

# LA FORMACIÓN EN INGENIERÍA EN COLOMBIA: UNA SITUACIÓN QUE PREOCUPA

## ENGINEERING EDUCATION IN COLOMBIA: A WORRYING SITUATION

### Edgar Serna M.

Corporación Universitaria Remington  
[edgar.serna@remington.edu.co](mailto:edgar.serna@remington.edu.co)

### Alexei Serna A.

Instituto Antioqueño de Investigación  
[alexei.serna@fundacioniai.org](mailto:alexei.serna@fundacioniai.org)

### RESUMEN

La ingeniería en Colombia está en crisis, así lo demuestran diversas reflexiones e investigaciones. Con el objetivo de comprender las causas de esta situación se realizó una investigación a la situación de la formación en ingeniería en el país, los resultados se presentan en este artículo. Se trata de una serie de encuestas a 1542 estudiantes de grado once de bachillerato, a 843 estudiantes universitarios de cuarto semestre y a 699 de séptimo semestre, y a 287 ingenieros de primer año de graduación. El proceso también requirió una amplia consulta a las bases de datos del Ministerio de Educación Nacional (MEN), el Sistema Nacional de Información de Educación Superior (SNIES) y el Observatorio Laboral para la Educación. Posteriormente, y de acuerdo con las respuestas de los estudiantes de grado once, surgió la necesidad de consultar el Ranking U-Sapiens Colombia 2011-2 y seleccionar una muestra de universidades, con el objetivo de averiguar si describen claramente el perfil del ingeniero que forman. La información encontrada en las bases de datos y las respuestas presentadas por los encuestados se tabularon, analizaron y proyectaron estadísticamente.

**Palabras clave:** Crisis de la ingeniería, formación en ingeniería, carreras en ingeniería, perfiles ingenieriles.

### ABSTRACT

Engineering in Colombia is in crisis, as demonstrated by various studies and research. In order to understand the reasons for this situation was made a research to the situation of engineering education in the country; the results are presented in this article. It is a series of surveys of 1542 students from high school juniors, to 843 college students of 4 semester and 699 of seventh semester, and 287 engineers first year of graduation. The process also required an extensive consultation with the databases of the Ministry of National Education (MEN), the National System of Higher Education (SNIES) and the Educational Employment Observatory. Subsequently, according to the responses of eleventh grade students came the need to consult the U-Sapiens Colombia Ranking 2011-2 and select a sample of universities, with the aim to find out if clearly describe the profile of the engineer who form. The information found in the database and the answers provided by the respondents were tabulated, analyzed and statistically projected.

**Keywords:** Crisis of engineering, engineering education, engineering careers, engineering profiles.

### 1. INTRODUCCIÓN

Desde hace algún tiempo, los investigadores vienen publicando artículos científicos e informes de organismos internacionales en los que se afirma que la ingeniería está en crisis en el mundo (Time Magazine, 1952, Weir, 1952, Noeth *et al*, 2003, Monastersky, 2004, Benioff y Lazowska, 2005, Article, 2005, Matthews, 2005, Jackson, 2007, NAE, 2008, Sevo, 2009, UNESCO, 2010, Serna y Serna, 2013), y Colombia no es ajena a esa situación (Aldana, 1999, Valencia, 2010, Giraldo y Páez, 2010, Ulloa, 2010, Cañón y Salazar, 2011, Serna y Serna, 2013a). Esto es preocupante para el país, porque debido a los Tratados de libre Comercio (TLC) y a las iniciativas de apertura para el ingreso de industrias extranjeras, se requiere suficiente recurso humano formado adecuadamente para responder a esos desafíos.

La ingeniería es un área del conocimiento que alienta al espíritu humano para crear e innovar, y desde la investigación hasta las aplicaciones del mundo real, sus profesionales descubren constantemente la manera de mejorar la calidad de vida en las sociedades, creando soluciones nuevas y audaces que

conectan la ciencia a la práctica mediante formas inesperadas con visión de futuro. Es una profesión cuyo objetivo es convertir las ideas en realidades, pero con un efecto directo y positivo en la cotidianidad de las personas. Los ingenieros diseñan y hacen realidad los inventos con la intención de mejorar la utilización y aplicación de la ciencia y la tecnología en el mundo, para el beneficio de esta sociedad y de las venideras.

Para conocer la situación de la formación en ingeniería en Colombia se realizó una investigación que consistió de: 1) una encuesta a estudiantes de grado once de bachillerato, en la que se consultaron sus intenciones de estudio profesional, 2) una encuesta a estudiantes universitarios de cuarto y séptimo semestre, con el objetivo de conocer su opiniones y percepción del área de formación que seleccionaron, 3) una encuesta a profesionales graduados en ingeniería de primer año, para conocer su sentir y determinar la situación en la que se encontraban como ingenieros y 4) una consulta a las bases de datos del MEN, del SNIES y del Observatorio Laboral para la Educación, en las que se buscaron los datos representativos en relación con el número de matriculados y egresados en ingeniería en el país, el número de programas que se imparten en el área y otros datos estadísticos necesario para lograr los objetivos trazados en la investigación. La información recolectada permitió estructurar el mapa de la situación de la formación en ingeniería en el país, y se utilizó para realizar el análisis estadístico que se detalla en este trabajo.

## **2. METODOLOGÍA**

La metodología aplicada en esta investigación consistió en encuestas en línea. Se diseñó una página con cuatro encuestas y con diferentes preguntas abiertas y cerradas, y la información recolectada se utilizó para el análisis y la presentación de resultados. Cada encuesta se dirigió a un público objetivo de acuerdo con el nivel de estudio del participante, se aplicaron en orden y con una separación de quince días.

### **2.1 Encuesta a estudiantes de grado once**

El objetivo de esta encuesta fue conocer las opiniones acerca del área de formación superior que pensaban elegir para continuar sus estudios. En la estructura de la encuesta se incluyeron las siguientes preguntas:

1. Con base en qué selecciona una carrera. Opciones: *Recomendación, Feria, Futuro, Visita facultad, Publicidad, Universidad, Costos, Orientación profesional, Orientación psicológica, Conocimientos previos, Poca matemáticas, Experiencia previa, Otra.*
2. Con base en qué selecciona una universidad. Opciones: *Experiencia previa, Apoyo económico, Costos, Instalaciones, Clasificación nacional e internacional, Reconocimiento, Recomendación, Profesores reconocidos, Laboratorios, Publicidad, Egresados, Visita, Feria, Otra.*
3. Carrera profesional que estudiará. Abierta.
4. Porque no elige ingeniería (Para los que eligieron otra carrera). Abierta.

