

Evaluación del programa de pregrado de Ingeniería Industrial de la Universidad Industrial de Santander, en contraste con otras universidades nacionales e internacionales

Angie Fernanda Lancheros Gaitán

Trabajo de Grado para Optar al Título de Ingeniera Industrial

Director

Juan Benjamín Duarte Duarte

PhD en Finanzas de Empresa

Codirector

Silvia Juliana Vargas Ayala

MsC(c) en Ingeniería Industrial

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Fisico mecánicas

Escuela de Estudios Industriales y Empresariales

Ingeniería Industrial

Bucaramanga

2023

Tabla de contenido

Introducción	13
Cumplimiento de Objetivos	15
1. Generalidades del Proyecto.....	16
1.1 Planteamiento del Problema	16
1.2 Objetivos	19
1.2.1. Objetivo General.....	19
1.2.2. Objetivos Específicos.....	19
2. Revisión de literatura	20
2.1. Protocolo de Búsqueda	20
2.2. Análisis Bibliométrico	21
2.3. Análisis preliminar de la literatura.....	25
3. Marco Referencial.....	31
3.1. Marco de Antecedentes.....	32
3.2. Marco teórico	37
3.2.1. Rankings Universitarios.....	37
3.2.3. Áreas de formación generalmente utilizadas en Colombia.....	39
3.2.4. Plan de estudios.....	40
3.2.5. Análisis de conglomerados o clúster.....	42
3.2.5.1 Procedimientos de agrupación.	43

4. Selección de la Muestra de Universidades.....	44
5. Clasificación según las Áreas del Conocimiento.....	50
5.1. Áreas del Conocimiento de la Ingeniería Industrial y de Sistemas (IISE)	51
5.2. Líneas del Conocimiento Generalmente Utilizadas en Colombia (Universidad Nacional de Colombia) 51	
5.3. Metodología para la Clasificación de Asignaturas en las Áreas de Conocimiento	51
5.3.1. Por Líneas del Conocimiento Propuestas por la Universidad Nacional	51
5.3.2. Por Áreas del Conocimiento de la Ingeniería Industrial.....	52
5.4. Metodología de la Clasificación de Contenido en las Áreas de Conocimiento.....	52
5.4.1. Por Áreas del Conocimiento de la Ingeniería Industrial.....	52
6. Análisis Descriptivo General	53
6.1. Duración del Programa	54
6.2. Electivas Profesionales	55
6.4. Electivas no profesionales.....	59
7. Análisis por Universidad.....	61
7.1. Universidades Nacionales.....	61
7.2. Universidades Internacionales	77
8. Análisis descriptivo: clasificaciones por asignaturas.....	90
8.1. Por Líneas de Conocimiento Propuestas por la Universidad Nacional	90
9. Análisis descriptivo: clasificación por contenido programático.....	99

10. Análisis por enfoque Games-Howell	102
10.1 A Nivel General	103
10.2 A Nivel Internacional – Nacional	103
11. Análisis de Conglomerados	105
11.1 Por créditos: clasificación áreas de formación UNAL	105
11.2 Por créditos: clasificación áreas del conocimiento IISE.....	107
12. Conclusiones	110
13. Recomendaciones	112
Referencias Bibliográficas	113

Lista de figuras

Figura 1. Cantidad de artículos publicados por año.....	22
Figura 2. Autores más relevantes.....	23
Figura 3. Producción científica por país	24
Figura 4. Documentos más citados	24
Figura 5. Metodologías empleadas	25
Figura 6. Análisis de correlación Créditos vs Horas por semana	49
Figura 7. Análisis descriptivo Universidad Industrial de Santander.....	62
Figura 8. Análisis descriptivo Universidad de los Andes	63
Figura 9. Análisis descriptivo Universidad Nacional de Colombia.....	63
Figura 10. Análisis descriptivo Pontificia Universidad Javeriana	64
Figura 11. Análisis descriptivo Universidad de Antioquía.....	65
Figura 12. Análisis descriptivo Universidad ICESI.....	66
Figura 13. Análisis descriptivo Universidad Pontificia Bolivariana	66
Figura 14. Análisis descriptivo Universidad de la Sabana	67
Figura 15. Análisis descriptivo Universidad del Rosario	68
Figura 16. Análisis descriptivo Universidad del Valle	69
Figura 17. Análisis descriptivo Universidad de la Salle	69
Figura 18. Análisis descriptivo Universidad de Medellín	70
Figura 19. Análisis descriptivo Universidad del Norte.....	71
Figura 20. Análisis descriptivo Universidad Antonio Nariño	71
Figura 21. Análisis descriptivo Universidad Distrital Francisco José de Caldas	72
Figura 22. Análisis descriptivo Universidad de la Costa.....	73

Figura 23. Análisis descriptivo Universidad Francisco de Paula Santander	73
Figura 24. Análisis descriptivo Universidad del Atlántico.....	74
Figura 25. Análisis descriptivo Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.....	74
Figura 26. Análisis descriptivo Universidad Militar Nueva Granada.....	75
Figura 27. Análisis descriptivo Universidad Tecnológica de Pereira.....	76
Figura 28. Análisis descriptivo Universidad El Bosque	76
Figura 29. Análisis descriptivo Columbia University.....	77
Figura 30. Análisis descriptivo University of Michigan-Ann Arbor	78
Figura 31. Análisis descriptivo of California, Berkeley	78
Figura 32. Análisis descriptivo Shanghai Jiao Tong University	79
Figura 33. Análisis descriptivo University of Wisconsin	80
Figura 34. Análisis descriptivo Universidad de Buenos Aires	81
Figura 35. Análisis descriptivo University of Illinois at Urbana-Champaign	82
Figura 36. Análisis descriptivo Universidad Nacional Autónoma de México - UNAM	82
Figura 37. Análisis descriptivo Purdue University	83
Figura 38. Análisis descriptivo University of Southern California	84
Figura 39. Análisis descriptivo Pennsylvania State University	84
Figura 40. Análisis descriptivo University of Florida	85
Figura 41. Análisis descriptivo University of Groningen	86
Figura 42. Análisis descriptivo University of Arizona	86
Figura 43. Análisis descriptivo Texas A&M University, College Station	88
Figura 44. Análisis descriptivo Rutgers University – New Brunswick	88

Figura 45. Comportamiento de las universidades con base en las líneas del conocimiento propuestas por la Universidad Nacional de Colombia.....	91
Figura 46. Universidades con práctica profesional como requisito del programa de formación ..	93
Figura 47. Comportamiento de las áreas del conocimiento IISE en las Universidades Nacionales e Internacionales	95
Figura 48. Comportamiento temas de Gestión de Ingeniería a nivel nacional	96
Figura 49. Comparativo asignaturas vs contenido: universidades nacionales	100
Figura 50. Comparativo asignaturas vs contenido: universidades internacionales.....	101
Figura 51. Comparativo asignaturas vs contenido a nivel general	102
Figura 52. Análisis Games-Howell – Nivel general	103
Figura 53. Análisis Games-Howell – Nivel internacional	104
Figura 54. Análisis Games-Howell – Nivel nacional	105
Figura 55. Método del codo aplicado a la clasificación UNAL	106
Figura 56. Dendrograma: k-means créditos UNAL.....	106
Figura 57. Método del codo aplicado a la clasificación IISE	108
Figura 58. Dendrograma: k-means créditos IISE	108

Lista de tablas

Tabla 1. Cumplimiento de objetivos	15
Tabla 2. Información de los rankings internacionales, versión 2021	45
Tabla 3. Información de los rankings nacionales, última versión.....	46
Tabla 4. Universidades con solo asignaturas	47
Tabla 5. Universidades con asignaturas y contenido programático.....	48
Tabla 6. Electivas profesionales cursadas en las universidades nacionales.....	56
Tabla 7. Electivas profesionales cursadas en las universidades internacionales	57
Tabla 8. Electivas no profesionales cursadas en las universidades nacionales.....	59
Tabla 9. Electivas no profesionales cursadas en las universidades internacionales	61
Tabla 10. Perfil de los conglomerados según la clasificación UNAL	107
Tabla 11. Perfil de los conglomerados según la clasificación IISE	109

Lista de Apéndices

(Los apéndices están adjuntos y puede visualizarlos en la base de datos de la biblioteca UIS)

Apéndice A. Selección de las muestras de universidades

Apéndice B. Áreas del conocimiento

Apéndice C. Clasificación por Asignaturas

Apéndice D. Clasificación por Contenido

Apéndice E. Links de Acceso al Plan de Estudios

Apéndice F. Análisis de Conglomerados_IISE

Apéndice G. Análisis de Conglomerados_UNAL

Apéndice H. Clústeres

Apéndice I. Artículo de investigación de carácter publicable

Resumen

Título: Evaluación del programa de pregrado de Ingeniería Industrial de la Universidad Industrial de Santander, en contraste con otras universidades nacionales e internacionales.

Autores: Angie Fernanda Lancheros Gaitán

Palabras clave: Ingeniería Industrial, Pensum, Plan de estudios, Universidad, áreas del conocimiento, evaluación, estudio comparativo.

Descripción: El trabajo de grado desarrollado en modalidad Trabajo de Investigación presenta la evaluación del programa de pregrado de Ingeniería Industrial de la Universidad Industrial de Santander, en comparación con el plan de estudios de otras universidades nacionales e internacionales a fin de encontrar diferencias y/o similitudes significativas.

En un principio, se recolectó la información de diferentes rankings universitarios con los cuales, junto a otros criterios, permitió determinar las muestras de universidades para estudio por asignaturas y contenido programático. Con base en dichas muestras, se agrupan los planes de estudio y contenido de programa de las instituciones, para así realizar los respectivos análisis descriptivos y de clúster, en función de las áreas de formación propuestas por la Universidad Nacional de Colombia y las áreas de conocimiento propuestas por el Instituto de Ingenieros Industriales y de Sistemas (IISE).

Luego de realizar los análisis correspondientes, tanto a nivel general como individual, se procede a extraer las conclusiones más relevantes, de interés para el programa, con las recomendaciones oportunas.

* Trabajo de Grado

** Facultad de Ingenierías Físico – Mecánicas. Escuela de Estudios Industriales y Empresariales. Ingeniería Industrial. Director: Juan Benjamín Duarte Duarte. Codirector(a): Silvia Juliana Vargas Ayala.

Abstract

Title: Evaluation of the Industrial Engineering undergraduate program at the Industrial University of Santander, in contrast with other national and international universities

Author: Angie Fernanda Lancheros Gaitán

Key Words: Industrial engineering, pensum, curriculum, University, area of knowledge, evaluation, comparative study

Description: The undergraduate Project developed in form of Research Project presents the evaluation of the Industrial Engineering undergraduate program of the Industrial University of Santander, in comparison with the curriculum of other national and international universities in order to find significant differences and/or similarities.

In the beginning, information was recolected from different University rankings which, together with other criteria, made it possible to determine the samples of universities to be studied by subject and programmatic content. Based on these samples, the curriculum and program content of the institutions are grouped in order to perform the respective descriptive and cluster analyses, according to the training areas proposed by the National University of Colombia and the areas of knowledge proposed by the Institute of Industrial and Systems Engineers (IISE).

After performing the corresponding analysis, both at a general and individual level, the most relevant conclusions of interest to the program are drawn, with the appropriate recommendations.

* Bachelor thesis

** Facultad de Ingenierías Físico – Mecánicas. Escuela de Estudios Industriales y Empresariales. Ingeniería Industrial. Director: Juan Benjamín Duarte Duarte. Codirector: Silvia Juliana Vargas Ayala.

Dedicatoria

Este proyecto lo dedico en primer lugar a Dios, por darme la vida, la fortaleza y la sabiduría para poder alcanzar cada una de las metas que me he propuesto hasta el día de hoy.

A mi padre Jaime Lancheros y a mi madre Hilda Gaitán por el apoyo y el esfuerzo que hicieron para brindarme mis estudios universitarios, por creer en mí, en mis capacidades y por el amor que indudablemente me han dado.

A mi hermana Paula Lancheros, mi sobrina Dana Martínez, a mis familiares y amigos con los cuales compartí mi etapa universitaria.

A mi director Juan Benjamín Duarte y a mi codirectora Silvia Vargas Ayala por confiar en mis capacidades, por su orientación y guía en este proyecto.

¡Gracias a todos por estar ahí!

Angie Fernanda Lancheros Gaitán

Introducción

La problemática que más aqueja a las universidades es la preparación académica y profesional con la que sus estudiantes se desarrollan con base en los planes de estudio que ofertan, pues estos deben actualizarse al ritmo que el entorno lo hace.

El diseño y el desarrollo del plan de estudios son fundamentales para el éxito de las carreras de ingeniería y para sus profesionales que aspiran a tener una alta empleabilidad, puesto que, cada vez, el entorno y la demanda educativa de las organizaciones y estudiantes evolucionan (Buyurgan y Kiassat, 2017).

La importancia de la evaluación curricular y de los contenidos programáticos de sus asignaturas no radica únicamente en hacer frente a los cambios del mundo laboral en el entorno cercano a las universidades. Las generaciones de estudiantes de ingeniería también tendrán éxito si los planes de estudio se concentran en seguir altos estándares de calidad mundial para permitirles abrirse campo en el exterior, así como sugieren Andejany et al. (2019), sobre la importancia de alcanzar la acreditación ABET y otras similares.

Luego de realizar una revisión de literatura, se encontró a Estados Unidos como el país líder en investigaciones y artículos relacionados con esta temática, con aproximadamente 149 publicaciones, posicionándose número 1 en una lista de 46 países, donde Colombia se encuentra en el puesto 20 con tan solo 4 publicaciones. La mayor parte de las investigaciones sobre la presente temática se han basado en metodologías tales como la revisión documental, donde se hace énfasis en la revisión de los planes de estudio y documentos correspondientes a los programas académicos. Pero estos análisis curriculares no se realizan de manera individual, pues normalmente se complementan con encuestas y entrevistas, buscando la opinión de diferentes

actores interesados en el diseño curricular. Asimismo, se han empleado los estudios comparativos de los planes de estudio con otras universidades como referencia para posibles mejoras.

