonds que utiliza seis métricas para evaluar y clasificar a las universidades (QS World University Rankings, 2018). Estas métricas o criterios, con sus respectivas ponderaciones se presentan a continuación: Reputación Académica (40%), Reputación de Empleadores (10%), Citas Bibliográficas de Investigaciones (20%), Proporción de Estudiantes por cada Profesor (20%), Proporción de Docentes Internacionales (5%) y Proporción de Estudiantes Internacionales (5%). Considerando únicamente a las universidades latinoamericanas, son 12 las universidades colombianas que aparecen entre las 100 mejores de acuerdo con el Ranking QS de 2018. Estas universidades con sus respectivos puestos son:

Tabla 9

Listado de las 12 mejores universidades Colombianas que estan entre los 100 mejores segun el Ranking QS 2018

UNIVERSIDAD	PUESTO ENTRE LAS UNIVERSIDADES DE AMERICA LATINA SEGÚN LA CLASIFICACION QS
Unversidad de los Andes	8
Universidad Nacional	11
Universidad de Antioquia	17
Universidad Javeriana	46
Universidad del Valle	63
Universidad EAFIT	71
Universidad de la Sabana	73
Universidad Industrial de Santander	78
Universidad del Norte	89
Universidad Externado de Colombia	93
Universidad Pontificia Bolivariana	96

Fuente: (QS World University Rankings, 2018)

A excepción de la Universidad Externado de Colombia, todas estas universidades tienen dentro de sus programas académicos al de Ingeniería Industrial, por lo que es razonable suponer que dichos programas de alguna u otra forma también gozarían de este reconocimiento internacional.

Pares

En muchos países la evaluación del desempeño de las Instituciones Educativas se fundamenta en la medición de los logros alcanzados por los estudiantes, lo cual se evidencia en los puntajes promedios obtenidos en pruebas estandarizadas. De la necesidad de medir el crecimiento académico de los estudiantes a lo largo del tiempo, nace el concepto de valor agregado en educación, como indicador del desempeño de las Instituciones Educativas. El valor agregado en educación hace referencia al crecimiento que a lo largo del tiempo los estudiantes han obtenido en conocimientos, capacidades y habilidades (entre otros atributos), como producto de sus experiencias en una Institución Educativa. Según la OCDE, la medición del valor agregado puede servir para alcanzar los siguientes objetivos:

Iniciativas de Mejoramiento de las Instituciones, Rendición de Cuentas y Selección de las Instituciones.

En nuestro país el ICFES define el valor agregado de la siguiente manera: “El concepto de Valor Agregado (VA) hace referencia al logro o progreso de los estudiantes, en términos de aprendizaje. Es la diferencia entre el desempeño esperado, dependiendo su desempeño previo (Prueba SABER 11), y el desempeño observado (Prueba SABER PRO)”. En pocas palabras, el valor agregado compara los resultados de la población egresada de los diferentes programas académicos y las condiciones académicas con que ingresan.

Es así como, para realizar una medición equitativa del desempeño académico de las Instituciones, el ICFES ha creado una medida denominada valor relativo, que permite comparar Instituciones que atienden estudiantes influenciados por factores similares. El aporte relativo se puede definir como la diferencia que se da entre el nivel de desarrollo de determinada competencia observado en SABER PRO para sus estudiantes y el que se esperaría de ellos, según la estimación que se obtiene con cierto modelo de predicción, a partir de sus condiciones al inicio de la formación. (ICFES, 2017). Se puede deducir de la anterior definición que el aporte relativo es una modalidad de medición del valor agregado.

Teniendo en cuenta lo expresado y tomando como referencia a CECAR, los resultados de la medición del aporte relativo para el programa de Ingeniería Industrial de CECAR no se presenta de forma independiente, sino que se realizan de forma conjunta con el programa de Ingeniería de Sistemas, ya que estos dos programas conformarían el grupo de referencia de Ingeniería que se comparara con el mismo grupo de referencia de otras Instituciones Educativas de la vecindad. Esto, en otras palabras, significa que CECAR se incluye en esta vecindad de comparación por la similitud que tienen sus dos programas de Ingeniería con respecto a los programas de Ingeniería de las otras Instituciones Educativas.