A quienes eligieron estudiar ingeniería se les preguntó:

5. Conoce el perfil del ingeniero que forman las universidades. Opciones: *Sí, No.*
6. Conoce el perfil del ingeniero en el área que seleccionó. Opciones: *Sí, No.*
7. Valore la claridad de la información que ofrecen las universidades acerca de las carreras en ingeniería en su página, los volantes, verbal, visitas, ferias, los medios, otras fuentes. Opciones: *Alta, Media, Baja, Confunde.*

De acuerdo con los respuestas a las últimas tres preguntas se decidió consultar una muestra de universidades para verificar la información recibida. Se consultaron los sitios web de las primeras veinte universidades del Ranking U-Sapiens Colombia 2011-2 con el objetivo de hallar:

1. La descripción del perfil del ingeniero en la facultad de ingeniería
2. La descripción del perfil del ingeniero para cada programa
3. Las competencias formativas en ingeniería

## 2.2 Encuesta a estudiantes de cuarto semestre

Para aplicarla se tomó la información recibida de los estudiantes de grado once, específicamente la relacionada con la carrera que estudiarán. La metodología consistió en seleccionar las seis carreras con mayor puntuación y agrupar las demás en la variable *Otras*. La estructura de la encuesta fue:

1. Se encuentra a gusto en la carrera que eligió. Opciones: *Sí, No*.
2. Razones por las que no encuentra a gusto. (A quienes respondieron *No* en ingeniería). Abierta.
3. Se cambió de programa. Opciones: *Ingeniería, Psicología, Administración, Contaduría, Comunicación Social, Derecho, Otra, No*.
4. De qué programa proviene. (A quienes seleccionaron diferente a *No*). Opciones: *Ingeniería, Psicología, Administración, Contaduría, Comunicación Social, Derecho, Otra*.

## 2.3 Encuesta a estudiantes de séptimo semestre

Se aplicó la misma metodología y encuesta empleada para los estudiantes de cuarto semestre, con las siguientes variaciones: para las preguntas 2 y 3 se colocaron como opciones las respuestas que obtuvieron mayor valoración en la encuesta anterior.

## 2.4 Encuesta a ingenieros de primer año de grado

Para esta encuesta se presentaron las siguientes preguntas:

1. Se encuentra a gusto con la profesión en que se graduó. Opciones: *Sí, No*.
2. Por qué razones no está a gusto (A quienes respondieron *No*). Abierta.
3. Recomendaría estudiar ingeniería. Opciones: *Sí, No, NS-NR*.

## 3. RESULTADOS

A continuación se detallan los datos recolectados en cada una de las encuestas y de las consultas a las bases de datos de los organismos y a las páginas de las universidades seleccionadas.

### 3.1 Encuesta a estudiantes de grado once

Esta encuesta la respondieron 1542 estudiantes, provenientes de diferentes colegios del área metropolitana de la ciudad de Medellín, y de planteles públicos y privados. La información recolectada como respuesta a la pregunta 1: *Con base en qué selecciona una carrera*, se muestra en la Tabla I.

**Tabla I.** Variables para seleccionar carrera

Variable	Cantidad	
Futuro	522	33,9%
Universidad	287	18,6%
Recomendación	241	15,6%
Publicidad	123	8,0%
Costos	49	3,2%
Conocimientos previos	45	2,9%
Orientación Profesional	36	2,3%
Poca matemáticas	35	2,3%
Visita facultad	34	2,2%
Experiencia previa	31	2,0%
Feria	29	1,9%
Orientación psicológica	23	1,5%
Otras	87	5,6%

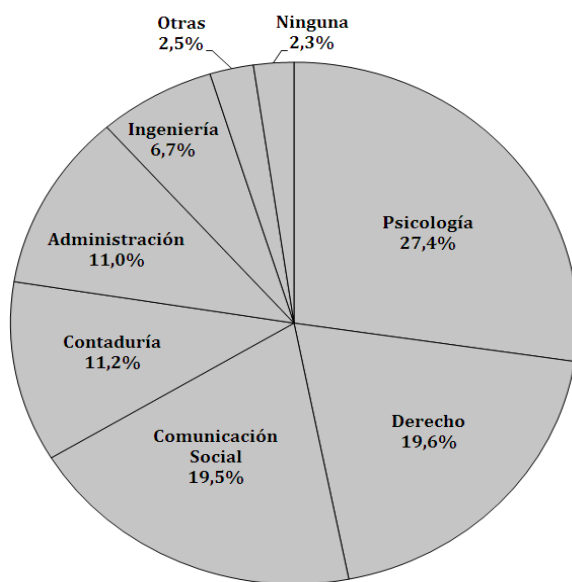
Llaman la atención las tres variables que recibieron mayor valoración, *Futuro* (33,9%), *Universidad* (18,6%) y *Recomendación* (15,6%), y que *Orientación profesional* (2,3%) y *Orientación psicológica* (1,55%) recibieran baja valoración. Al parecer los estudiantes no son orientados en los colegios para seleccionar una carrera profesional, en lo que tiene que ver con sus propias habilidades y fortalezas. La preocupación

aquí es que se equivoquen al elegir y luego se deban trasladar de programa, que abandonen sus estudios, o peor aún, que soporten el proceso y se gradúen en una profesión para la que no tenían una verdadera inclinación. Los resultados de las respuestas a la pregunta 2: *Con base en qué selecciona una universidad*, se detallan en la Tabla II.

**Tabla II.** Variables para seleccionar universidad

Variable	Cantidad	
Instalaciones	319	20,7%
Laboratorios	244	15,8%
Publicidad	223	14,5%
Reconocimiento	143	9,3%
Recomendación	119	7,7%
Costos	92	6,0%
Profesores	87	5,6%
Egresados	51	3,3%
Visitas	48	3,1%
Clasificación	41	2,7%
Experiencia previa	40	2,6%
Ferias	39	2,5%
Apoyo económico	30	1,9%
Otras	66	4,3%

En los datos de la Tabla II se observa que los estudiantes de grado once tienen un referente diverso para seleccionar universidad. Las cinco variables más seleccionadas indican que se rigen por cuestiones que están a su alcance y que pueden consultar en un momento dado, mientras que variables como *Profesores*, *Clasificación* y *Egresados*, que son indicadores de la calidad de los procesos en la institución, reciben una valoración media-baja. En la Figura 1 se describen las respuestas a la pregunta 3: *Carrera profesional que estudiará*.



**Figura 1.** Participación de las carreras elegidas en la muestra

La pregunta indagaba por la carrera que estudiarían para 2013, y los datos recolectados confirman una realidad en la academia colombiana, en el sentido de que los estudiantes de bachillerato están eligiendo cada vez menos estudiar ingeniería (Serna y Serna, 2013a) y que se inclinan por otras áreas, como la psicología el derecho y la comunicación social. Esta cuestión ha sido analizada y debatida en varios escenarios y se considera que es una de las causas de la crisis de la ingeniería en el país (Serna y Serna, 2013a).