En Colombia y el mundo, en los últimos años, se han fortalecido aún más las investigaciones en pro de la gestión del conocimiento de las universidades, al evaluar los currículos académicos que ofrecen sus distintos programas profesionales, ya sea de carreras de ingeniería u otras. A nivel nacional, se encuentran trabajos como los de Rangel y Duque (2020), Alzate et al. (2019), Arquez y Garzón (2016) y Ríos (2012).

Estos hallazgos, junto a los planteados en el marco teórico, permiten plantear la necesidad de la realización del presente trabajo, pues este se desarrolla con el fin de evaluar el plan de estudios 11 del programa de ingeniería industrial ofertado por la Universidad Industrial de Santander, a partir de la revisión documental de este, y en comparación con el de otras universidades nacionales e internacionales, logrando así que, al contrastarlos, se encuentren diferencias y similitudes para descubrir oportunidades de mejora.

El presente documento se encuentra estructurado de la siguiente manera: en la sección 1 se presentan las generalidades del proyecto, en la sección 2 se desarrolla la revisión de literatura, en la sección se presenta el marco referencial, la sección 4 comprende la selección de la muestra de universidades. Siguiendo con la clasificación según las áreas del conocimiento y el análisis descriptivo general en la sección 5 y 6 respectivamente. En la sección 7 se desarrolla el análisis por universidad, seguido de la sección 8 y sección 9 con el análisis descriptivo de acuerdo a las clasificaciones por asignaturas y el análisis descriptivo conforme a la clasificación por contenido. En la sección 10 y 11 se presenta el análisis estadístico desarrollado, y finalmente las conclusiones y recomendaciones en la sección 12 y sección 13 respectivamente.

Cumplimiento de Objetivos

En la Tabla 1 se relaciona el número de página donde se evidencia el cumplimiento de cada uno de los objetivos trazados:

Tabla 1.

Cumplimiento de Objetivos

Objetivo	Cumplimiento
Revisar la literatura relacionada con la evaluación de los planes de estudio, de cualquier carrera, de otras universidades nacionales y extranjeras, teniendo como fin establecer un punto de referencia para la presente investigación.	Capítulo 2
Seleccionar la muestra de universidades nacionales e internacionales que se utilizarán para la investigación, a partir de un análisis de los principales rankings universitarios de Colombia y el mundo	Capítulo 4
Comparar el pensum del programa de pregrado de Ingeniería Industrial de las universidades nacionales e internacionales seleccionadas, de acuerdo con las áreas del conocimiento de la Ingeniería Industrial, cantidad de asignaturas, créditos y horas de estudio, con el fin de identificar su enfoque, diferencias y similitudes.	Capítulo 6
Elaborar un artículo de carácter publicable a partir de los resultados de la investigación	Apéndice I

1. Generalidades del Proyecto

1.1 Planteamiento del Problema

El programa de ingeniería industrial de la Universidad Industrial de Santander, desde su creación ha venido aumentando la calidad de su oferta, convirtiéndose en pionera del programa a nivel nacional.

Durante la rectoría del profesor Rodolfo Low Maus, el 29 de octubre de 1958 se creó el programa de Ingeniería Industrial en la UIS, siendo en Colombia la primera en este campo. Ya en 1961, la UIS tuvo sus primeros egresados del programa, los cuales iniciaron cursando 9 semestres, y finalizaron con 5 ofertas de trabajo, comenta Enrique Sierra Barreneche, uno de los primeros egresados, en su visita a la Escuela de Estudios Industriales y empresariales en el año 2019. Hasta la fecha, se ha otorgado el título de Ingeniero Industrial a más de 5000 profesionales que han logrado impactar positivamente en Colombia y el resto del mundo. En la actualidad, junto con la UIS, se ofertan más de 150 programas de Ingeniería Industrial en el país (Universidad Industrial de Santander, 2020), con una durabilidad de 10 semestres.

Es de gran importancia el enfoque al cual el plan de estudios va orientado. La formación del estudiante en Ingeniería Industrial de la UIS se orienta bajo un enfoque de optimización, al análisis, diseño, planeación y control de procesos, centrándose en áreas cruciales para el departamento de Santander, como lo es calzado y confecciones. Sin embargo, otras áreas del conocimiento de la Ingeniería Industrial pueden no fortalecerse, debido a que el ingeniero UIS ya tiene un perfil definido (Universidad Industrial de Santander, s.f.)

Villao et al. (2022) y Montenegro (2022) mencionan que la evaluación curricular no es ajena al diseño del plan de estudios, ya que permite comprender la necesidad de actualizarlo de

acuerdo con la información que se va recogiendo sobre diferentes procesos pedagógicos, pues permite cuestionar contenidos, actividades, recursos, métodos, tiempos, espacios y escenarios de aprendizaje en búsqueda de mejorar la calidad de la carrera. Es por esto por lo que, al hablar de la calidad de una carrera profesional, González (2022) también hace referencia a la calidad del plan curricular y su autoevaluación con miras a cualquier acreditación, puesto que la diversidad de universidades y carreras genera que las personas interesadas en estudiar desarrollen criterios para reconocer la calidad de las carreras que se imparten. Aunque muchas universidades aplican la evaluación del plan de estudios, no solo lo hacen para asegurar la calidad de la enseñanza, sino también para atraer estudiantes potenciales Agrawal et al. (2021).

Para Carrillo et al. (2022), el plan de estudios también requiere ser evaluado permanentemente para una mejora continua de los procesos académicos que ofertan las universidades, analizando diferentes componentes, para saber si está acorde a las nuevas competencias profesionales necesarias. De aquí, que su actualización deba ser permanente, en razón a la velocidad del cambio de conocimientos y tecnologías, nuevas demandas sociales, e incluso, cambios en las mismas profesiones en términos de acción y desempeño, pues la comunidad profesional avanza más rápidamente que la comunidad académica (Sánchez et al, 2019).

Por consiguiente, al diseñar un plan de estudios, más específicamente para un programa de ingeniería, se deben considerar varias cuestiones clave, como tener una base sólida en matemáticas y ciencias básicas, junto con un componente de educación general, eso sí, adhiriéndose a los requisitos para las oportunidades de empleo regionales y sin salirse del perfil del egresado de la universidad. Es por esto por lo que, durante el proceso de desarrollo del plan de estudios, se han de considerar la misión y visión de la universidad, así como las expectativas educativas, requisitos

del plan de estudios, entre otros (Buyurgan y Kiassat, 2017). También se han de tener en cuenta las competencias generales y específicas de un plan de estudios, pues estas están directamente relacionadas con el planteamiento del perfil de egresado y el perfil específico de la carrera, y estas a su vez, van ligadas a las áreas y líneas curriculares del plan de estudios (Apolo et al., 2021). Por tal razón, un plan de estudios debe ofrecer tanta flexibilidad como pueda para que los estudiantes exploren y fortalezcan otros campos de estudio y aprendizaje (Chen et al., 2009), pues esta flexibilidad, permite la búsqueda de una variedad de títulos menores, cursos, oportunidades de estudio en el extranjero, así como programas acelerados de pregrado y posgrado.

Con lo anterior, se puede evidenciar que no existe un modelo estándar o formato compartido para evaluar los planes de estudio de pregrado, debido a la diversidad de tamaño, alcance y variación de estos en cada facultad y universidad (Chen et al., 2009). Sin embargo, en la revisión de literatura, se encontró que las fuentes de información más frecuentes de dichos estudios son las encuestas, la observación documental de los planes de estudio, revisión y análisis de documentos, entrevistas a expertos, estudiantes, egresados, cuerpo docente y cualquier otra parte interesada del programa. Por otro lado, Villao et al. (2022) recalca el papel de los estudios comparativos de diseños curriculares como un parámetro de referencia para el diagnóstico de problemas, los cuales permiten tener un primer acercamiento a similitudes, diferencias, metodologías y estructura de contenidos en diferentes carreras y países.

De igual forma, en la revisión de literatura se detecta que el objetivo de todo estudio referente a la evaluación de planes de estudio, ya sea de Ingeniería Industrial u otro programa académico, es en primer lugar, encontrar oportunidades de mejora ya sea en flexibilidad curricular, integración de nuevas asignaturas o métodos de enseñanza en comparación con otras universidades

y, en segundo lugar, cumplir con los requisitos para lograr las acreditaciones pertinentes, en primordial la acreditación ABET.

Gracias a las razones antes mencionadas, se evidencia la necesidad de abordar esta temática de estudio, por lo cual el presente trabajo busca evaluar el plan de estudios del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad Industrial de Santander, en contraste con otras universidades nacionales e internacionales y aportar al trabajo de investigación “Análisis de la evolución del mercado laboral de la ingeniería industrial en Colombia” de la candidata a magister en ingeniería industrial Silvia Juliana Vargas Ayala.

1.2 Objetivos

1.2.1. Objetivo General

Evaluar el programa de pregrado de Ingeniería Industrial de la Universidad Industrial de Santander, en contraste con otras universidades nacionales e internacionales, mediante la caracterización de sus planes de estudio, tomando como referencia las áreas de conocimiento del programa.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Revisar la literatura relacionada con la evaluación de los planes de estudio, de cualquier carrera, de otras universidades nacionales y extranjeras, teniendo como fin establecer un punto de referencia para la presente investigación.
- Seleccionar la muestra de universidades nacionales e internacionales que se utilizarán para la investigación, a partir de un análisis de los principales rankings universitarios de Colombia y el mundo.

- Comparar el pensum del programa de pregrado de Ingeniería Industrial de las universidades nacionales e internacionales seleccionadas, de acuerdo con las áreas del conocimiento de la Ingeniería Industrial, cantidad de asignaturas, créditos y horas de estudio, con el fin de identificar su enfoque, diferencias y similitudes.
- Elaborar un artículo de carácter publicable a partir de los resultados de la investigación.

2. Revisión de literatura

A continuación, se presenta la revisión de literatura, que tiene como objetivo analizar y recopilar la información obtenida de diferentes artículos y documentos, relacionados con la evaluación o análisis comparativo de planes de estudio, ya sea del programa de Ingeniería Industrial o de cualquier otro, de universidades nacionales e internacionales; de tal manera que se logren identificar algunas de las metodologías empleadas, fuentes de información más frecuentes, relevancia de la información, los años y países con mayor crecimiento investigativo en lo concerniente al tema, a fin de encontrar un punto de referencia para la presente investigación.

Esta sección consta de tres apartados: En el primero se expone el protocolo de búsqueda, en el cual se enfatiza la ecuación de búsqueda. En el segundo, se presenta el respectivo análisis bibliométrico en el cual se menciona las bases de datos consultadas, así como una caracterización de los artículos y documentos encontrados. En la tercera, se muestra un análisis preliminar de la literatura, partiendo de la descripción de los principales hallazgos de la revisión de literatura.

2.1. Protocolo de Búsqueda

La base de datos seleccionada para la investigación fue Web of Science, disponible en los recursos electrónicos de la Universidad Industrial de Santander. Esta base de datos fue seleccionada debido al alto número de referencias bibliográficas y citas de publicaciones que

colecciona. Asimismo, por la facilidad de exportación de los metadatos para el desarrollo del análisis bibliométrico en el software Bibliométrix, utilizada como herramienta en el presente trabajo.

La Ecuación de Búsqueda es la siguiente: TOPIC: (evaluation OR "comparative study" OR "comparative analysis") AND (university OR "institution of higher education") AND (syllabus OR pensum OR curriculum) AND (career OR "industrial engineering") NOT (medicine OR medical).

Con la ecuación anterior se obtuvieron 151 resultados. Se hicieron variaciones en la búsqueda para obtener mayor número de resultados, el cual se logró, pero los documentos no tenían mayor relevancia para la investigación, ya que no guardaban relación con el tema de estudio. Asimismo, se excluyeron 68 investigaciones sin trascendencia, obteniendo finalmente 83 documentos para revisión.

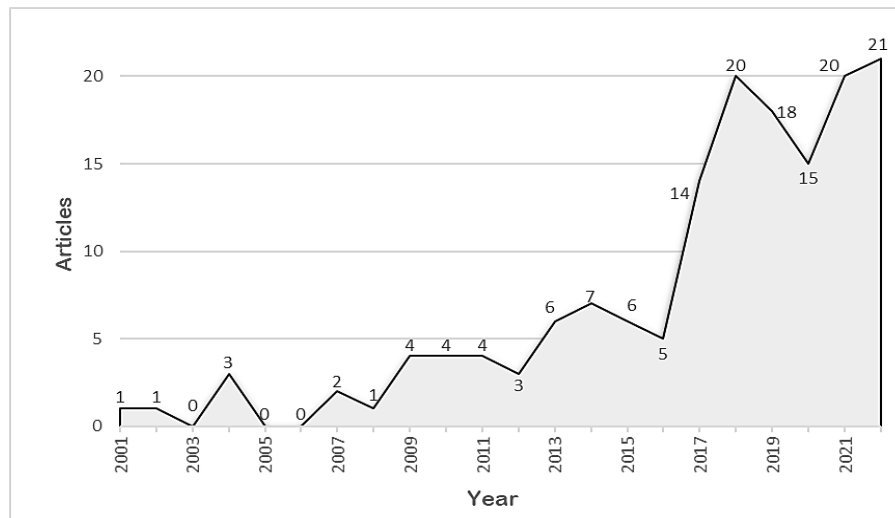
Además, se incluyeron cinco documentos encontrados en una búsqueda preliminar realizada para la elaboración de la ficha, encontrados en la base de datos Google Scholar, obteniendo en total 88 documentos para revisión.