Teniendo en cuenta lo anterior, según información del ICFES para el 2015, la vecindad de comparación de los Programas de Ingeniería de CECAR está constituido por 17 Instituciones de Educación Superior. Es decir, que las Ingenierías de la mencionada Corporación guardan similitudes con las Ingenierías de 16 Instituciones de Educación Superior

que son las siguientes: Uniagraria, Colegio Mayor de Antioquia, Universidad Santiago de Cali, Corporación Universitaria del Meta, Universidad del Tolima, Corporación Universitaria Autónoma del Cauca, Universidad Mariana, Universidad de la Guajira, Universidad de Boyacá, Corporación Universitaria Americana, Universidad Libre (Barranquilla), Escuela de Administración y Mercadotecnia del Quindío, Corporación Universitaria del Huila, Corporación Universitaria de la Costa (Hoy Universidad de la Costa) y Universidad Minuto de Dios (Bogotá).

Este análisis descriptivo del panorama nacional de los programas de Ingeniería Industrial evidencia que, para muchos aspectos, existe información que nos permite comprender el estado actual de esta Ingeniería en nuestro país, y que dicha información debería ser utilizada en aras no solo de mejorar la calidad del proceso de enseñanza de esta Ingeniería sino de evaluar continuamente el tipo de competencias que debe adquirir el futuro egresado. La calidad del proceso educativo de los programas de Ingeniería Industrial debería ser mejorada, teniendo en cuenta los resultados de las pruebas Saber Pro que, según estudios realizados para la mayoría de estudiantes de este programa a nivel nacional, son inferiores que los del promedio nacional (Jiménez Ramírez, Luzardo Briceño, & Núñez Rodríguez, 2016). Si bien es cierto que los resultados de las pruebas Saber Pro no son el único indicador de calidad que debe ser tenido en cuenta y que sus resultados deben ser analizados considerando otra serie de factores, es preocupante que los malos resultados presentados se constituyen en una alerta más, aún si se tiene en mente la gran cantidad de programas de Ingeniería Industrial existentes en Colombia. En cuanto a las competencias de los Ingenieros Industriales, estas deberían ser revisadas, porque en muchos programas ofrecidos se desdibuja el verdadero perfil ocupacional del Ingeniero Industrial enseñando saberes como Emprendimiento, Análisis Financiero, Procesos Administrativos, Sistematización, Gestión del Talento Humano, etc., que son propios de otras carreras, en especial la de Administración de Empresas, con la que muchos confunden a la Ingeniería Industrial. Tal y como lo señala Manuel Botero en su artículo “La Ingeniería Industrial, una profesión en búsqueda de la identidad perdida”, los aspectos que deben diferenciar a la Ingeniería Industrial de la Administración de Empresas en esencia son los siguientes (Botero, 2017).

- El uso del enfoque sistémico y de análisis de valor. El reconocimiento de este hecho ha conducido a que ya en muchas Universidades, la carrera se llame “Ingeniería Industrial y de Sistemas”, llamando “Ingeniería Computacional” a la tradicional “Ingeniería de Sistemas”
- El uso de modelos conceptuales y matemáticos que incluyen el componente probabilístico.
- La utilización de las Matemáticas y las Ciencias Básicas y aplicadas para los análisis y especialmente para el desarrollo de mecanismos de incremento de productividad.

Teniendo en cuenta lo anterior, es importante, entonces, utilizar de forma más eficaz la información que existe sobre Ingeniería Industrial y acerca de los programas de Ingeniería Industrial que operan en el país, de tal forma que cada Institución de Educación Superior planifique de manera adecuada el proceso educativo, buscando mejorar el crecimiento académico de los estudiantes.

Conclusiones

A pesar del gran número de programas de Ingeniería Industrial que en la actualidad están siendo ofrecidos en nuestro país, pocos actualmente son reconocidos como de alta calidad (19%), cumpliendo la mayoría con los requerimientos básicos de calidad que le permiten seguir operando en Colombia. Este panorama puede ser explicado por la alta inversión económica que exige un proceso de acreditación, que requiere, entre otros aspectos, mejorar las condiciones de los docentes, infraestructura para los programas, espacios de bienestar y tecnología. Esta alta inversión puede ser sufragada solo por algunas Instituciones privadas, cuyos costos de matrículas son relativamente altos, así como por aquellas de carácter público que reciben mayor apoyo por parte del Estado (Observatorio de la Universidad Colombiana, 2018). En otras palabras, la calidad educativa tiene un costo inherente que no puede ser pagado por una gran proporción de Instituciones Educativas y estudiantes en Colombia, país en donde aún el solo acceso a la Educación Superior es costoso para la mayoría de interesados.