La pregunta 4: *Por qué no eligió ingeniería*, se presentó abierta porque las opciones podrían sesgar los resultados que se esperaban. En la Figura 2 se presenta el compendio de las opiniones de los encuestados. Para estructurar estos datos se hizo una compilación de palabras con sinónimos y antónimos debido a que la lista de respuestas era extensa.



**Figura 2.** Por qué no eligen ingeniería los encuestados

La información recibida en las respuestas denota que los estudiantes no ven futuro en la profesión, y esta opinión la refuerzan con conceptos como: las obras en el país la están ejecutando empresas extranjeras, Colombia es un país consumidor y no desarrolla tecnología propia de importancia, las empresas prefieren contratar extranjeros (España, India, Brasil, Chile,...), los salarios son para técnicos o tecnólogos no para ingenieros, el ingeniero no infunde respeto en la sociedad, otras profesiones tienen mayor acogida en la sociedad, el ingeniero colombiano es un técnico para el mundo, entre otras. Esta situación se sustenta en otras opiniones que llaman la atención en las respuestas, como *La oferta confunde* (17,7%), *Demasiada oferta* (14,9%) y *El perfil confunde* (11,1%). Lo que puede ocasionar que los estudiantes no se interesen por la ingeniería y prefieran carreras de las cuales encuentren información más clara, y de las que posiblemente haya menos oferta.

Debido a que esta situación llamó la atención por los porcentajes que se reflejan en las Gráfica 1 y 2, el equipo investigador tomó la decisión de verificarla. Para hacerlo consultaron las bases de datos del MEN, del SNIES y del Observatorio Laboral para la Educación con el objetivo validar o negar las afirmaciones de los estudiantes. Las Tablas III a V contienen la información de la situación de la ingeniería en el país de acuerdo con la información obtenida de esas bases de datos.

**Tabla III.** Situación de la ingeniería en Colombia

Variable	Cantidad
Carreras de Pregrado	862
Carreras a distancia	20
Carreras presenciales	842
Promedio de créditos	167
Acreditadas de Alta Calidad	209
Con Registro Calificado	608
Por ciclos propedéuticos	10
IES que las ofertan	139
IES Públicas	45
IES Privadas	94
Programas de Ingeniería en el país	93

**Tabla IV.** Oferta de programas de Ingeniería en Colombia por departamento

<b>Departamento</b>	<b>Cantidad</b>
Bogotá	206
Antioquia	141
Valle	76
Santander	57
Atlántico	41
Norte de Santander	39
Bolívar	31
Boyacá	28
Caldas	26
Cauca	23
Nariño	22
Cundinamarca	21
Córdoba	20
Risaralda	18
Tolima	17
Meta	14
Magdalena	13
Quindío	12
Huila	11
Cesar	9
Guajira	9
Casanare	8
Choco	4
Putumayo	4
Sucre	4
Arauca	3
Caquetá	3
San Andrés y Providencia	1
Vichada	1

**Tabla V.** Programas de Ingeniería con mayor oferta en Colombia

<b>Programas</b>	<b>Cantidad</b>
Ingeniería de Sistemas	187
Ingeniería Industrial	127
Ingeniería Electrónica	79
Ingeniería Civil	60
Ingeniería Ambiental	52
Ingeniería Mecánica	44
Ingeniería de Alimentos	21
Ingeniería Eléctrica	20
Ingeniería Agronómica	18
Ingeniería Mecatrónica	18
Ingeniería Biomédica	16
Ingeniería Agroindustrial	15
Ingeniería en Telecomunicaciones	15
Ingeniería Química	14

La información que se presenta en estas tablas sustenta la afirmación de los estudiantes en el sentido de que en el país hay demasiada oferta de carreras en Ingeniería. De acuerdo con algunos reportes de la UNESCO (2010), Colombia es uno de los países de América Latina, y posiblemente del mundo, que mayor cantidad de programas en ingeniería ofrece (93), comparado con Brasil (48), México (45), por citar algunos. Aunque puede ser una fortaleza, los resultados de esta investigación demuestran que no lo es tanto, porque los estudiantes de grado once lo ven como un problema al momento de elegir formación universitaria.

Acerca de la opinión en la pregunta 4, de que *La oferta confunde*, se decidió analizar en las mismas bases de datos los nombres de los programas de ingeniería que se ofrecen en el país. En las Tablas VI y VII se muestran los resultados para Ingeniería de Sistemas e Ingeniería Industrial, dos de las tres ingenierías que recibieron mayor cantidad de referencias en las respuestas de los estudiantes.

**Tabla VI.** Estudio de caso 1: Ingeniería de Sistemas

Programa	Cantidad
Ingeniería de Sistemas	154
Ingeniería Informática	12
Ingeniería de Sistemas y Computación	10
Ingeniería de Sistemas y Telecomunicaciones	4
Ingeniería Multimedia	4
Ingeniería Telemática	4
Ingeniería de Sistemas con Énfasis en Telecomunicaciones	3
Ingeniería de Sistemas e Informática	2
Ingeniería de Software	2
Ingeniería en Informática	2
Ingeniería de Sistemas Informáticos	1
Ingeniería en Multimedia	1
Ingeniería en Software	1
Ingeniería en Telemática	1

**Tabla VII.** Estudio de caso 2: Ingeniería Industrial

Programa	Cantidad
Ingeniería Industrial	127
Ingeniería Agroindustrial	15
Ingeniería Financiera	6
Ingeniería de Mercados	4
Ingeniería de Procesos	4
Ingeniería de Producción	4
Ingeniería Administrativa	3
Ingeniería Comercial	3
Ingeniería de Diseño de Producto	2
Ingeniería Administrativa y de Finanzas	1
Ingeniería de Procesos Industriales	1
Ingeniería de Producción Agroindustrial	1
Ingeniería de Productividad y Calidad	1
Ingeniería en Diseño Industrial	1

Sin entrar en análisis profundos acerca de los motivos por los cuales las IES eligen estos nombres, ni con base en qué el Estado las autoriza a abrirlos, esta situación genera confusión en los estudiantes al momento de seleccionar una carrera. Si a esto se suma que no reciben *Orientación profesional* (2,3%) ni *Orientación psicológica* (1,55%) adecuada para elegir estudios superiores, se incrementa la posibilidad de que se extravíen en ese laberinto de opciones con tantas denominaciones, y opten mejor por no estudiar ninguna.

Para las preguntas 5: *Conoce el perfil del ingeniero que forman las universidades* y 6: *Conoce el perfil del ingeniero en el área que seleccionó*, se presentaron las opciones de respuesta Sí y No. Los resultados se muestran en la Tabla VIII.