2.2. Análisis Bibliométrico

Con la utilización de la herramienta Bibliometrix para análisis bibliométrico de datos y las bases de datos Web of Science y Google Scholar, se realizó un análisis de los estudios y artículos encontrados en estas sobre la evaluación o análisis comparativo del plan de estudios de Ingeniería Industrial u otras carreras. A continuación, se presentan los resultados más relevantes del análisis realizado.

Figura 1.

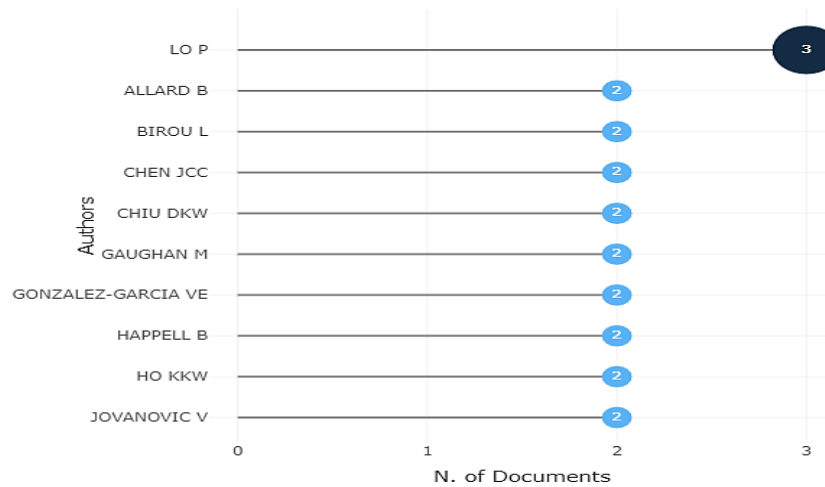
Cantidad de artículos publicados por año



Nota. Elaboración propia a partir de datos procesados en Bibliometrix (2022)

En la Figura 1 se presenta la producción científica anual, es decir, la cantidad de artículos publicados en cada año, desde el año 2001 hasta el 2022. Dicha figura muestra una tendencia de crecimiento a lo largo del tiempo, de manera más visible a partir del año 2006, lo que podría representar un mayor interés en investigaciones de dicha temática a partir de ese año.

De igual manera, es notable el rápido crecimiento de publicaciones del año 2016 a 2018, pasando de 5 artículos publicados a 20 en 2 años, y creciendo aún más del año 2021 a 2022, sobrepasando 20 publicaciones, demostrando una vez más que los investigadores se están interesando en trabajos relacionados con la gestión del conocimiento en las universidades, a través de la evaluación de los respectivos planes de estudio.

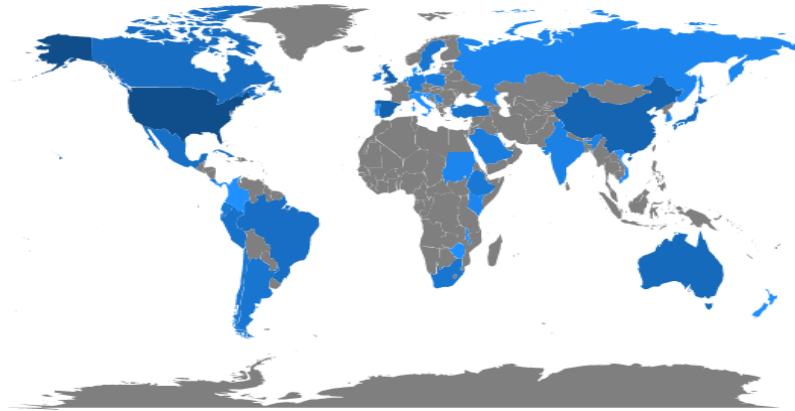
Figura 2.*Autores más relevantes*

Nota. Elaboración propia a partir de datos procesados en Bibliometrix (2022)

En la Figura 2 se observan los autores más relevantes en la temática de investigación, donde Lo P se destaca por ser el autor más importante con 3 documentos publicados, seguido de Allard B, Birou L y Chen JCC con la publicación de 2 documentos cada uno.

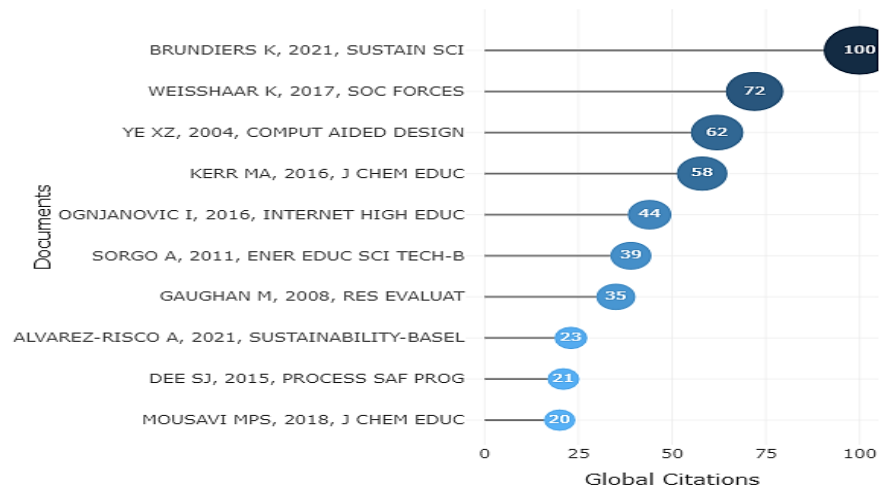
Adicionalmente, en la Figura 3 se presenta la producción científica por país, donde la intensidad del color se relaciona con la cantidad de artículos publicados en cada país, por ende, en los países sombreados de color azul oscuro se han publicado el mayor número de artículos; por el contrario, los países sombreados de color claro se relacionan con pocas publicaciones, y los de color gris cuentan con cero publicaciones sobre la presente temática.

Es así como Colombia ocupa el puesto 20 con 4 publicaciones en una lista de 46 países, la cual encabeza Estados Unidos con 149 publicaciones, seguido de España, China y Reino Unido con 31, 26 y 26 publicaciones respectivamente.

Figura 3.*Producción científica por país*

Nota. Elaboración propia a partir de datos procesados en Bibliometrix (2022)

Por otro lado, en la Figura 4, se presentan los documentos con más de 20 citaciones a nivel global, siendo un artículo reciente de Brundiars, del año 2021, el más citado, seguido de Weisshaar y Ye XZ.

Figura 4.*Documentos más citados*

Nota. Elaboración propia a partir de datos procesados en Bibliometrix (2022)

Ahora bien, haciendo referencia a las metodologías empleadas, la Figura 5 muestra que, en este tipo de estudios, la metodología mayormente usada es la revisión documental, ya sea de los

planes de estudio, contenidos, entre otros, en conjunto con la realización de encuestas, seguida por los cuestionarios. De acuerdo con la Figura 5, comúnmente en este tipo de investigaciones se opta por las encuestas, entrevistas a expertos y revisiones documentales, aun así, también se utilizan métodos más avanzados como el método ISM y AHP. Asimismo, se encontraron los estudios de caso como un método mayormente utilizado en la aplicación de nuevos cursos, modificación de planes de estudio o en la incorporación de nuevas herramientas al contenido curricular.

Figura 5.

Metodologías empleadas



Nota. Elaboración propia a partir de datos procesados en Bibliometrix (2022)

2.3. Análisis preliminar de la literatura

La evaluación curricular permite a las universidades entender el contexto en el que se encuentran. Los siguientes aportes de investigación tienen como objetivo indagar sobre métodos e importancia de evaluar el plan de estudios de diferentes programas de educación superior, especialmente el programa de Ingeniería Industrial, en cualquier universidad del mundo.

En primer lugar, se abordan algunos trabajos referentes a carreras diferentes a la Ingeniería Industrial, más exactamente haciendo énfasis principalmente en su metodología.

Cayllahua et al. (2022) en su publicación, sobre la evaluación curricular de un programa de estudios en una universidad pública peruana, sostienen que una evaluación curricular tiene que ser integral, en donde se enmarcan dos modalidades importantes, la evaluación interna y externa, evaluando en la primera aspectos tales como la estructura curricular, rendimiento académico e implementación del plan de estudios, y en la segunda, el impacto de los egresados, necesidad, problemas y tendencias del contexto. En su estudio, los autores analizaron la estructura y organización del plan curricular del programa académico Ciencias Sociales y Desarrollo Rural (CISDR), contando con que este permitiera responder a criterios establecidos por organismos acreditadores de la calidad educativa. Para su evaluación, se agruparon 72 ítems en 6 componentes: marco teórico, marco doctrinario, perfil profesional, organización del currículo, estrategias metodológicas y sistema de evaluación, y sílabos.

De igual manera, Montenegro (2022) desarrolló un estudio cualitativo sobre la evaluación de la innovación curricular, efectuada en el plan de estudios de 2017 de la carrera de Derecho de la Universidad Academia de Humanismo Cristiano, el cual buscaba identificar tanto fortalezas y debilidades, como posibles modificaciones para mejorar el plan de estudios y que este respondiera a los desafíos actuales. El autor plantea que la organización del plan de estudios debe ser flexible en lo que conviene al estudiante para buscar otras posibilidades de aprendizaje y formación profesional. Igualmente, hizo énfasis en que el plan de estudios debe seguir las competencias establecidas por el perfil de egreso. Las fuentes de información empleadas fueron las encuestas y reuniones virtuales de evaluación en la escuela, de igual modo, se contó con la participación de estudiantes, egresados, docentes, expertos y empleadores, para encontrar al final del análisis, la necesidad de incluir varias asignaturas, así como la reestructuración de otras.

Por otro lado, en cuanto a investigaciones sobre el programa de ingeniería industrial, la primera publicación encontrada data del año 2012, una investigación realizada por Margarita Ríos para la Universidad Pontificia Bolivariana, en la cual evaluó y analizó diferentes variables de los programas de pregrado de Ingeniería Industrial de 9 países de la OEA (Estados Unidos, Canadá, Chile, Argentina, Perú, Colombia, México, Trinidad y Tobago, y Panamá). El estudio se basó en analizar la flexibilidad y multidisciplinariedad curricular, estrategias y métodos de enseñanza, infraestructura institucional, internacionalización de los programas, relación universidad-empresa-estado, las mujeres en los programas de ingeniería y la deserción académica, siendo comparadas por programas y regiones, a fin de encontrar niveles de similitud y variabilidad que permitieran identificar oportunidades de mejora en los planes de estudio, y facilitar el intercambio de información entre las escuelas de ingeniería del hemisferio. Esto se fundamentó mediante técnicas estadísticas de análisis descriptivo, análisis de clúster y modelos lineales generalizados, con los cuales llega a concluir que los países de la región sur (Colombia, Argentina, Chile y Perú) se caracterizan por tener la mayor duración de los planes de estudios (10 semestres/5 años), yendo en contravía con la demanda de la globalización y los avances en innovación, sin darle flexibilidad a los estudiantes de involucrarse en otros campos de aprendizaje, encontrándose además que en planes de estudio que se demoran entre 3 y 4 años, se imparten los mismos cursos y competencias que los de 5 años.

Seguido a este, Arquez y Garzón (2016) evaluaron el plan de estudios del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad Tecnológica de Bolívar, en relación con la formación que se da con respecto al área de seguridad y salud en el trabajo, en el cual se siguió un esquema metódico basado en entrevistas a profesionales del sector industrial, revisión documental educativo y legislativo, encuestas y observación. Se analizaron los datos recolectados en las encuestas,

encontrándose que, de acuerdo con los principales nichos de mercado del área SST y su evolución, las universidades deben estar más a la vanguardia de las necesidades del mercado, puesto que esta siempre vive sufriendo cambios y actualizaciones, surgiendo de esta manera, diversas estrategias a implementar en el plan de estudios de la Universidad.

Al año siguiente, en la publicación de Buyurgan y Kiassat (2017), se desarrolló un nuevo plan de estudios de Ingeniería Industrial utilizando un enfoque de ingeniería de sistemas en la universidad de Quinnipiac, ubicada al noreste de los Estados Unidos, el cual se diseñó estratégicamente para, en primer lugar, estar equilibrado entre la ingeniería y otros programas universitarios, y segundo, responder a los requisitos que se necesitarían para acceder a oportunidades de empleo regionales. Para su diseño, se siguió un proceso de ingeniería de sistemas, donde primeramente Buyurgan y Kiassat identificaron 53 partes interesadas en el programa incluidos estudiantes, cuerpo docente, escuelas de posgrado, organizaciones estudiantiles, estudiantes potenciales, entre otros, además consideraron el cumplir con los requisitos de acreditación ABET, como con los requisitos del examen de ingeniería industrial FE. Seguido, contemplaron los cursos básicos y técnicos electivos de Ingeniería Industrial, opciones profesionales flexibles, y algunos análisis preliminares, y por último, procedieron a realizar el diseño conceptual, diseño preliminar y diseño detallado, obteniendo, después de varios años de desarrollo, un plan de estudios práctico y relevante, el cual satisficiera todos los requisitos de ABET, al mismo tiempo que le daba al estudiante la flexibilidad para enfocarse en otras áreas de interés o campos de aprendizaje.

Dos años después, Pérez de Armas et al. (2019), analizaron la pertinencia de la carrera de Ingeniería Industrial en la Universidad de Cienfuegos en Cuba, en relación con el diseño curricular para un nuevo plan de estudio, el cual surgió por los cambios en el contexto socioeconómico del

país y su realidad actual, donde se tuvieron en consideración los lineamientos generales del gobierno, las necesidades de las empresas en el territorio y las tendencias de perfeccionamiento de la educación en el país. Las fuentes de datos utilizadas fueron la revisión documental, observación, entrevista, diseño y aplicación de cuestionarios, y el trabajo con expertos, donde se tomaron muy en cuenta las opiniones de los egresados para el diseño del nuevo plan, pues eran ellos quienes sabían, en la práctica, que contenidos se debían fortalecer en el pregrado.