Existe un acelerado crecimiento de los Programas de Ingeniería Industrial ofertados en Colombia a partir de la década de los 90, concentrándose la mayoría de ellos actualmente en los Departamentos de Cundinamarca, Antioquia, Valle, Santander y Atlántico. Aunque el inicio de la enseñanza de la Ingeniería Industrial en nuestro país obedeció a la industrialización del mismo, lo que derivó en la necesidad de una organización más eficiente de la producción y de una racionalización del trabajo, la proliferación de programas de Ingeniería Industrial atendió más el hecho de querer acaparar la alta demanda de estudiantes que deseaba estudiar la carrera, que a verdadero requerimiento de estos ingenieros por parte de las empresas. Lo anterior se deduce de lo expresado por el presidente de ACOFI, John William Branch, al afirmar que “La Ingeniería Industrial es un área con una buena oferta, pero también con retos y no hay una oferta variada y calificada para poder cumplir con las expectativas de los sectores y potencializar el desarrollo” (Velásquez, 2016).

La apertura de Programas de Ingeniería Industrial es atractiva para las Instituciones de Educación Superior ya que —como se anotó anteriormente— goza de una gran demanda de estudiantes y no requiere de mayores recursos de inversión para ser ofertados. Esto último explica, en parte, el rápido crecimiento del número de programas que funcionan en nuestro país. De lo anterior, se desprende la necesidad de estudiar más los requerimientos empresariales, en cuanto a la cantidad y competencias de los Ingenieros Industriales, que estas necesitan realmente para evitar la saturación de Ingenieros Industriales con competencias laborales desenfocadas.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la Corporación Universitaria del Caribe—CECAR, por la financiación de este trabajo investigativo.

Referencias

ARCU-SUR. (Mayo de 2015). CRITERIOS DE CALIDAD para la acreditación ARCU-SUR. Uruguay. Recuperado de <http://www.acofi.edu.co/wp-content/uploads/2016/07/Presentaci%C3%B3n-Criterios-de-Calidad-para-la-acreditaci%C3%B3n-ARCU-SUR.pdf>

- AulaPro. (30 de Agosto de 2017). MIDE 2017 - listado completo de las Mejores universidades de Colombia. MIDE 2017 - listado completo de las Mejores universidades de Colombia. Recuperado de <https://aulapro.co/noticias/ultimas-noticias/777-mide-2017-listado-completo-mejores-universidades-de-colombia>
- Botero, M. (22 de Septiembre de 2017). LA INGENIERIA INDUSTRIAL, UNA PROFESION EN BUSQUEDA DE LA IDENTIDAD PERDIDA. LA INGENIERIA INDUSTRIAL, UNA PROFESION EN BUSQUEDA DE LA IDENTIDAD PERDIDA. Bogota. Recuperado de <https://www.gerencie.com/la-ingenieria-Industrial-una-profesion-en-busqueda-de-la-identidad-perdida.html>
- CNA. (2016). EL SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DE LA EDUCACIÓN. 1-6. Colombia. Recuperado de <http://www.acofi.edu.co/wp-content/uploads/2016/12/1.-El-sistema-de-aseguramiento-de-la-calidad-de-la-educaci%C3%B3n.pdf>
- DANE. (15 de 02 de 2018). Pagina Web del DANE. Recuperado de Pagina Web del DANE: www.dane.gov.co/files/investigaciones/pib/departamentales/B_2005/Bol_dptal_2016provisional.pdf
- ICFES. (27 de Enero de 2017). Aporte relativo. Aporte relativo. Bogota. Recuperado de <http://www2.icfes.gov.co/investigadores-y-estudiantes-posgrado/valor-agregado-aporte-relativo/item/2173>
- ICFES. (02 de 03 de 2018). www.icfes.gov.co. Recuperado de <http://www.icfes.gov.co/investigadores-y-estudiantes-posgrado/valor-agregado-aporte-relativo/item/2173>: <http://www.icfes.gov.co/investigadores-y-estudiantes-posgrado/valor-agregado-aporte-relativo/item/2173>
- Infante Montaña, M., Fernández Ruano, L. M., Giraldo López, E., & Álvarez Garcés, G. V. (2012). Análisis de la relación entre oferta y demanda de ingenieros Industriales a través de la dinámica de sistemas. En X. C. Sistemas (Ed.), Memorias del X Congreso Latinoamericano de Dinámica de Sistemas, (págs. 1-10). Buenos Aires.
- Jiménez Ramírez, M. A., Luzardo Briceño, M., & Núñez Rodríguez, J. (2016). Calidad educativa de los programas de Ingeniería Industrial en Colombia. XXVI Simposio Internacional de Estadística , (págs. 1-5). Sincelejo. Recuperado de <http://simposioestadistica.unal.edu.co/fileadmin/content/eventos/simposioestadistica/documentos/>