**Tabla VIII.** Conocimiento de los perfiles

Pregunta	Sí	No
Conoce el perfil del ingeniero que forman las universidades	3,8%	96,2%
Conoce el perfil del ingeniero en la especialidad que seleccionó	65,3%	34,7%

Para complementar los datos recolectados en las anteriores respuestas se formuló la pregunta 7: *Valore la claridad de la información que ofrecen las universidades acerca de las carreras en ingeniería* en su página, los volantes, verbal, visitas, ferias, los medios, otras fuentes, con opciones de respuesta abierta. Los resultados se describen en la Tabla IX.

**Tabla IX.** Claridad de la información que ofrecen las IES

Variable	
Alta	4,1%
Media	14,7%
Baja	28,0%
Confunde	53,2%

Estos resultados nuevamente llamaron la atención de los investigadores, y para constatar las respuestas a las preguntas 5, 6 y 7 decidieron consultar los sitios web de las primeras veinte universidades del Ranking U-Sapiens Colombia 2011-2 (<http://www.sapiensresearch.org/>), como una fuente representativa para buscar la información acerca del perfil del ingeniero de cada Institución y de cada programa que ofrece. En la Tabla X se describen las universidades seleccionadas.

**Tabla X.** Universidades seleccionadas del Ranking U-Sapiens

Puesto	Tipo - Nombre	Sede
1	Universidad Nacional de Colombia	Bogotá
2	Universidad de Antioquia	Antioquia
3	Universidad de los Andes	Bogotá
4	Universidad del Valle	Valle del Cauca
5	Pontificia Universidad Javeriana	Bogotá
6	Universidad Nacional de Colombia	Antioquia
7	Fundación Universidad del Norte	Atlántico
8	Universidad Industrial de Santander	Santander
9	Universidad Pontificia Bolivariana	Antioquia
10	Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia	Boyacá
11	Universidad de Caldas	Caldas
12	Universidad Tecnológica de Pereira	Risaralda
13	Universidad de Cartagena	Bolívar
14	Universidad Externado de Colombia	Bogotá
15	Universidad Distrital Francisco José de Caldas	Bogotá
16	Universidad del Cauca	Cauca
17	Universidad del Rosario	Bogotá
18	Universidad Santo Tomás	Bogotá
19	Universidad EAFIT	Antioquia
20	Universidad de la Sabana	Cundinamarca

De acuerdo con el Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación (Colciencias), el perfil general del ingeniero colombiano es que es un profesional con conocimientos científicos y tecnológicos ligados a una capacidad práctica para desarrollar soluciones creativas y viables. Actitud innovadora, creativa y de liderazgo para anticipar y promover el cambio tecnológico. Habilidades gerenciales y empresariales, especialmente en la dirección estratégica de las organizaciones, gestión tecnológica, creación de empresa, formación de capital humano, trabajo en grupos y redes de innovación y gerencia de proyectos de innovación. Con ética, política y responsabilidad social, y conciencia y compromiso con el desarrollo humano, de la comunidad, la región y la sociedad en general.

De acuerdo con la información recolectada en la consulta en línea, la mayoría de las IES en el país no presentan el perfil general de sus ingenieros. De las 20 instituciones consultadas sólo la Universidad de Antioquia y la Universidad Tecnológica de Pereira ofrecen esta información, además de que también lo hacen para cada programa que ofrecen. En otros resultados, la Universidad del Rosario y la Universidad Externado de Colombia no tienen Facultad de Ingenierías, la Universidad Industrial de Santander tiene

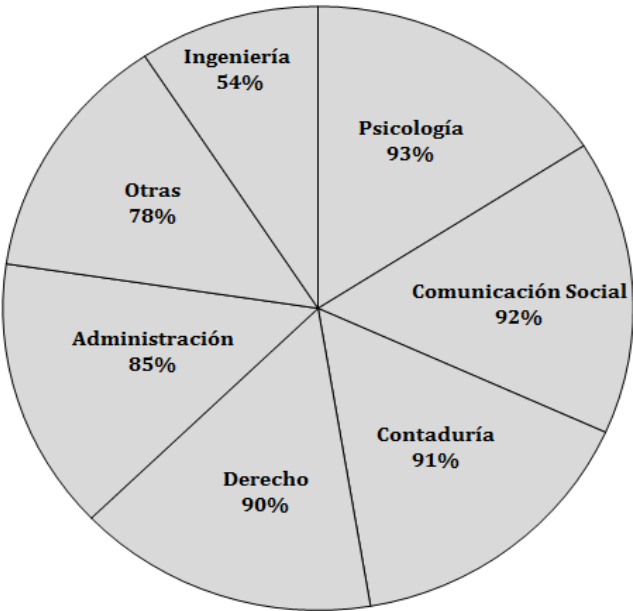


dos facultades: Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas y Facultad de Ingenierías Fisicoquímicas, las demás instituciones presentan el perfil del ingeniero para cada programa pero no lo hacen de forma general.

Al parecer las IES no le prestan adecuada atención a este hecho, pero sí ofrecen amplia información de los convenios internacionales, de la clasificación de los grupos de investigación y de los eventos que organizan. Aunque esta información es importante, los estudiantes de grado once no parecen interesarse mucho en ella, porque buscan primordialmente que se les informe cual es la intención formativa de la universidad en el área de la ingeniería, y su apreciación en las encuestas así lo demuestra.

**3.2 Encuesta a estudiantes de cuarto semestre**

Esta encuesta la respondieron 853 estudiantes de IES públicas y privadas del área metropolitana de la ciudad de Medellín. La pregunta 1: *Se encuentra a gusto en la carrera que eligió*, buscaba conocer la opinión de los encuestados acerca de si consideraban que se habían equivocado al elegir la carrera. Para darle continuidad a la encuesta de los estudiantes de grado once, se decidió indagar por las carreras que obtuvieron mayor valoración. Los resultados obtenidos se muestran en la Figura 3.



**Figura 3.** Aceptación de la carrera elegida

De acuerdo con esta información, se observa que en términos generales los estudiantes están a gusto con su elección. Pero llama la atención el porcentaje bajo que obtuvo Ingeniería, en relación con las otras carreras, de acuerdo con la opinión de los 210 estudiantes de este programa. Como el objetivo de la investigación se centra en conocer la situación de la formación en ingeniería en el país, a los estudiantes que respondieron *No* estar a gusto en esta carrera se les presentó la pregunta 2: *Por qué no se encuentra a gusto en la carrera que estudia actualmente*, y los resultados se describen en la Tabla XI.