En ese mismo año, con un enfoque un poco diferente, Sánchez et al. (2019) evaluaron la implementación del modelado de información de construcción (BIM) en el plan de estudios de Ingeniería Industrial en una escuela de Ingeniería Industrial, pues los autores afirmaron que, en la actualidad, existe una brecha entre la comunidad académica y el rápido crecimiento del mercado laboral, en donde la implementación de BIM permitiría una mejor comprensión en el desarrollo de proyectos, el cual es una competencia específica de la Ingeniería Industrial. El estudio se basó en una metodología colaborativa, donde a los estudiantes se le impartirían herramientas BIM de dos maneras: de formación obligatoria y de formación voluntaria, analizando de ellos, su percepción en cuanto al uso de BIM y las competencias adquiridas, encontrándose, por medio del análisis de conglomerados, una relación directa entre el uso de BIM y la adquisición de habilidades tales como trabajo en equipo y habilidades en los procesos de toma de decisiones.

Siguiendo, en el 2019, Andejany et al. desarrollaron un plan de estudios para el programa de Ingeniería Industrial en el Departamento de Ingeniería de Sistemas Industriales y de Gestión de la Universidad de Kuwait, empleando el enfoque de Modelado Estructural Interpretativo (ISM), articular a los criterios de la acreditación ABET, específicamente *Los resultados de los estudiantes*. ISM priorizó y seleccionó las relaciones entre los factores de este criterio, los cuales eran la capacidad para diseñar y realizar experimentos, la habilidad para funcionar en equipos

multidisciplinarios, la capacidad para aplicar a conocimientos de matemáticas, ciencia e ingeniería, entre otros. Por medio de ISM se analizaron las influencias de unos factores sobre otros, dando como resultado un plan de estudios creado a partir de la priorización y conceptualización de los factores más relevantes para los estudiantes de Ingeniería Industrial y sus competencias. Cabe decir que, el plan de estudios, propuesto por ISM en este trabajo, no estaba asignado en años de aprendizaje, por lo tanto, se tenía que hacer un análisis más profundo para clasificarlo en años de educación.

Por su parte, Moran (2019) realizó una evaluación curricular al programa de Ingeniería Industrial en una Universidad Privada de Lima, Perú, más exactamente la Universidad San Ignacio Loyola, con un enfoque cualitativo, de investigación descriptiva explicativa evaluativa, teniendo como fin alcanzar la mejora continua del diseño del programa tal que este se adaptara con flexibilidad a los cambios en la industria. Los datos se recolectaron en un periodo longitudinal del 2014 al 2018, mediante la revisión documental a los diseños curriculares, encuestas a profundidad, entrevistas semi estructuradas a docentes, expertos y empleadores de egresados de Ingeniería Industrial. En este trabajo, se concluyó, que si bien, el plan de estudios presentaba competencias en el área de formación básica, profesional y complementaria, aún existían barreras en campos como la inteligencia artificial, la ciencia de los datos y el trabajo colaborativo multi e interdisciplinario.

Un año más tarde, Rangel y Duque (2020) realizaron un estudio comparativo del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad Católica de Colombia con Universidades a nivel Europa, Asia, América, Oceanía y África, en el cual se investigó el desarrollo de los programas de Ingeniería Industrial en otros países con el fin de encontrar diferencias en los planes de estudio, y aportar a una mejora continua del programa para que esta pueda entrar a posicionarse en espacios

internacionales. Asimismo, se hizo un análisis de proyección en temas referentes a la innovación, la adaptabilidad de la educación, las competencias regidas por la demanda del mercado y las tendencias en torno a la carrera de Ingeniería Industrial, de acuerdo a entrevistas realizadas a expertos, donde se concluye que se necesitan ingenieros con conocimientos en múltiples áreas, y no solo en ingeniería, así como Sánchez et al. (2019), Rangel y Duque encuentran que la implementación de nuevas herramientas en la gestión de proyectos es inevitable. Se requieren nuevas competencias técnicas y tecnológicas, que permitan incorporar inteligencia artificial o cualquier otra herramienta en proyectos como facilitadores en toma de decisiones y desarrollo de estrategias.

De acuerdo con lo anterior, la literatura muestra que en la evaluación curricular es común encontrar metodologías basadas en realizar revisiones documentales a los planes de estudio, así como entrevistas y cuestionarios a los grupos interesados de la profesión, ya sea que estén vinculados a la universidad o no, desde estudiantes, egresados, docentes y administrativos, hasta sectores externos a la universidad, como las empresas e industrias del territorio. Así mismo, se percibe la necesidad, no solo de realizar comparaciones para encontrar similitudes y diferencias entre los planes de estudio, sino, además, de estudiar la implementación de nuevas herramientas o cursos, y la reestructuración de asignaturas ya ofertadas. En esa misma línea, los investigadores consideraron que el diseño curricular tiene que ir articulado a los criterios que permitan, por un lado, brindar flexibilidad a los estudiantes, y por otro, obtener la acreditación ABET.

3. Marco Referencial

En el capítulo 3, se presenta el marco de antecedentes en el cual se exponen trabajos e investigaciones existentes en torno a la temática de investigación, a fin de descubrir posibles

variables, metodologías e incluso interrogantes que sirven de base para orientar la investigación; y el marco teórico, donde se abordan los conceptos y variables importantes de la investigación, a fin de dar mayor entendimiento en la interpretación de resultados.

3.1. Marco de Antecedentes

Rangel y Duque (2020), en su proyecto de la Universidad Católica de Colombia, realizaron un estudio comparativo del plan de estudios del programa de Ingeniería Industrial de dicha universidad con universidades a nivel Europa, Asia, América, Oceanía y África. Para ello, primero seleccionaron una muestra de países y universidades a estudiar. Se analizaron unas variables cuantitativas, dentro de las cuales se encontraban algunas variables económicas y sociales, y unas variables cualitativas, dentro de las que figuraban el ranqueo del QS y la oferta del programa en la universidad. Con las cuantitativas se seleccionó la muestra de países y con las cualitativas se encontró la muestra de universidades, en el cual también se tuvo en cuenta que la universidad contara con un 60% de similitud en el nombre del programa o en los nombres de las asignaturas del programa.

Seguido a esto, se cotejó el plan de estudios de la Universidad Católica de Colombia con los planes de estudio encontrados de las otras universidades, en el cual se tuvo como referencia de comparación, los componentes del plan de estudios de la Universidad católica de Colombia y el número de materias clasificadas en cada componente, en donde se analizó el porcentaje de asignaturas con similitud en nombre, asignaturas con similitud en contenido y asignaturas faltantes. De 86 universidades estudiadas, se encontró que más del 90% de las universidades de Europa, Asia, África y Oceanía, no poseen un programa igual o similar al de Ingeniería Industrial, mientras que en América es más del 70%. Concluyeron, además, que en Oceanía no existe como tal el programa de Ingeniería Industrial o afines, sino que es relevado por profesionales de otras

áreas. Así mismo, se halló un comportamiento en las universidades a nivel mundial donde la mayor similitud se encontró en el componente de fundamentación o componente de ciencias básicas, donde se encuentran materias tales como cálculo, algebra, estadística, programación y mecánica, de la misma manera asignaturas como electrónica y electricidad, diseño y prueba de materiales, desarrollo administrativo o de administración de empresas. En el componente profesional la mayor similitud se encontró en calidad, costos, logística, gestión de proyectos y sistemas de simulación.

Alzate et al. (2019) realizaron un trabajo de investigación de la Universidad de Antioquía sobre el impacto de la transformación curricular en el desempeño de los estudiantes de Ingeniería Industrial en su práctica académica. Esto se hizo a partir de la revisión y análisis de las evaluaciones de desempeño que realizaron los diferentes asesores externos (asesores de las empresas) a cada estudiante al finalizar su práctica, comprendido en un periodo de estudio de 2016-1 a 2018-2, encontrando que las áreas del conocimiento donde se desarrollaron mayor número de proyectos fueron producción, logística y calidad, seguido por el área administrativa y financiera. Asimismo, se desglosaron las materias que hacen parte del área de producción, logística y calidad, quedando en evidencia que las materias en las que se desarrollaron mayor número de proyectos de la práctica académica fueron Gestión de procesos I, Gestión de procesos II y Simulación Discreta. Ahora bien, desde otra perspectiva enfocada en las competencias del Ser, Saber y Saber Hacer, se halló que la capacidad de análisis y la actitud proactiva resaltaron como fortalezas, y la comunicación oral y capacidad de decisión como debilidades de los egresados. Todos estos hallazgos, resultado del proyecto de transformación curricular –plan de estudios versión 8- .

Arquez y Garzón (2016) realizaron una evaluación y reconceptualización del campo de formación en seguridad y salud en el trabajo, en el plan de estudios del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad Tecnológica de Bolívar, en el cual se tuvo como finalidad, de acuerdo

con el análisis de la investigación, diseñar unas propuestas de materias a implementar en un nuevo plan de estudios que fomentaran más este campo para solventar las necesidades en Seguridad y Salud en el trabajo en la industria de la costa caribe. Para ello, se hizo una revisión de diez de las mejores universidades del país en el cual se encontró que, gran parte de dichas universidades, ofertaban por lo menos una materia de Seguridad Industrial o Salud Ocupacional, a excepción de la Universidad de los Andes, Universidad de Antioquia y Pontificia Universidad Javeriana, y a nivel internacional, se encontraron que los países con mayor desarrollo en el área son España, Estados Unidos y Chile. Adicional a esto, se recopiló información de entrevistas realizadas a profesionales en el área, concluyendo que la Seguridad y Salud en el Trabajo se ha vuelto relevante luego de que la legislación colombiana evolucionara en lo que respecta a la protección de los trabajadores, generando así la necesidad de que las instituciones universitarias estén a la vanguardia del fortalecimiento de la formación profesional en este campo, y en el cual no solo se deba enfocar en una formación teórica, sino que el sentido práctico de lo aprendido es crucial, y el futuro ingeniero industrial se enriquezca de la experimentación. Para finalizar, se plantearon unas oportunidades de mejora para el programa de Ingeniería Industrial en lo que respecta a SST, sin salirse del perfil ocupacional del egresado, las cuales fueron enfocadas al conocimiento del sistema de gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST), el diseño de la electiva complementaria a la línea de énfasis, Higiene Industrial, el ajuste al contenido programático de la asignatura Ergonomía con orientación en prevención y el diseño de un espacio de aprendizaje para las prácticas de Seguridad y Salud en el Trabajo.

Ríos (2012), en su trabajo de la Universidad Pontificia Bolivariana, realizó un análisis comparativo de los programas de pregrado en Ingeniería Industrial en algunos países miembros de la OEA, con el fin de identificar mejores prácticas para ajustar los programas de Ingeniería

Industrial en el hemisferio. Se analizaron 17 programas de Ingeniería Industrial de Norte, Centro y Sur América en 9 países, en el cual se evaluaron variables de flexibilidad y multidisciplinariedad curricular, aspectos específicos del plan de estudios, estrategias y métodos de enseñanza, infraestructura institucional, internacionalización de los programas, entre otras variables, mediante técnicas estadísticas de análisis descriptivo, modelos lineales generalizados y análisis de clúster, dando como resultado que en general, los planes de estudio están conformados por seis áreas: ciencias básicas (27% de horas estudiadas sobre las horas totales), formación en Ingeniería Industrial (46%), humanidades (10%), idiomas (3%), No-ingeniería, es decir, horas de otras ingenierías (6%) y otros-talleres (8%).

Además, se encontró que, en las asignaturas especializadas de la ingeniería Industrial, las más ofertadas son las pertenecientes a producción y logística, modelaje, administración y finanzas, y análisis de casos. Lo concerniente a gestión del talento humano y emprendimiento son débilmente vistos. En la región norte, donde se encuentra Estados Unidos, se hace énfasis en los cursos de modelaje, en la región centro se enfocan en análisis de casos y la región sur es la más intensiva en innovación tecnológica y transferencia de tecnología. En cuanto a la flexibilidad curricular, se encontró que la región norte tiene mayor número de horas electivas sobre las horas totales, en comparación a las horas obligatorias. Asimismo, se encontró una tendencia en cuanto al trabajo autónomo del estudiante, es decir, una disminución en número de créditos, número de cursos y número de horas contacto estudiante-profesor, para que conjuntamente este dedique más tiempo a otras actividades extracurriculares que complementen su formación integral.

Moran (2019), en su trabajo de la Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle, realizó una evaluación curricular del programa de Ingeniería Industrial en la Universidad Privada Universidad San Ignacio de Loyola, Lima - Perú, y a partir de ello, hacer una propuesta

de mejora continua e innovación, haciendo en primer lugar un abordaje teórico a todo lo referente con el diseño curricular, en el cual algunos autores plasman las inconsistencias en metodologías de diseño, en donde las universidades no se guían por la actividad de la profesión, sino copian planes de estudio de otras universidades sin importar el grado de desarrollo del país o región. Se recopilaron y analizaron datos de forma sistemática, donde se tuvo como sujetos de estudio los documentos que sustentaban el diseño curricular del programa actual en el momento de la investigación, expertos en diseño curricular, docentes del programa de Ingeniería Industrial y empleadores de egresados de Ingeniería Industrial. Los datos se tomaron a partir de la técnica hermenéutica longitudinal, entrevistas semiestructuradas y encuestas a los sujetos mencionados con anterioridad, haciendo énfasis en los componentes del diseño curricular, procesos pedagógicos y modelos de formación del programa de Ingeniería Industrial. En los hallazgos se tuvo que el diseño curricular de dicha Universidad fue construido bajo un enfoque del modelo de formación por competencias, en el cual temas de relevancia como inteligencia artificial, ciencia de los datos, robótica y trabajo colaborativo multi e interdisciplinario son débilmente tratados. También se encontraron coincidencias entre los expertos, en que un modelo de formación por competencias resulta ser el más pertinente para la formación profesional de un ingeniero, contando, además, con que los conocimientos complementarios a la formación de dicha carrera deben contener temas de calidad, inteligencia artificial, machine learning, tecnologías de información, sostenibilidad y gestión de proyectos. Adicionalmente, se indican los instrumentos de evaluación pertinentes, según los expertos, en el que la etapa de formación básica implica intensas pruebas escritas y experiencias de laboratorio, y en la etapa de formación especializada se debe ser enfático con el uso de rúbricas, productos y exposiciones. A partir de esto, se realizó la propuesta de mejoramiento con los aspectos a intervenir del diseño curricular del programa de Ingeniería Industrial de la universidad.