memorias/Memorias_2016/Comunicaciones/Estadistica_y_Educa-
cion/Calidad_Programas_Ingenieria_Jimenez_Luzardo___Nunez.
pdf

- MEN. (2018). Modelo de indicadores del Desempeño de la Educación - Documento Metodológico MIDE Universitario 2018. Recuperado de Colombiaaprende: [http://www.colombiaaprende.edu.co/ckfinder/userfiles/files/Documento%20Metodol%C3%B3gico%20MIDE%20U%202018\(1\).pdf](http://www.colombiaaprende.edu.co/ckfinder/userfiles/files/Documento%20Metodol%C3%B3gico%20MIDE%20U%202018(1).pdf)
- Ministerio de Educación Nacional. (3 de Septiembre de 2003). Decreto 2566 de Septiembre 10 de 2003. Por el cual se establecen las condiciones mínimas de calidad y demás requisitos para el ofrecimiento y desarrollo de programas académicos de educación superior y se dictan otras disposiciones. Bogotá, Colombia : Ministerio de Educación Nacional. Recuperado de https://www.mineduacion.gov.co/1621/articles-86425_Archivo_pdf.pdf
- Ministerio de Educación Nacional. (10 de Junio de 2010). Sistema de aseguramiento de la calidad de la educación superior - Ministerio de Educación Nacional de Colombia. Colombia : Ministerio de Educación Nacional. Recuperado de https://www.mineduacion.gov.co/1759/w3-article-235585.html?_noredirect=1
- Obsevatorio de la Universidad Colombiana. (23 de 04 de 2018). UNIVERSIA.EDU.CO. Recuperado de UNIVERSIA.EDU.CO: <https://universidad.edu.co/index.php/noticias/13716-2016-05-17-12-24-25>
- QS Word University Rankings. (08 de 06 de 2018). QS Top University. Recuperado de QS Top University: <https://www.topuniversities.com/university-rankings/world-university-rankings/2018>
- Revista Dinero. (5 de Mayo de 2017). ¿Por qué pocas universidades tienen reconocimiento de calidad? Recuperado de <https://www.dinero.com/edicion-impresa/caratula/articulo/que-es-el-reconocimiento-de-calidad-de-las-universidades/245929>
- Roa Valero, A. (2003). Hacia Un Modelo De Aseguramiento De La Calidad En La Educación Superior En Colombia: Estándares Básicos Y Acreditación De Excelencia. 1-13. Recuperado de https://www.cna.gov.co/1741/articles-186502_doc_academico8.pdf

- Rodríguez Valbuena , L. F. (2014). Campo de educación en Ingeniería Industrial en Colombia 1950-2000: Metodología para su abordaje. España: Editorial Académica Española.
- Rodríguez Valbuena, L. F. (2015). Educación en Ingeniería Industrial en Colombia desde las pedagogías y didácticas críticas. En L. F. Rodríguez Valbuena, Enseñanza de la literatura: Perspectivas contemporaneas (págs. 171-191). Bogotá, Colombia: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- SCI - ACOFI, A. C. (17 de 05 de 2018). Asociacion Colombiana de Facultades de Ingenieria. Recuperado de <http://www.acofi.edu.co/wp-content/uploads/2013/08/La-Ingenier%C3%ADa-Industrial.pdf>
- SNIES, S. n. (16 de 05 de 2018). SNIES. Recuperado de <https://snies.mineducacion.gov.co/consultasnies/institucion>
- Velásquez, L. M. (15 de Abril de 2016). En Colombia se necesitan 18.000 ingenieros más. El Colombiano . Recuperado de <http://www.elcolombiano.com/colombia/educacion/en-colombia-se-necesitan-18-000-ingenieros-mas-JM3970856>