**Tabla XI.** Por qué no están a gusto los estudiantes de ingeniería

Variable	
Profesores	17%
No cumple lo ofrecido	16%
Universidad	15%
No era lo esperado	13%
Metodología	8%
Poca práctica	7%

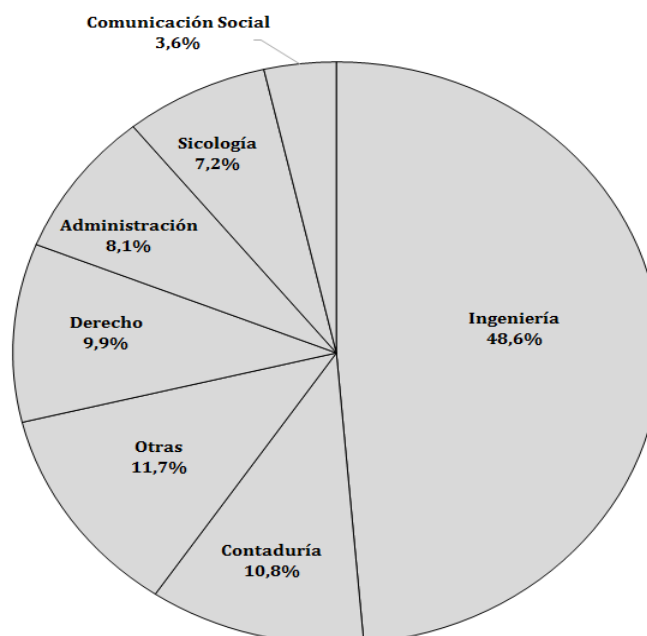
Matemáticas	5%
Por fuera de la realidad	5%
Perfil	4%
Mucha exigencia	4%
Contenidos no relacionados	3%
Desarticulación con la industria	3%

Esta era una pregunta abierta, por lo que la información de la Tabla XI es un resumen a las respuestas de los 111 estudiantes de ingeniería que no están conformes en el programa. Se buscó integrar en variables particulares la información obtenida. En la variable *Profesores* se presentaron comentarios como: baja preparación, improvisación, no motivan el curso o la carrera, demasiado ego, se limitan a repetir un libro, no saben llegar al estudiante, no tienen experiencia profesional ni académica, entre otras. Para *No cumple lo ofrecido*: mucha teoría, no se observa la práctica, no incentiva la investigación, los profesores no son de primer nivel, no convence el futuro esperado, y otras más. En relación con la *Universidad* los encuestados opinaron, entre otras: no actualiza contenidos, la metodología es estática, falta dinamismo en los procesos, no convoca a la investigación formativa, los estudiantes están en segundo plano, los horarios de atención no son adecuados, los directivos no parecen estar preparados y la contratación de profesores deja mucho que desear.

Para complementar la información recolectada en las anteriores preguntas se hicieron otras dos. Pregunta 3: *Se cambió de programa*, y a quienes respondieron *Sí* se les presentó la pregunta 4: *De qué programa proviene*. Los datos se muestran en la Tabla XII y en la Figura 4 respectivamente.

**Tabla XII.** Estudiantes que provienen de otro programa

Carrera a la llegan	Total
Derecho	22
Sicología	21
Comunicación Social	19
Contaduría	17
Administración	17
Otras	14
Ingeniería	1



**Figura 4.** De cuál programa provienen los estudiantes que cambiaron carrera

El 13% de los 853 estudiantes encuestados se han cambiado de carrera, y eligieron las cinco primeras de la Tabla XII como su mejor opción. Nuevamente llama la atención que sólo uno de ingeniería se halla cambiado desde otra carrera. Como era necesario contrastar esta información, los datos de la pregunta 4 permitieron complementar el contexto general de la rotación entre programas que efectúan los estudiantes de cuarto semestre. Los resultados se detallan en la Figura 4.

Nuevamente resalta en esta gráfica el hecho que el mayor porcentaje de estudiantes proviene de ingeniería. Este dato refuerza lo que hasta el momento se ha encontrado en la investigación, acerca de que los estudiantes no tienen asesoría adecuada en el bachillerato para seleccionar estudios superiores y se equivocan, además, que cuando no están a gusto en el programa la opción que tienen es cambiarse a otra carrera.

### 3.3 Encuesta a estudiantes de séptimo semestre

699 estudiantes respondieron esta encuesta. Luego de conocer la opinión de los que cursan cuarto semestre, esta encuesta se aplicó para analizar y comparar la situación de la formación en ingeniería en un proceso un poco más avanzado. Las preguntadas presentadas fueron las mismas que se aplicaron en la encuesta anterior. La información recibida como respuesta a la pregunta 1: *Se encuentra a gusto en la carrera que eligió*, se muestra en la Tabla XIII.

**Tabla XIII.** Aceptación de la carrera elegida

<b>Carrera</b>	
Sicología	98%
Comunicación Social	95%
Contaduría	93%
Derecho	90%
Administración	87%
Otras	81%
Ingeniería	44%

Mientras que el 54% de los estudiantes de cuarto semestre se encuentran a gusto estudiando ingeniería, en la opinión de los 208 estudiantes de séptimo semestre este porcentaje desciende a 44%. Para conocer las razones que originan esta opinión se realizó la pregunta 2: *Por qué no se encuentra a gusto en la carrera que actualmente estudia*. Las opciones para esta pregunta fueron las opiniones de los estudiantes de cuarto semestre, que se presentan en la Tabla XI, debido a que fueron las que obtuvieron mayor valoración. La información que entregaron los encuestados como respuesta se detalla en la Tabla XIV.

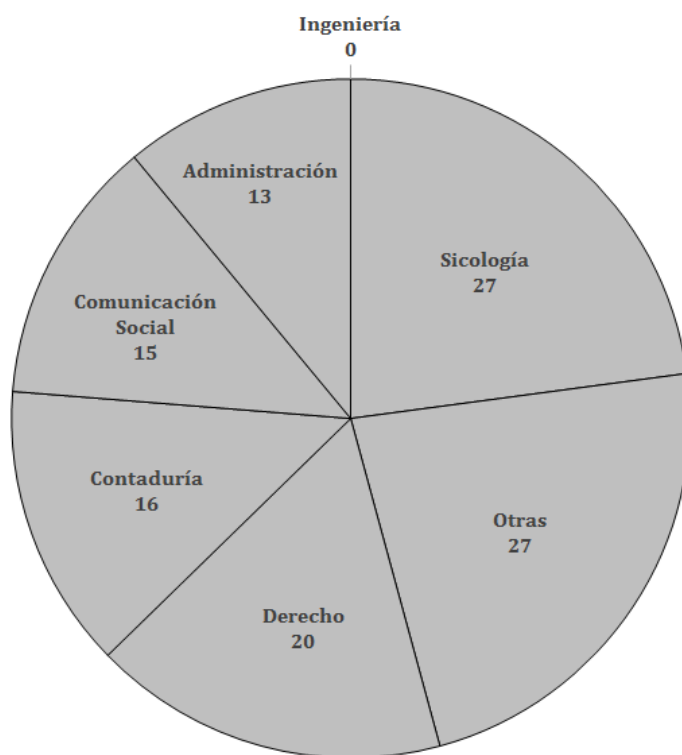
**Tabla XIV.** Por qué no están a gusto los estudiantes de ingeniería

<b>Variable</b>	
No cumple lo ofrecido	24%
Universidad	17%
Profesores	14%
Metodología	11%
No era lo esperado	8%
Poca práctica	8%
Matemáticas	5%
Mucha exigencia	4%
Por fuera de la realidad	3%
Perfil	3%
Contenidos no relacionados	2%
Desarticulación con industria	1%

La valoración a estas variables varía entre los estudiantes de séptimo semestre (Tabla XIV) y los de cuarto semestre (Tabla XI). Los primeros tienen una mejor opinión de los *Profesores*, pero en cuanto a que *No cumple lo ofrecido*, la *Universidad*, la *Metodología* y *No era lo esperado*, incrementan la valoración negativa.