3.2. Marco teórico

3.2.1. *Rankings Universitarios*

Muchos concluyen que la dinámica de los rankings nació con el surgimiento del Academic Ranking of World Universities (ARWU), producido en 2003 por el Center for World-Class Universities, (CWCU) de la Escuela Superior de Educación de la Universidad de Jiao Tong de Shanghai de China (Ordorika, 2015). Pero estos no son un fenómeno nuevo, su expansión sí. Existe un sinnúmero de estudios y teorías acerca de estos, sobre su surgimiento, su importancia y demás.

Según Webster (1986), citado por Rizo, los rankings surgieron con la idea, propuesta en 1910 por el psicólogo James McKeen Cattell, de clasificar instituciones basada en alguna apreciación de su calidad. Asimismo, en 1925 Hughes publicó un ranking basado en opiniones de un grupo de expertos (Rizo, 2011), metodología que hoy en día se ha vuelto a utilizar.

Rizo habla de dos definiciones. La primera es la propuesta realizada por Webster, en la cual para que se constituya un ranking de calidad académica, una lista, esta debe estar ordenada según algún criterio o conjunto de criterios que los autores de la lista consideren que mide la calidad académica (Rizo, 2011). La segunda definición de Morrison, Magennis y Carey (1995), citados por Rizo, hace referencia a las tablas de instituciones que se comenzaron a publicar a fines de la década de 1980 en el Reino Unido, las cuales se basan en “combinaciones ponderadas de puntajes de indicadores de desempeño, en las que el puntaje global se utiliza para ordenar instituciones como escuelas, universidades y hospitales” (Rizo, 2011).

De acuerdo con Shin, Toutkoushian y Teichler (2011), los rankings fueron creados inicialmente como un instrumento que permite medir la eficacia de una institución de educación superior, asumiendo que una universidad altamente ranqueada es más productiva, transmite docencia de alta calidad, produce investigación de alto impacto, y contribuye en mayor medida a

la sociedad, en comparación con las instituciones clasificadas por debajo de ella. No obstante, el reforzamiento de algunas funciones institucionales de una universidad genera algún tipo de conflicto en otras, como, por ejemplo, que una universidad pequeña puede ser eficiente en los procesos formativos, pero no ser eficiente en la producción de investigación (Bustos-González, 2019). Hoy en día, se han convertido más en mecanismos reguladores del mercado de la educación.

Según Ellen Hazelkorn, citado por Krüger y Molas, la creciente expansión e importancia de los rankings se debe, en primer lugar a la globalización de la competencia entre universidades dentro del contexto de la sociedad del conocimiento globalizado, en segundo lugar al aumento en la demanda de información comparable para estudiantes y familias, y en tercer lugar, el aumento en la demanda de los gobiernos y de la sociedad a una mayor calidad de los servicios ofrecidos por las universidades a esta (Krüger & Molas, 2010). De acuerdo con Dearden et al. (2019), citados por Abello-Romero et al., detrás de todo ranking hay un modelo teórico que maximiza la utilidad de las partes interesadas, entes gubernamentales y directivos, y en especial del estamento estudiantil (Abello-Romero, Sáez San Martín, & Mancilla, 2020).

Se tienen rankings globales y nacionales. Para que un ranking sea global, de acuerdo con Bustos-Gonzalez (2019), se debe caracterizar por usar un conjunto de indicadores que caractericen la calidad de la investigación, usar sólo indicadores aplicables globalmente, que los indicadores sean generados por terceros, independientes de las instituciones ranqueadas, basarse en información objetiva, no en percepciones obtenidas por encuestas, entre otros ítems. Por su parte, Arguillo (2012), citado por Albornoz y Osorio (2018) afirma que los rankings globales, o también conocidos como rankings mundiales e internacionales, son aquellos que realizan una cobertura más amplia de universidades a nivel mundial para realizar comparaciones.

Según Ordorika, entre los más destacados en medios de comunicación se encuentran el Times Higher Education World University Ranking (THE), el Webometrics y el QS University Ranking (QS). Y entre los más reconocidos entre especialistas de educación superior, pero con menos presencia en medios de comunicación se encuentran Scimago International Ranking (SIR) y el del Centre for Science and Technology Studies de la Universidad de Leiden (Ordorika, 2015). Otro ranking de carácter global es el Academic Ranking of World Universities (ARWU) que anualmente efectúa el Shanghai Jiao Tong University Institute of Higher Education (Docampo, 2008).

3.2.2. Áreas de conocimiento de la Ingeniería Industrial

En 2021, el Instituto de Ingenieros Industriales y de Sistemas (IISE), fundada en 1948, propuso una taxonomía de conceptos relevantes de ingeniería industrial y de sistemas, el cual se ve representada en unas áreas de conocimiento, cada una explicada por una descripción que determina lo necesario a saber en el campo de la carrera. Estas son: Diseño y medición del trabajo, Investigación y análisis de operaciones, Análisis económico de ingeniería, Ingeniería de instalaciones y gestión energética, Ingeniería de calidad y confiabilidad, Ergonomía y factores humanos, Ingeniería y gestión de operaciones, Gestión de la cadena de suministro, Gestión de ingeniería, Seguridad, Ingeniería de la información, Ingeniería de diseño y fabricación, Diseño y desarrollo de productos, Diseño e ingeniería de sistemas (Institute of Industrial & Systems Engineers, 2021).

3.2.3. Áreas de formación generalmente utilizadas en Colombia

Las universidades en Colombia clasifican las asignaturas de su respectivo plan de estudios en algunas líneas, agrupaciones de conocimiento o áreas de énfasis de la Ingeniería Industrial.

Estas se encuentran descritas en los respectivos PEP (Proyecto Educativo del Programa) de cada Institución de Educación Superior.

Según la Universidad Industrial de Santander (UIS), su programa de Ingeniería Industrial contempla cuatro áreas de énfasis de la carrera: Dirección de operaciones, Métodos cuantitativos, Economía y finanzas, y Dirección empresarial, junto a las matemáticas, físicas y otras asignaturas de contexto (Universidad Industrial de Santander, 2017).

La Universidad Nacional de Colombia (UNAL) por su parte, especifica unas agrupaciones del programa curricular de Ingeniería Industrial de acuerdo con la Resolución 219 de 2011 de la respectiva facultad (Universidad Nacional de Colombia, 2013). A diferencia de la UIS, dentro de estas agrupaciones se clasifican todas las asignaturas de la malla curricular. Conforme a lo anterior, se tienen las siguientes agrupaciones o áreas de formación: 1. Asignatura sin agrupación; 2. Matemáticas, probabilidad y estadística; 3. Física; 4. Herramientas informáticas y métodos numéricos; 5. Materiales y procesos; 6. Economía y finanzas; 7. Administración y gestión; 8. Producción y operaciones; 9. Seminarios de Proyectos de Ingeniería; 10. Trabajo de grado.

Según la Universidad de los Andes, los cursos del plan de estudios de pregrado en Ingeniería Industrial se circunscriben dentro de unas áreas de profundización: Investigación de operaciones y Estadística, Producción y Logística, Gestión de organizaciones y, Economía y finanzas (Universidad de los Andes, 2019).

3.2.4. Plan de estudios

En Colombia, de acuerdo con el Ministerio de Educación Nacional (2022), el plan de estudios es el esquema estructurado de las áreas obligatorias, fundamentales y de áreas optativas con sus respectivas asignaturas que forman parte del currículo de cada establecimiento educativo,

en estas instancias se trata de cada universidad. Conforme a esta entidad, dicho plan de estudios debe contener lo siguiente:

- El objetivo e identificación de los contenidos, temas y problemas de cada área, junto a las correspondientes actividades pedagógicas.
- La distribución del tiempo (horas teóricas y prácticas) y las secuencias del proceso productivo, señalando en qué periodo se ejecutarán las actividades.
- Los logros, competencias y conocimientos que los estudiantes deben adquirir al finalizar cada uno de los periodos, asignatura, según haya sido definido en el Proyecto Educativo del Programa-PEP-.
- La metodología aplicada a cada una de las asignaturas señalando el uso de laboratorios, material didáctico o cualquier otra herramienta de soporte a las actividades pedagógicas.

Al referirse al plan de estudios, también se debe hacer mención del Sistema de Créditos Académicos. El Ministerio de Educación Nacional (2002) define un Crédito académico como la unidad que mide el tiempo estimado de actividad académica del estudiante en función de las competencias profesionales y académicas que se espera que el programa desarrolle, siendo así un mecanismo de evaluación de calidad. Entonces, un crédito académico equivale a 48 horas totales de trabajo del estudiante en un periodo académico, incluyendo las horas académicas en las cuales hay acompañamiento del docente y las demás horas que el estudiante debe dedicar en actividades independientes de estudio, prácticas, preparación de exámenes u otras que sean necesarias para alcanzar los objetivos académicos propuestos, excluyendo las horas de presentación de exámenes.

Por lo general, una hora de clase implica dos horas adicionales de trabajo independiente en programas de pregrado, pero esto depende en gran medida al tipo de asignatura, de su carácter teórico y práctico, y por supuesto, de la institución que la imparta. Asimismo, el número de horas

presenciales de trabajo de un estudiante es concerniente al periodo semestral y a la metodología empleada. Por ejemplo, en un periodo semestral de 16 semanas, un crédito implica (48/16), tres horas semanales de trabajo, es decir, una hora presencial y dos horas adicionales no presenciales.

3.2.5. *Análisis de conglomerados o clúster*

El análisis de conglomerados se puede entender como el conjunto de métodos o técnicas de interdependencia, cuyo objetivo es la búsqueda y formación de grupos a partir de un conjunto de elementos. Dichos grupos o “clúster” se conforman por elementos lo más parecidos posible, y, al mismo tiempo, lo más diferente posible de los elementos de los otros grupos. Para medir la semejanza o similitud entre dos elementos, se utilizan medidas de similitud o distancia, las cuales se agrupan en tres clases: medidas de correlación, medidas de distancias, y medidas de asociación.

En las medidas de correlación predominan los patrones de variación, donde en un conjunto de variables, dos elementos son muy similares si tienen correlaciones (Spearman o Kendall) altas, y no tendrán similitud si tienen correlaciones bajas. En las medidas de distancias predominan los patrones de medición, donde en un conjunto de variables, se denota $d(A, B)$ como la distancia entre dos elementos A y B, donde se debe cumplir que: $d(A, B) \geq 0$; y $d(A, B) = d(B, A)$. Es importante mencionar que las medidas de distancias son de carácter cuantitativo.

Por el contrario, las medidas de asociación son de carácter cualitativo, las cuales deben cumplir las siguientes condiciones: la similitud entre A y B es igual a la de B y A, es decir que $S_{AB} = S_{BA}$, tal como, $S_{AA} = S_{BB}$. Estas medidas se obtienen, bien pueda ser de interrogar directamente a las personas sobre su percepción o midiendo las características y atributos (Díaz Rodríguez, González Ariza, Henao Pérez, & Díaz Mora, 2013).

3.2.5.1 Procedimientos de agrupación. Para la agrupación de elementos, existen dos tipos de procedimientos: jerárquicos, en el cual existen un conjunto de reglas para determinar cómo se agrupan, y no jerárquicos, en el cual los clústeres se determinan a priori.

Procedimientos jerárquicos: consiste en establecer una jerarquía de partes, delimitando un número de subconjuntos, de tal forma que entre ellos no existan elementos en común. Los procedimientos jerárquicos más utilizados son los de unión (el vecino más cercano, el vecino más lejano), basados en el centroide y los basados en la varianza.

Procedimientos no jerárquicos: El analista determina k grupos a partir de un número n de individuos, con base en experiencia previa o algún conocimiento del hecho que va a investigar. Este procedimiento, permite reasignar un elemento en pasos posteriores a un grupo diferente al grupo al cual inicialmente se asignó. Se distinguen tres tipos: umbral secuencial, umbral paralelo, método de optimización.

La interpretación del procedimiento no jerárquico se puede complementar con un análisis de varianza, que permita examinar diferencias entre los grupos, la variabilidad pequeña dentro de los grupos y variabilidad grande entre grupos (Díaz Rodríguez, González Ariza , Henao Pérez, & Díaz Mora, 2013).

3.2.5.2 Método k-medias. Este método se basa en la partición de n datos en k grupos en el cual cada dato pertenece al grupo cuya distancia es menor. En este algoritmo, también denominado k-means, cada grupo o clúster se define generalmente por un punto que funciona como centro llamado centroide del clúster (Godoy, s.f.). Ahora bien, para llevar a cabo el análisis de conglomerados por este método se debe identificar el número de particiones o clústeres con el cual se logra obtener mejores resultados. Algunos investigadores lo seleccionan subjetivamente de

acuerdo al tamaño de la base de datos, sin embargo, existen métodos para encontrarlo. A continuación, se describe uno de los métodos más utilizados para hallar el valor óptimo de k :

3.2.5.2.1 Método del Codo. Con este método se calcula la distancia media de las observaciones a su centroide, buscando minimizar la suma de cuadrados dentro del clúster, es decir, la suma de las distancias de cualquier punto a su centroide más cercano (Godoy, s.f.).

4. Selección de la Muestra de Universidades

Existen múltiples rankings universitarios tanto a nivel local como mundial. Dichas clasificaciones han llegado a impactar las instituciones de forma significativa, bien sea directa o indirectamente, debido al alcance que llegan a tener sobre reputación, recursos, demanda de estudiantes, etc. (Abello-Romero, Saéz, & Mancilla, 2021). Es por esto, que se consideran como la base para la selección de la muestra de universidades las cuales hacen parte del estudio. En este capítulo, se lleva a cabo la selección de las dos muestras de universidades para estudio: “universidades con solo asignaturas” y “universidades con asignaturas y contenido programático”, partir de unos criterios de inclusión dados. La selección comienza con una elección de los mejores rankings universitarios, de las cuales se encontrará una breve descripción y sobre las cuales se filtran las primeras instituciones. Seguidamente, se procede con una búsqueda exhaustiva en la oferta académica de los sitios web oficiales de las universidades, a fin de recopilar el plan de estudios de Ingeniería Industrial, y de ser posible, el catálogo de los cursos, para así, determinar las universidades potenciales para la investigación, con las cuales se contrastará el plan de estudios de Ingeniería Industrial de la UIS.

Para la selección de los rankings nacionales e internacionales se contempla la clasificación o no de la Universidad Industrial de Santander, es decir, si en el ranking no se encuentra clasificada

la Universidad Industrial de Santander, no se tiene en cuenta. Cabe mencionar, además, que la selección de los rankings se realiza a nivel universidad, no de programa, a consecuencia de que en la revisión no se encontraron rankings específicos para el programa de Ingeniería Industrial, por lo tanto, se asume que la calidad del programa académico es igual a la de la universidad.

De acuerdo a lo anterior, a continuación, se presentan los rankings seleccionados y una breve descripción de estos.

Tabla 2.

Información de los rankings internacionales, versión 2021.

Ranking	Principales características	No. Universidades
THE - Times Higher Education	<p>Creado en 2004, pero publicado en solitario por primera vez en 2010.</p> <p>Realizado por la Revista Times Higher Education. Realiza sus mediciones con énfasis en la misión de investigación.</p> <p>País: Reino Unido (Times Higher Education, 2021)</p>	<p>Evalúa +1500 universidades</p>
ARWU - Shanghai Ranking	<p>Publicado por primera vez en 2003.</p> <p>Reconocido como el precursor de los rankings universitarios globales.</p> <p>Realizado por Shanghai Ranking Consultancy, el cual no está subordinado legalmente a ninguna universidad o agencia gubernamental.</p> <p>Se inclina por el modelo de calidad implícito, que está orientado a la investigación.</p> <p>País: China (Shanghai Ranking, 2021)</p>	<p>Clasifican +1800 universidades, y se publican las 1000 mejores</p>
CWUR - Center for world University Ranking	<p>Publicado por primera vez en 2012.</p> <p>Realizado por Center for World University Ranking.</p> <p>Es el único ranking académico de universidades globales que las evalúa sin depender de encuestas y presentaciones de datos universitarios.</p> <p>Es uno de los rankings académicos más grandes de universidades globales.</p> <p>El modelo dominante es el de la investigación, pero tiene un sesgo hacia el indicador de empleo.</p> <p>País: Emiratos Árabes Unidos (CWUR, 2021)</p>	<p>Clasifican 19.788 universidades, y se publican las mejores 2000</p>

Ranking	Principales características	No. Universidades
QS Ranking	Creado en el 2004 y publicado de manera individual en 2010. Realizado por la compañía británica Quacquarelli Symonds. Cada año cambia el número de universidades y países que se evalúan para su inclusión. País: Reino Unido (QS World University Rankings, 2021)	Evaluadas +5500 universidades y se publican las mejores 1000
SIR - SCImago Institutions Ranking	Publicado por primera vez en 2009. Realizado por Scimago Research Group. Se inclina por el modelo de calidad con énfasis en investigación. País: España (SCImago Institutions Rankings, 2021)	4126 universidades clasificadas

Tabla 3.

Información de los rankings nacionales, última versión.

Ranking	Principales características	Universidades clasificadas
Mejores universidades de Colombia	Publicado por la Revista Dinero. Modelo de calidad con énfasis en las pruebas Saber Pro del año anterior a la clasificación, el cual tiene dos componentes: pruebas generales y específicas (Revista Dinero, 2020).	Universidades con +6 alumnos evaluados y que estos hayan presentado ambas pruebas (generales, específicas)
Ranking U-Sapiens	Realizado por Sapiens Research. Modelo de calidad con énfasis en investigación. Es el ranking más importante publicado por Sapiens Research. No debe confundirse con los otros rankings publicados por este, ya que tienen enfoques diferentes pero complementarios (Sapiens Research, 2023)	Analiza 360 IES activas (sedes principales y seccionales) y clasifica 72 IES.

Conforme a los rankings seleccionados, se prosigue a elegir la primera muestra de universidades. Para ello se consideran los siguientes criterios: en primer lugar, las universidades ya sea de carácter nacional o internacional, se deben encontrar dentro de los primeros puestos de los rankings o ser consideradas por estos como “mejores universidades” estando dentro de la lista (Ríos Jaramillo, 2012). El segundo criterio definido es que dentro de su oferta académica cuente

con el programa de Ingeniería Industrial, y en tercer y último lugar, debe contar con información disponible del plan de estudios, datos mínimos: número de semestres, asignaturas por cada uno de ellos y créditos. El proceso de selección se detalla en el Apéndice A.

Según lo anterior, en la Tabla 4 se listan las universidades pertenecientes a la primera muestra “Universidades con solo asignaturas”:

Tabla 4.

Universidades con solo asignaturas.

Universidades con solo asignaturas		
No.	Nacionales	Internacionales
1	Universidad Industrial de Santander	Columbia University
2	Universidad de los Andes	University of Michigan-Ann Arbor
3	Universidad Nacional de Colombia	University of California, Berkeley
4	Pontificia Universidad Javeriana	Shanghái Jiao Tong University
5	Universidad de Antioquía	University of Wisconsin-Madison
6	Universidad ICESI	Universidad de Buenos Aires
7	Universidad Pontificia Bolivariana	University of Illinois at Urbana-Champaign
8	Universidad de La Sabana	Universidad Nacional Autónoma de México UNAM
9	Universidad del Rosario	Purdue University
10	Universidad del Valle	University of Southern California
11	Universidad de la Salle	Pennsylvania State University
12	Universidad de Medellín	University of Florida
13	Universidad del Norte	University of Groningen
14	Universidad Antonio Nariño	University of Arizona
15	Universidad Distrital Francisco José de Caldas	Texas A&M University, College Station
16	Universidad de la Costa	Rutgers University - New Brunswick
17	Universidad Francisco de Paula Santander	
18	Universidad del Atlántico	
19	Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia	
20	Universidad Militar Nueva Granada	
21	Universidad Tecnológica de Pereira	
22	Universidad El Bosque	

Para la primera muestra se encuentran 22 universidades a nivel nacional (12 privadas y 10

públicas), y a nivel internacional 16 (1 Sudamérica, 1 Latinoamérica, 12 Estados Unidos, 1 Europa, 1 Asia). Para dichas universidades, se consulta y recolecta en los sitios web oficiales la última versión del plan de estudios de cada una de ellas.

Ahora bien, para la segunda muestra se adiciona un criterio, el cual corresponde a que el plan de estudios de la carrera disponga del contenido programático o contenido de cada una de las asignaturas que lo componen. Conforme a esto, se listan las universidades correspondientes a la segunda muestra “Universidades con asignaturas y contenido programático”:

Tabla 5.

Universidades con asignaturas y contenido programático.

Universidades con asignaturas y contenido programático		
No.	Nacionales	Internacionales
1	Universidad Industrial de Santander	Columbia University
2	Universidad de los Andes	University of Michigan-Ann Arbor
3	Universidad Nacional de Colombia	University of California, Berkeley
4	Pontificia Universidad Javeriana	University of Wisconsin-Madison
5	Universidad de La Sabana	University of Illinois at Urbana-Champaign
6	Universidad del Norte	Universidad Nacional Autónoma de México UNAM
7	Universidad Distrital Francisco José de Caldas	Purdue University
8	Universidad Francisco de Paula Santander	University of Southern California
9	Universidad Tecnológica de Pereira	Pennsylvania State University
10	Universidad El Bosque	University of Groningen
11		University of Arizona
12		Texas A&M University, College Station

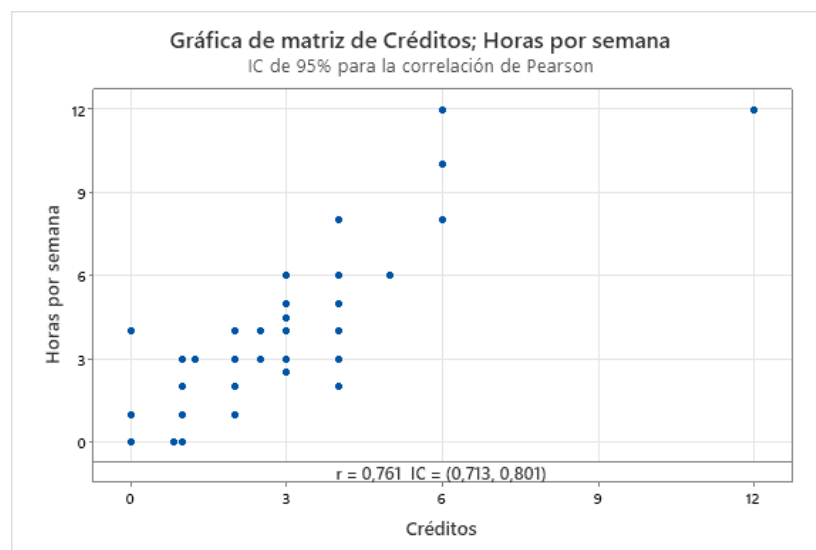
Se obtiene el contenido de las asignaturas para 10 planes de estudios nacionales y 12 planes de estudios internacionales. Conviene enfatizar que cuando se filtra las universidades por el nombre del programa INGENIERÍA INDUSTRIAL, se buscan a aquellas donde el nombre del programa sea igual o similar, ya que, si bien en otras universidades se encuentran programas

similares como Ingeniería de Producción, Investigación e Ingeniería de Operaciones, Ingeniería de Manufactura, Ingeniería de Gestión Empresarial, entre otros, no se tuvieron en cuenta para este estudio.

Algunas universidades suministran las horas de estudio en salón por semana, pero se encuentra que dicha variable se relaciona en gran magnitud con el número de créditos. Con el fin de validar esta hipótesis, se realiza un análisis de dispersión para determinar la relación entre las HORAS POR SEMANA y NÚMERO DE CRÉDITOS. En la Figura 6, se presenta el análisis de correlación, en el cual se encuentra un coeficiente de correlación de Pearson R de 0,76 indicando que la relación existente entre estas variables es muy fuerte, por lo tanto, se concluye que el analizar la variable HORAS POR SEMANA no tiene mayor significancia, puesto que para la investigación surge más la necesidad de estudiar el NÚMERO DE CRÉDITOS.

Figura 6.

Análisis de correlación Créditos vs Horas por semana



Nota. Elaboración propia a partir de datos procesados en Minitab (2023)

5. Clasificación según las Áreas del Conocimiento

En este capítulo, se describen las áreas y líneas del conocimiento sobre las cuales se apoyan las clasificaciones de este estudio, es decir, las variables en las cuales se van clasificando las asignaturas, créditos y contenido. Habiendo dicho lo anterior, en el ítem 5.1 se mencionan las áreas del conocimiento pertenecientes al cuerpo del conocimiento del IISE, y en el ítem 5.2 las líneas de conocimiento propuestas por la UNAL. Finalmente, se explica brevemente la metodología para clasificar las asignaturas y el contenido.

Las áreas del conocimiento que se toman como base de estudio para el presente trabajo de investigación, son a nivel local las Líneas del conocimiento propuestas por la Universidad Nacional de Colombia y a nivel global las Áreas del Conocimiento de la Ingeniería Industrial y de Sistemas propuestas por el Instituto de Ingenieros Industriales y de Sistemas. Las primeras se deben a que, en Colombia, el gran referente para una educación de calidad es la Universidad Nacional de Colombia, no solo por ser reconocida por su nivel de excelencia como institución de educación pública, sino por la trascendencia que ha tenido en la historia y el desarrollo del país, según la exministra de educación (Revista Semana, 2017). Además, la UNAL es la universidad pública más grande del país, por lo tanto, es el mayor referente nacional para la Universidad Industrial de Santander y otras universidades en educación pública. Algo similar ocurre con el Instituto de Ingenieros Industriales y de Sistemas, pues esta es la sociedad profesional más grande del mundo dedicada a la profesión. Encima, es el proveedor líder de educación continua de vanguardia en Ingeniería Industrial y de Sistemas (Institute of Industrial & Systems Engineers, 2023).

5.1. Áreas del Conocimiento de la Ingeniería Industrial y de Sistemas (IISE)

El Cuerpo de Conocimientos de Ingeniería Industrial y de Sistemas propuesto por el Instituto de Ingenieros Industriales y de Sistemas, se compone de 14 áreas del Conocimiento que representan una taxonomía de los conceptos más relevantes de esta Ingeniería. A continuación, se mencionan dichas áreas (los temas y subtemas que cada uno integra se encuentran con mayor detalle en el Apéndice B): 1. Diseño y medición del trabajo; 2. Análisis de Investigación de operaciones; 3. Análisis económico de ingeniería; 4. Ingeniería de instalaciones y Gestión Energética; 5. Ingeniería de calidad y confiabilidad; 6. Ergonomía y factores humanos; 7. Ingeniería y gestión de operaciones; 8. Gestión de la Cadena de Suministro; 9. Gestión de ingeniería; 10. Seguridad; 11. Ingeniería de la Información; 12. Ingeniería de diseño y fabricación; 13. Diseño y desarrollo de productos; 14. Diseño e ingeniería de sistemas.