Por ejemplo, de la *Universidad* opinan: No se interesa por hacer seguimiento al logro de competencias, las consultas a los estudiantes sólo se hacen cuando están en procesos de acreditación o renovación, no fomenta el diálogo entre estudiantes, profesores y directivas, no escucha razones ni sugerencias, no innova, no es dinámica, entre otras. En relación con *No cumple lo ofrecido* las opiniones son: es un programa sin futuro, la industria no conoce el perfil, no es multidisciplinar, no genera investigación ni innovación, entre otras. En términos generales la apreciación de los estudiantes acerca de la formación en ingeniería no mejora mucho entre el cuarto y el séptimo semestre.

Para conocer si la alternativa de cambio de programa era la solución por la que optaban los estudiantes no conformes, se les presentaron las preguntas 3: *Se cambió de programa* y, a quienes respondieron *Sí*, la pregunta 4: *De qué programa proviene*. Los resultados se muestran en la Figura 5 y en la Tabla XV, respectivamente.



**Figura 5.** Estudiantes que provienen de otro programa

En total se cambiaron de programa 118 estudiantes, y para ingeniería, como se observa en la Figura 5, no llegó ninguno. Ahora bien, esta información se complementa en la Tabla XV, en la que se describen las carreras de las cuales provienen estos estudiantes.

**Tabla XV.** Programa del que provienen los estudiantes que cambiaron carrera

Carrera	
Otras	32,2%
Ingeniería	28,8%
Contaduría	11,9%
Administración	10,2%
Derecho	7,6%
Comunicación Social	5,1%
Sicología	4,2%

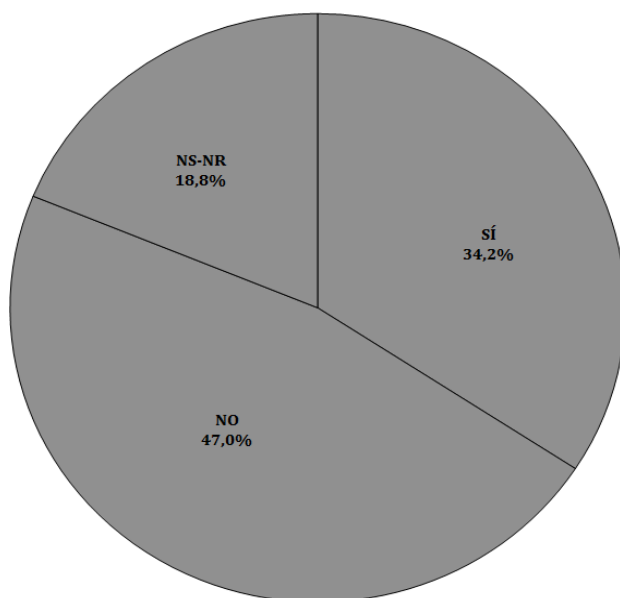
Como sucedió con los estudiantes de cuarto semestre, entre las carreras analizadas la ingeniería alcanza el mayor valor en cuanto a la carrera de la cual se cambian los estudiantes de séptimo. Aunque el porcentaje se reduce de 48,6% a 28,8%, se puede comprender porque a este nivel los estudiantes tienen un mayor nivel de madurez y analizan de mejor forma las consecuencias de un cambio de carrera.

### 3.4 Encuesta a ingenieros de primer año de grado

Luego de conocer los resultados de las encuestas a estudiantes de grado once y de cuarto y séptimo semestre en carreras profesionales, con atención especial a los de ingeniería, era necesario conocer también la opinión de los recién graduados en esta área de formación. La encuesta consistió de tres preguntas que respondieron 287 profesionales. La pregunta 1: *Se encuentra a gusto con la profesión en que se graduó* fue una pregunta cerrada con opciones *Sí* o *No*. Los resultados fueron que el 53% (152 ingenieros) *Sí* estaba a gusto con su título y que el 47% (135 ingenieros) *No* lo estaba. A quienes respondieron *No* se les planteó la pregunta 2: *Por qué razones no está a gusto*, una pregunta abierta, y cuyos resultados se tabulan en la Tabla XVI.

**Tabla XVI.** Por qué no están a gusto con el título de ingeniero

Variables	
Incomprensión del perfil en la industria	15,6%
Falta preparación desde el pregrado	14,8%
Salarios	13,3%
No concuerda la realidad con la formación	12,6%
Baja valoración social	10,4%
Nivel de exigencia industrial	8,1%
Áreas escasas de aplicabilidad	7,4%
Otras expectativas	5,2%
Labores rutinarias y repetitivas	5,2%
Mucha oferta y poca demanda	3,7%
Competencia extranjera	3,7%



**Figura 6.** Recomendaría estudiar ingeniería

Estos resultados refuerzan los encontrados en las investigaciones de Serna y Serna (2013, 2013a), en el sentido de que la industria parece no tener claro el perfil, las competencias y los roles que pueden desempeñar los ingenieros. Además, que los procesos formativos que las universidades estructuran y aplican en esta área de formación no los capacita adecuadamente para enfrentar la vida laboral. Algunas

opiniones en la primera variable: nos valoran como técnicos, las funciones asignadas no corresponden con el título, se *presume* un conocimiento para el cual no se está formado, confunde el título —aquí es sobresaliente la opinión de los Ingenieros de Sistemas, en el sentido que sólo los ven como programadores—, entre otras.

Otra cuestión que llama la atención en estas respuestas es la relacionada con los *salarios*, porque los ingenieros cruzan esta variable con los de *mucha oferta y poca demanda* y con la *competencia extranjera*, en el sentido de que los empresarios están dispuestos a pagar mejores salarios a los ingenieros que llegan de otros países, aunque sus capacidades no sean superiores a las que ellos han adquirido. Esto tiene relación directa con lo expuesto por Serna y Serna (2013) en los resultados de su investigación, en el sentido de que la crisis de la ingeniería en el mundo se debe principalmente a los *procesos formativos*, y por tanto se puede concluir que los extranjeros también tienen una preparación inadecuada. Luego se presentó la pregunta 3: *Recomendaría estudiar ingeniería*, y los resultados se muestran en la Figura 6. Esta pregunta se hizo al total de ingenieros participantes en la encuesta.

Estos datos reflejan la inconformidad de los ingenieros con su profesión, aunque algunos comentan que ésta es su pasión y que la estudiaron porque recibieron una adecuada orientación antes de ingresar a la universidad, pero que el medio no les brinda el apoyo suficiente. Otra cosa que cuestionan es que el Estado parece no interesarse por ejercer mayor control en cuanto la apertura de programas, porque las universidades están ofertando ingenierías que parecen no tener sentido y que no atienden las necesidades sociales, empresariales y sociales. Argumentan que Colombia tiene una de las parillas más amplias de oferta de carreras en ingeniería en el mundo, lo que dificulta el proceso de selección de una de ellas. Además, que el país necesita claridad en cuanto a qué áreas ingenieriles son las que debe potencializar para alcanzar un mayor nivel de desarrollo.

La información recolectada en varias de las encuestas generó en el equipo la inquietud de averiguar el comportamiento estadístico de las matrículas en ingeniería, y realizar una proyección para conocer su comportamiento en el futuro próximo. Para hacerlo consultaron nuevamente en las bases de datos del MEN, el SNIES y el Observatorio Laboral para la Educación. Se tomó una ventana de observación entre 2001 y 2011. La primera comparación (Tabla XVII) se hizo entre los matriculados y los graduados en ingeniería en esa ventana.

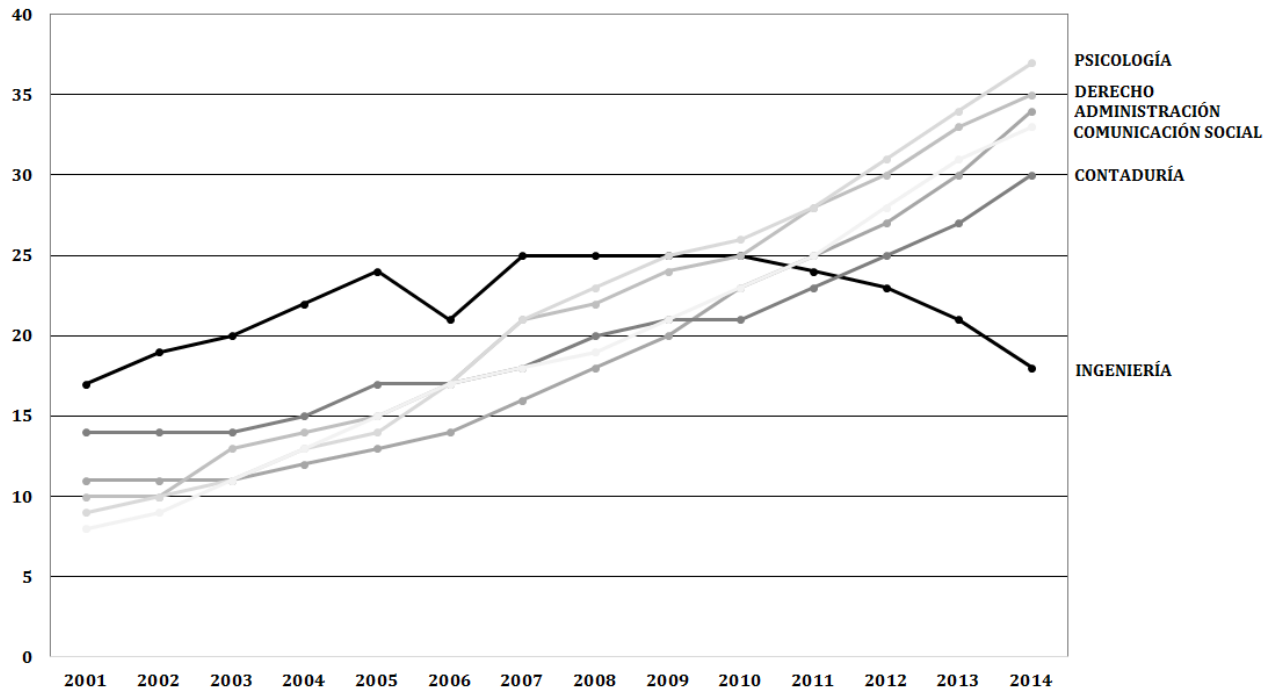
**Tabla XVII.** Matriculados vs graduados en ingeniería

Año	Matriculados	Graduados	Porcentaje
2001	374.614	16.980	
2002	380.390	18.829	
2003	396.714	20.159	
2004	404.403	21.532	
2005	415.985	23.948	6,4%
2006	422.046	21.125	5,6%
2007	439.011	24.780	6,2%
2008	457.584	24.986	6,2%
2009	480.415	25.239	6,1%
2010	491.644	25.109	5,9%
2011	512.349	24.175	5,5%

Asumiendo que los estudiantes asisten durante 10 semestres antes de obtener su título, se observa que sólo el 6,4% de quienes ingresaron en 2001 se graduaron en 2005, y la tendencia indica que no se supera en 7% en los demás años, con inclinación a descender, aunque los matriculados muestran un incremento considerable. Cabe aquí la pregunta: ¿qué pasa con el resto de estudiantes matriculados en el desarrollo de su proceso formativo? Estos resultados parecen sustentar las respuestas de los estudiantes de cuarto y séptimo semestre, en el sentido de que la mejor opción, al estar inconformes en ingeniería, es la de cambiarse de carrera. El objetivo de esta investigación no era averiguar el por qué se presenta esta

situación y qué estudios se han hecho para diagnosticarla, pero los investigadores están convencidos que esta cuestión amerita un proyecto para encontrar respuestas.

Otra cuestión que pareció interesante analizar fue el comparativo entre las tendencias en ingeniería con las carreras que más eligen tomar los estudiantes de grado once, en lo que tiene que ver con la cantidad de graduados que se espera para los próximos tres años. Los resultados se muestran en la Figura 7.



**Figura 7.** Tendencias en la cantidad de graduados en ingeniería vs otras carreras

La Figura 7 incrementa la preocupación acerca de la formación en ingeniería en Colombia y la crisis la de la ingeniería en el país. De acuerdo con esta información, la crisis se incrementará en los años venideros, debido a que cada vez se graduarán menos ingenieros. Esta es una situación que se repite en la mayoría de países en el mundo (Serna y Serna, 2013), con la diferencia de que en muchos de ellos se iniciaron planes de contingencia y de solución desde hace algún tiempo.