5.2. Líneas del Conocimiento Generalmente Utilizadas en Colombia (Universidad Nacional de Colombia)

Las asignaturas del plan de estudios de la Universidad Nacional de Colombia se encuentran clasificadas en 10 agrupaciones que la misma plantea. Estas son: 1. Asignatura sin agrupación; 2. Matemáticas, probabilidad y estadística; 3. Física; 4. Herramientas informáticas y métodos numéricos; 5. Materiales y procesos; 6. Economía y finanzas; 7. Administración y gestión; 8. Producción y operaciones; 9. Seminarios de Proyectos de Ingeniería; 10. Trabajo de grado. Las asignaturas pertenecientes a cada una de las agrupaciones se mencionan en el Apéndice B.

5.3. Metodología para la Clasificación de Asignaturas en las Áreas de Conocimiento

5.3.1. Por Líneas del Conocimiento Propuestas por la Universidad Nacional

Para la clasificación, se tiene la categoría Asignaturas sin agrupación en la cual se reunieron materias que no se clasifican dentro de las demás agrupaciones, como química, estática,

electricidad, dibujo, metodología de la investigación, lecto escritura, y todas aquellas afines a estas que no hacen parte de las otras líneas. Asimismo, no se incluyen asignaturas que corresponden a la enseñanza de un segundo idioma, cultura física y/o cátedra de la universidad, materias electivas no profesionales, puesto que a estas se les hace su respectivo análisis.

Las asignaturas se clasifican de acuerdo a las materias que se encuentran enlistadas en dichas agrupaciones en el Proyecto Educativo del Programa de Ingeniería Industrial de la Universidad Nacional de Colombia, es decir, se toman como guía de referencia para la clasificación. Cabe mencionar, que las asignaturas se irán clasificando de acuerdo al nombre de la materia, sin observar su contenido.

5.3.2. Por Áreas del Conocimiento de la Ingeniería Industrial

Para la clasificación de las asignaturas por áreas del conocimiento de IISE, se toman como base de referencia los temas y subtemas de cada área estipuladas en el Apéndice B. El nombre de la asignatura debe ser igual o lo más cercano posible al nombre de los temas y subtemas allí encontrados. En cuanto a las asignaturas que no clasifican en dichas áreas, no se agrupan en ninguna otra categoría, puesto que en la clasificación por Líneas propuestas por la Universidad Nacional ya se desglosan las asignaturas que no hacen parte del campo profesional de Ingeniería Industrial para su respectivo análisis.

5.4. Metodología de la Clasificación de Contenido en las Áreas de Conocimiento

5.4.1. Por Áreas del Conocimiento de la Ingeniería Industrial

Para clasificar el contenido de cada asignatura, se estipula que la suma de todos los temas o capítulos principales vistos en la materia equivalen a un 100%, por consiguiente, el total de temas es la base para hallar el porcentaje de contenido de cada área, por ejemplo, en la asignatura de Seguridad y salud en el trabajo se listan 10 temas en total, de los cuales 4 son de Ergonomía y 6

de Seguridad, resultando así que el 40% (0,4) de la asignatura se clasifica en el área de conocimiento *Ergonomía* y el 60% (0,6) en *Seguridad*. Al término de la clasificación del contenido de todas las asignaturas, se realiza una suma total en cada área para encontrar que porcentaje de la totalidad de asignaturas pertenece a cada una respectivamente para cada universidad.

A mencionar 3 cosas importantes:

1. Las asignaturas a las cuales se les analiza y clasifica el contenido son aquellas las cuales quedaron agrupadas en el *Análisis por asignaturas con base en las áreas del conocimiento de la Ingeniería Industrial y de Sistemas*, es decir, asignaturas que no hicieron parte de esa clasificación, no se incluyen en este análisis como Cálculos, Físicas, Termodinámica, etc.
2. Los temas se califican lo más específico posible a aquellos que se plasman en el cuerpo de conocimiento. Si en dado caso, el tema que aparece en el contenido no se encuentra en este o no es lo más similar posible, se clasifica dentro de un área creada para estos casos, denominada *No se encuentra dentro de los temas*, con el fin de encontrar qué porcentaje del contenido se caracteriza como “complementario” y no es considerada esencial para el IISE.
3. Por último, una asignatura puede contener temas de 1, 2, 3, 4 o más áreas del conocimiento.

6. Análisis Descriptivo General

En este capítulo, se abordan los resultados y el análisis descriptivo de las siguientes variables: duración del programa, electivas profesionales, segundo idioma y electivas no profesionales de las universidades, a partir del número de créditos y/o porcentaje correspondiente a cada una, y con las cuales se busca comprender el panorama en el que se encuentra la UIS frente a las demás instituciones en duración, idiomas, flexibilidad e interdisciplinariedad.

Se caracteriza uno a uno el plan de estudios de cada universidad, analizando datos relevantes y clasificando la información en distintas tablas. A continuación, se presentan los resultados más relevantes encontrados.

6.1. Duración del Programa

En su mayoría, las Universidades de Colombia imparten la carrera profesional de Ingeniería Industrial con una duración de 10 semestres o 5 años. De 22 universidades estudiadas, alrededor del 81,81% la ofertan en este tiempo, entre las que se encuentra la totalidad de instituciones públicas. Solo 3 universidades, todas privadas, imparten la carrera en 8 semestres, la Universidad de los Andes, la Pontificia Universidad Javeriana y la Universidad del Rosario. Por su parte, la Universidad Militar Nueva Granada la otorga en 9 semestres, demostrando así que las universidades privadas van un paso adelante en la internacionalización, puesto que, al revisar las universidades internacionales, pasa todo lo contrario, el 81,25% de las universidades imparten la carrera con una duración de 4 años, e inclusive menos como ocurre con la University of Groningen (Países bajos) que lo hace en 6 semestres, no obstante, universidades como la Universidad de Buenos Aires tienen estructurada la carrera para una duración de 6 años.

Por su parte, la Universidad Nacional Autónoma de México y la Universidad de Buenos Aires son las instituciones con mayor número de créditos en su programa de formación, 448 y 283 respectivamente. Las demás universidades, nacionales como internacionales, oscilan entre 120 y 190 créditos. En cuanto a la Universidad de Buenos Aires y al sistema de créditos que esta maneja, el número de créditos que otorga cada asignatura es equivalente a las horas reloj de asistencia semanal a clases. Un crédito equivale a una hora semanal de clase en cuatrimestres de dieciséis (16) semanas. En la Universidad Industrial de Santander los periodos datan de semestres también de 16 semanas, por lo tanto, la Universidad de Buenos Aires respecto a la UIS está impartiendo 32

semanas más de clase. Por su parte, la UNAM de acuerdo al Reglamento General de Estudios Universitarios artículo 20 y 21, dictamina que los planes de estudio de licenciaturas como lo son las Ingenierías tendrán un mínimo de 300 y un máximo de 450 créditos (Universidad Nacional Autónoma de México, 2023) Asimismo, en el artículo 53 se define un crédito como la unidad de valor o puntuación de una asignatura o módulo de un plan de estudios que se calcula de la siguiente forma:

- a) En actividades que no requieren estudio o trabajo adicional del alumno, una hora de clase semana- semestre corresponde a un crédito.
- b) En actividades que requieren estudio o trabajo adicional del alumno, una hora de clase semana- semestre corresponde a dos créditos
- c) El valor en créditos de actividades clínicas y de prácticas para el aprendizaje se calculará globalmente según su importancia en el plan de estudios, y a criterio de los consejos técnicos respectivos.

6.2. Electivas Profesionales

Un aspecto importante que se estudia es el equivalente de los créditos de electivas sobre los créditos totales, considerando que dentro de la investigación se hace énfasis en detectar la flexibilidad que las universidades le dan a sus estudiantes para enfocarse en diferentes campos de interés de la Ingeniería Industrial. Como se observa en la Tabla 6, universidades nacionales como la Universidad de Antioquia y la Universidad ICESI destinan menos del 6% de créditos a electivas profesionales, mientras que la Universidad Nacional de Colombia con un 18,09% es la universidad a nivel Colombia que mayor flexibilidad da para profundizar en temas propios de la Ingeniería Industrial, seguido por la Universidad de los Andes con un 17,91% de los créditos totales. Por su

parte, la Universidad Industrial de Santander ocupa el puesto 11 a nivel de flexibilidad con un 6,98% (12 de 172 créditos).

Tabla 6.

Electivas profesionales cursadas en las universidades nacionales

Universidad	Créditos totales	Créditos Electivas profesionales	%
Universidad Nacional de Colombia	188	34	18,09%
Universidad de los Andes	134	24	17,91%
Universidad Pontificia Bolivariana	157	21	13,38%
Universidad del Rosario	136	18	13,24%
Pontificia Universidad Javeriana	138	17	12,32%
Universidad del Norte	155	18	11,61%
Universidad Distrital Francisco José de Caldas	167	18	10,78%
Universidad del Valle	153	15	9,80%
Universidad de la Costa	160	12	7,50%
Universidad del Atlántico	162	12	7,41%
Universidad Industrial de Santander	172	12	6,98%
Universidad de la Salle	174	12	6,90%
Universidad Francisco de Paula Santander	162	11	6,79%
Universidad de La Sabana	179	12	6,70%
Universidad Militar Nueva Granada	156	9	5,77%
Universidad de Antioquía	160	9	5,63%
Universidad de Medellín	169	9	5,33%
Universidad ICESI	173	9	5,20%
Universidad Antonio Nariño	156	8	5,13%
Universidad El Bosque	179	9	5,03%
Universidad Tecnológica de Pereira	180	9	5,00%
Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia	172	6	3,49%

A nivel internacional, como se evidencia en la Tabla 7, la Universidad de Wisconsin es la institución que mayor número de créditos libres ofrece para profundizar en diferentes campos de la Ingeniería Industrial con un 19,83%, seguida de la Universidad de Columbia y la Universidad de Florida con un 19,29% y 19,20% respectivamente. En el caso de la University of Groningen de

170 créditos que oferta, no ofrece créditos libres para que los estudiantes profundicen en las áreas que desean, aunque es de destacar, que dicha universidad, aunque no tiene créditos libres de elección, ofrece 2 planes de estudio con enfoques diferentes: Ingeniería de procesos sostenible y Tecnología de Producción y Logística (175 créditos c/u) (este segundo fue la base para la investigación). Por su parte, la Universidad Nacional Autónoma de México a pesar de ofrecer tantos créditos, 448 en total, solo brinda un 6,70% de flexibilidad.

Tabla 7.

Electivas profesionales cursadas en las universidades internacionales

Universidad	Créditos totales	Créditos Electivas profesionales	%
University of Wisconsin	121	24	19,83%
Columbia University	140	27	19,29%
University of Florida	125	24	19,20%
University of Southern California	142	25	17,61%
University of Michigan-Ann Arbor	128	19	14,84%
University of California, Berkeley	128	18	14,06%
Texas A&M University, College Station	130	18	13,85%
University of Illinois at Urbana-Champaign	128	15	11,72%
University of Arizona	130	15	11,54%
Purdue University	126	12	9,52%
Pennsylvania State University	129	12	9,30%
Rutgers University - New Brunswick	129	9	6,98%
Universidad Nacional Autónoma de México UNAM	448	30	6,70%
University of Groningen	170	0	0,00%
Shanghai Jiao Tong University	106		

6.3.Segundo Idioma

De acuerdo a los resultados, de las 22 universidades nacionales, solo 7 ofertan un segundo idioma, generalmente inglés, en su plan de estudios. Dentro de estas se encuentran la Universidad de la Sabana (15 créditos), Universidad Nacional de Colombia (12 créditos), Universidad Antonio

Nariño (9 créditos), Universidad de la Costa (9 créditos), Universidad Industrial de Santander (8 créditos), Universidad de Antioquia (6 créditos), y la Universidad Distrital Francisco José de Caldas (6 créditos). La Universidad Industrial de Santander en comparación a universidades públicas como la UNAL se queda atrás por 4 créditos, que, aunque parezca una pequeña diferencia, el impacto podría ser significativo. De igual manera pasa con la Universidad de la Sabana, dicha universidad oferta 5 niveles de inglés, 3 más que la UIS.

No cabe duda que, la inclusión del inglés en el currículo académico, debe ser uno de los objetivos consecuencia de la globalización como complemento de la formación profesional e integral. Se podría llegar a pensar si quiera que ya no se encuentra como algo opcional, sino que la calidad de la educación obliga a instituciones a emprender vuelo en la enseñanza de nuevos idiomas (Chávez-Zambrano et al., 2017). Aquí se ve reflejado que gran parte de las universidades de Colombia, aproximadamente 68,18% no lo inculcan de manera obligatoria, ralentizando el proceso de internacionalización, como es el caso de la Universidad del Valle, puesto que el inglés es extracurricular con un total de 10 créditos, pero estos no son tomados en cuenta en la totalidad de créditos en el plan de estudios. Por su parte, en la Pontificia Universidad Javeriana el Proyecto CDIO Año 4-1 visto en 7mo semestre, requiere un mínimo de inglés nivel B2. En universidades internacionales de habla no inglesa de acuerdo a los resultados, no se encuentran créditos obligatorios de una segunda lengua, pero en la investigación se encuentra que, instituciones como la University of Groningen, aunque se encuentra localizada en Países bajos, el curso de Ingeniería Industrial se imparte en inglés. En otras instituciones como la Universidad de Buenos Aires, no hay créditos obligatorios dirigidos a un segundo idioma, pero sí se ofrecen cursos preparatorios no obligatorios a los estudiantes, con el fin de alcanzar como mínimo un nivel de inglés B2 en lecto comprensión. En la Universidad Nacional Autónoma de México tampoco se tienen cursos

obligatorios de este idioma, por lo tanto, sumándose a las de Colombia, se encuentra una fuerte falencia en universidades latinoamericanas en cuanto a la enseñanza de una segunda lengua.