#### 4. CONCLUSIONES

- La ingeniería en Colombia merece un capítulo aparte en lo que tiene que ver con la formación que se imparte desde los programas. Es decir, se necesita que el Estado ejerza un adecuado control y que regule de mejor forma su ejercicio profesional, que la Universidad estructure e imparta programas con currículos estructurados de acuerdo con las exigencias actuales y futuras, y que la Sociedad comprenda la importancia de esta área del conocimiento para su bienestar. Pero al parecer estos actores no están ejecutando adecuadamente su rol ni sus funciones en lo que tiene que ver con la formación en ingeniería.
- En este artículo se describe y analiza la situación de la formación en ingeniería en Colombia, y los resultados son preocupantes. Los estudiantes de grado once eligen cada vez menos esta área del conocimiento como su opción formativa profesional, los matriculados en cuarto y séptimo semestre opinan que no fue su mejor elección y en amplio porcentaje deciden cambiar de carrera. Pero una de las situaciones halladas que mayores preocupaciones debe generar es la opinión de los recién graduados, porque están descontentos con su título y mayoritariamente recomiendan no estudiar estas

carreras. Por otro lado, las tendencias en el número de graduados año tras año demuestran que la ingeniería es la carrera que menor cantidad tendrá, con una marcada tendencia a disminuir.

- La información recolectada en las encuestas debe servir para iniciar procesos para mejorar la situación de esta área del conocimiento. De lo contrario, el país no tendrá en el futuro cercano la mano de obra suficiente para mantener sus programas de desarrollo. La situación involucra a los tres actores más representativos de la sociedad, es decir, la Universidad, la Industria y el Estado, que deben aunar esfuerzos para superar la situación antes que sus repercusiones sean mayores.
- La Ingeniería se considera como una de las profesiones cuyos productos más impacta el desarrollo tecnológico de los países, pero desde finales del siglo XX algunas universidades en el mundo descubrieron que esta área del conocimiento se encontraba en crisis. A partir de estos diagnósticos iniciaron procesos de intervención para encontrar soluciones, como la transformación de sus currículos, los procesos de contratación de profesores, dinamizar la institución, integrar de mejor forma a la Universidad con la Industria y el Estado, entre otras muchas, con el objetivo de responder a las exigencias de la globalización, pero especialmente en los campos de la ciencia y la tecnología. Colombia debe tomar nota de esos procesos e iniciar los suyos, para intentar solucionar la crisis antes que sea irreversible.
- La información recolectada en esta investigación sustenta los resultados de otras investigaciones, como la de Serna y Serna (2013a), según las cuales la ingeniería en Colombia está en crisis. En esos resultados la variable con mayor valoración fue *Procesos formativos*, vistos como una integración de los fines perseguidos y el nivel deseado en la formación. Estos procesos integran componentes como currículo, universidad y la relación Universidad-Empresa-Estado, entre otros. La investigación que se presenta en este artículo tiene como objetivo describir la situación de la formación en ingeniería en Colombia, como parte estructural del macro proyecto “La crisis de la Ingeniería a comienzos del siglo XXI: Situaciones y posibles soluciones”, próximo a ejecutarse y del que también hacen parte las investigaciones de Serna y Serna (2013, 2013a); se trata de un proyecto en estructuración para desarrollar con cooperación internacional y cuyo objetivo será presentar opciones de solución a la situación diagnosticada.
- Ese trabajo futuro deberá contar con el apoyo de los actores descritos en este trabajo, porque de lo contrario será un proyecto más sin ninguna aplicación práctica, algo ampliamente reconocido por los estudiantes como causa de la crisis de la ingeniería. Se debe iniciar un trabajo mancomunado para superar esta situación lo antes posible, y evitar que el desarrollo del país se detenga por falta de capital humano bien formado en ingeniería.

## 5. REFERENCIAS

- Aldana, E. (1999). ¿Crisis de la ingeniería colombiana al final del siglo XX? *Revista de Ingeniería*, 9(9), 7-17.
- Article. (2005). Lack of engineers pushes Sakhalin costs up. *Professional Engineering*, 18(14), 13.
- Benioff, M. y Lazowska, E. (2005). *Computational Science: Ensuring America's Competitiveness*. President Information Technology Advisory Committee: PITAC Report.
- Cañón, C. y Salazar, J. (2011). La calidad de la educación en ingeniería: un factor clave para el desarrollo. *Ingeniería e Investigación*, 31, 40-50.
- Giraldo, J. y Páez, F. (2010). Globalización y los proyectos de ingeniería. *Revista Ingeniería y Sociedad*, 2, 42-46.
- Jackson, S. (2007). Waking Up to the “Quiet Crisis” in the United States. *The College Board Review*, 210, 21-27.
- Matthews, C. (2007). *Science, Engineering, and Mathematics Education: Status and Issues*. USA: CRS Report for Congress.
- Monastersky, R. (2004). Is There a Science Crisis? Maybe Not. *The Chronicle of Higher Education*, 50(44), A10.
- NAE. (2008). *Changing the Conversation: Messages for Improving Public Understanding of Engineering*. USA: National Academies Press.



- Noeth, J., Cruce, T. y Harmston, T. (2003). *Maintaining a Strong Engineering Workforce*. American College Testing: ACT Policy Report.
- Serna, E. y Serna, A. (2013). Is it in crisis engineering in the world? A literature review. *Rev. Fac. Ing. Univ. Antioquia*, 66, 199-208.
- Serna, E. y Serna, A. (2013a). Engineering Crisis in Colombia – State of the Question”. *In Press*.
- Sevo, R. (2009). Information Sheet: The Talent Crisis in Science and Engineering. Online: [http://www.engr.psu.edu/awe/secured/director/assessment/Literature\\_Overview/PDF\\_overviews/ARP\\_InfoSheet\\_Talent\\_Crisis\\_in\\_SandE.pdf](http://www.engr.psu.edu/awe/secured/director/assessment/Literature_Overview/PDF_overviews/ARP_InfoSheet_Talent_Crisis_in_SandE.pdf) [Sep. 2012].
- Time Magazine. (1952). Education: Engineer Shortage. Apr. 21. Online: <http://www.time.com/time/magazine/article/0,9171,889495,00.html> [Sep. 2012].
- Ulloa, G. (2010). ¿Qué pasa con la ingeniería en Colombia? *Revista Ingeniería y Sociedad*, 2, 38-41.
- UNESCO. (2010). *Engineering: Issues, Challenges and Opportunities for Development*. Paris: UNESCO
- Valencia, D. (2010). Crisis y futuro de la ingeniería. *Revista Ingeniería y Competitividad*, 2(2), 63-68.
- Weir, J. (1952). The Engineering crisis - And what you can do about it. *Engineering and Science*, 15(8), 23-28.