Respecto a lo mencionado anteriormente, no se pretende concluir que las universidades no enseñen cursos de inglés, lo que se pretende, es llegar al punto donde las instituciones de educación superior no impulsan a sus estudiantes a salir con determinado nivel de inglés u otro idioma al mercado laboral.

6.4. Electivas no profesionales

En cuanto a las electivas no profesionales o complementarias, en estas se incluyen materias de contexto, humanidades, ciencias, entre otras, que la universidad permite al estudiante de libre elección para una mayor flexibilidad curricular, en campos de otras facultades.

En la Tabla 8 se observa el total de créditos asignados a estas y el porcentaje sobre el total de créditos de la carrera. Con esto, se analiza el nivel de interdisciplinariedad, es decir, que tanto les permiten las universidades a sus estudiantes tomar materias de otros programas académicos.

Tabla 8.

Electivas no profesionales cursadas en las universidades nacionales.

Universidad	Créditos Electivas no profesionales	%
Universidad del Norte	24	15,5
Universidad del Rosario	21	15,4
Universidad de la Costa	21	13,1
Universidad de Antioquía	19	11,9
Universidad Tecnológica de Pereira	17	9,4
Universidad ICESI	16	9,2
Universidad de la Salle	16	9,2
Universidad de los Andes	9	6,7
Pontificia Universidad Javeriana	9	6,5
Universidad Militar Nueva Granada	10	6,4
Universidad Distrital Francisco José de Caldas	9	5,4
Universidad Pontificia Bolivariana	8	5,1

Universidad	Créditos Electivas no profesionales	%
Universidad del Valle	6	3,9
Universidad de Medellín	6	3,6
Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia	6	3,5
Universidad Francisco de Paula Santander	4	2,5
Universidad del Atlántico	4	2,5
Universidad Industrial de Santander	4	2,3
Universidad Antonio Nariño	2	1,3
Universidad Nacional de Colombia	0	0,0
Universidad de La Sabana	0	0,0
Universidad El Bosque	0	0,0

Con respecto a los resultados de la Tabla 8, la Universidad del Norte es una de las instituciones con mayor interdisciplinariedad con un 15,5%, seguida de la Universidad del Rosario y la Universidad de la Costa con un 15,4% y 13,1% respectivamente, las cuales ofrecen más de 20 créditos para estudios diferentes al campo de la Ingeniería Industrial. La Universidad Industrial de Santander se posiciona a nivel nacional en el puesto 18 con tan solo 4 créditos, es decir, un 2,3%.

En cuanto a las universidades internacionales, Shanghai Jiao Tong University ofrece 5 cursos complementarios. Por otra parte, la universidad de Michigan en Ann Arbor y la Universidad de California en Berkeley con un 28,9% cada una, son las universidades a nivel internacional que permiten una mayor interdisciplinariedad a sus estudiantes con 37 créditos de contexto, un buen porcentaje comparado a las universidades nacionales que oscilan alrededor del 15%. La Universidad de Columbia, la Universidad de Buenos Aires y la University of Groningen no ofrecen electivas. De este modo, se refuerza la evidencia sobre una menor flexibilidad por parte de las universidades latinoamericanas.

Tabla 9.*Electivas no profesionales cursadas en las universidades internacionales.*

Universidad	Créditos Electivas no profesionales	%
University of Michigan-Ann Arbor	37	28,9
University of California, Berkeley	37	28,9
University of Illinois at Urbana-Champaign	23	18,0
University of Arizona	20	15,4
Purdue University	18	14,3
University of Southern California	20	14,1
Pennsylvania State University	18	14,0
Texas A&M University, College Station	18	13,8
University of Wisconsin	15	12,4
University of Florida	12	9,6
Rutgers University - New Brunswick	12	9,3
Universidad Nacional Autónoma de México UNAM	6	1,3
Columbia University	0	0,0
Universidad de Buenos Aires	0	0,0
University of Groningen	0	0,0

7. Análisis por Universidad

En este capítulo, se exponen brevemente los principales resultados del análisis descriptivo de cada universidad nacional e internacional, con base en las áreas de formación de la UNAL y en las áreas de conocimiento del IISE. Para cada institución universitaria, se podrá encontrar una figura con dos gráficas: la clasificación de créditos por áreas de la UNAL y una comparativa Asignaturas vs Contenido para las que disponen de este. Para aquellas que no, en reemplazo de la comparativa, se podrá encontrar la clasificación de créditos por áreas del conocimiento del IISE, con la finalidad de hallar las áreas hacia las cuales se orienta la mayor parte de su programa.

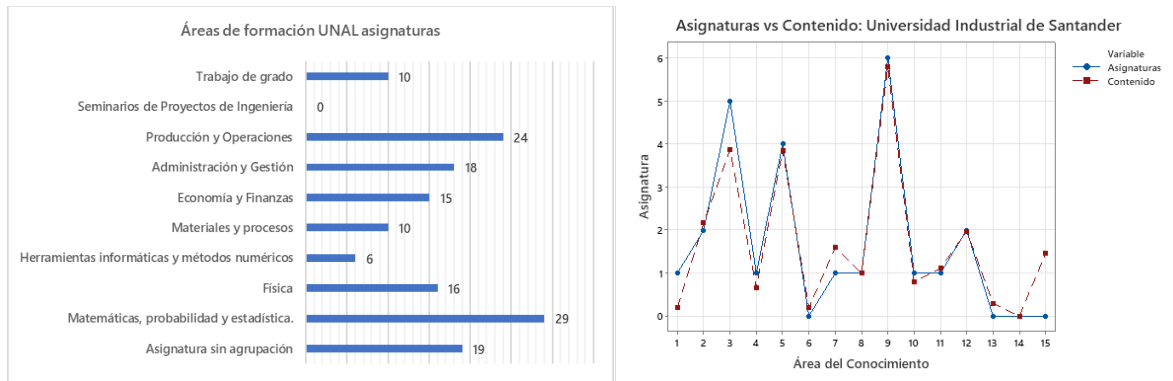
7.1. Universidades Nacionales

A continuación, se describe brevemente el comportamiento del pensum de cada universidad, de acuerdo a las clasificaciones, además de ver la variación asignaturas vs contenido:

Universidad Industrial de Santander

Figura 7.

Análisis descriptivo Universidad Industrial de Santander



De acuerdo a las áreas de formación UNAL, en la Figura 7 se observa una fuerte fundamentación matemática seguido por Producción y operaciones, en contraste con la clasificación del IISE, donde se presenta una mayor orientación por Gestión de ingeniería, Análisis económico de ingeniería e Ingeniería de calidad y confiabilidad.

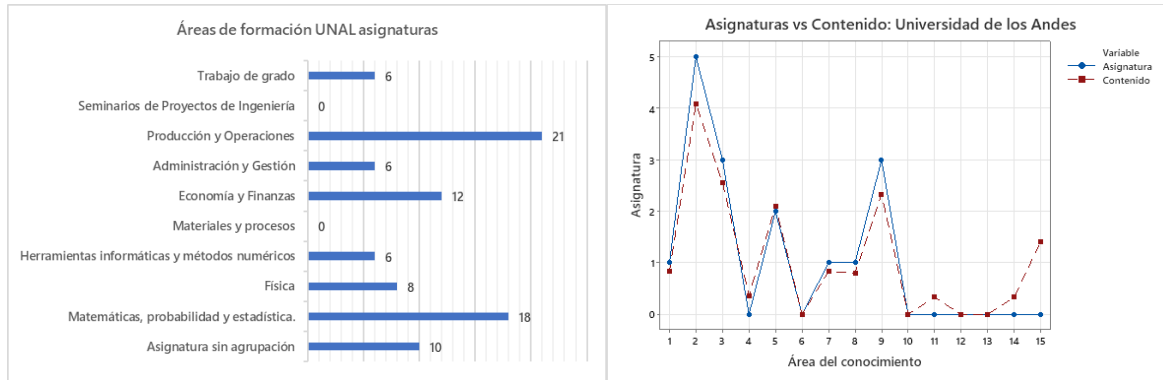
Para la Universidad Industrial de Santander se clasifica el 43,60% de los créditos del plan de estudios en las áreas del IISE, ocupando el 12vo lugar de 22 universidades estudiadas que mayor porcentaje clasifica en esta.

Universidad de los Andes

Al observar en la Figura 8 la clasificación por áreas de la UNAL, se encuentra una fuerte fundamentación matemática y alta orientación en Producción y operaciones, de los cuales al comparar con las áreas del IISE, la Universidad de los Andes profundiza en Investigación y análisis de operaciones, Análisis económico de ingeniería, Gestión de ingeniería e Ingeniería de calidad y confiabilidad, concluyendo así que el 35,82% de los créditos totales se clasifican dentro del cuerpo de conocimiento del IISE.

Figura 8.

Análisis descriptivo Universidad de los Andes

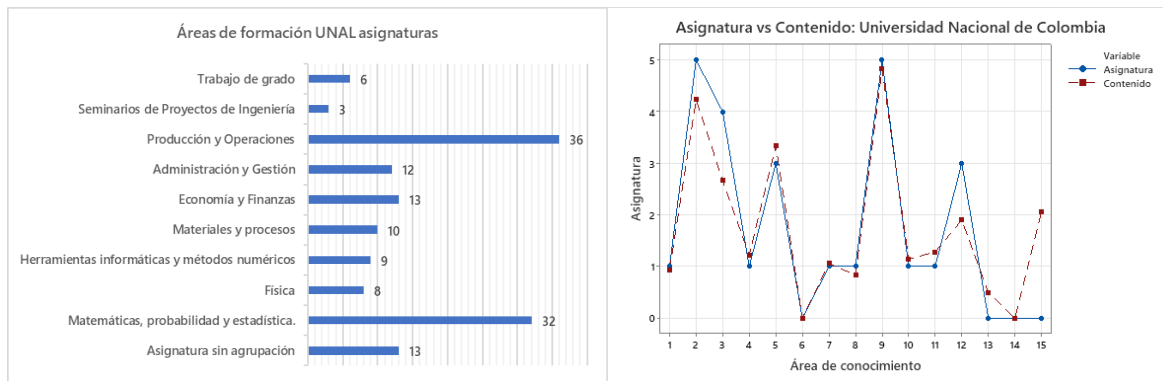


Cabe resaltar que la universidad de los Andes no imparte temas con respecto a Ergonomía, Seguridad, Ingeniería de diseño y fabricación, y Diseño y desarrollo de productos.

Universidad Nacional de Colombia

Figura 9.

Análisis descriptivo Universidad Nacional de Colombia



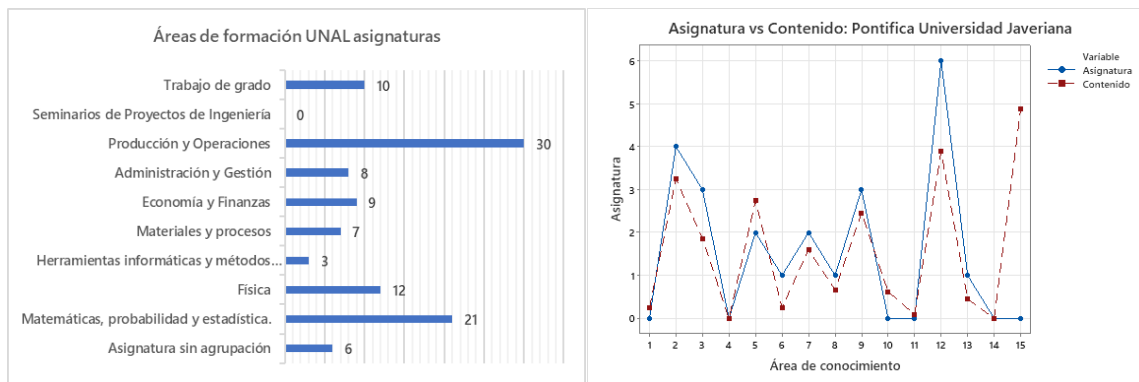
La UNAL clasifica el 45,21% de sus créditos en las áreas de formación IISE, teniendo un mayor enfoque en Gestión de ingeniería, Investigación y análisis de operaciones, Ingeniería de calidad y confiabilidad, Análisis económico de ingeniería e Ingeniería de diseño y fabricación, de acuerdo al contenido, lo cual concuerda con una orientación significativa en Producción y operaciones de acuerdo a las áreas de la UNAL observadas en la Figura 9.

Pontificia Universidad Javeriana

De acuerdo a su descripción, el plan de estudios profundiza en asignaturas de las áreas de Operaciones en la cadena de valor, Factores humanos y tecnológicos, Inteligencia de negocios, Estrategia, Emprendimiento y Decisiones organizacionales (Pontificia Universidad Javeriana, 2023). Ahora bien, de acuerdo a la comparativa Asignatura vs Contenido de la Figura 10, se encuentran varias áreas de enfoque como lo son Ingeniería de diseño y fabricación, Investigación y análisis de operaciones, Ingeniería de calidad y confiabilidad, Gestión de ingeniería y Análisis económico que, contrastando con lo anterior, faltaría una profundización en Factores humanos y en Ingeniería y gestión de operaciones.

Figura 10.

Análisis descriptivo Pontificia Universidad Javeriana



Asimismo, se observa que gran parte del contenido no se encuentra dentro de la temática del IISE, en su mayor parte en asignaturas del área Ingeniería de diseño y fabricación, encontrándose además que un 44,93% de sus créditos se clasifican dentro de las áreas del IISE.

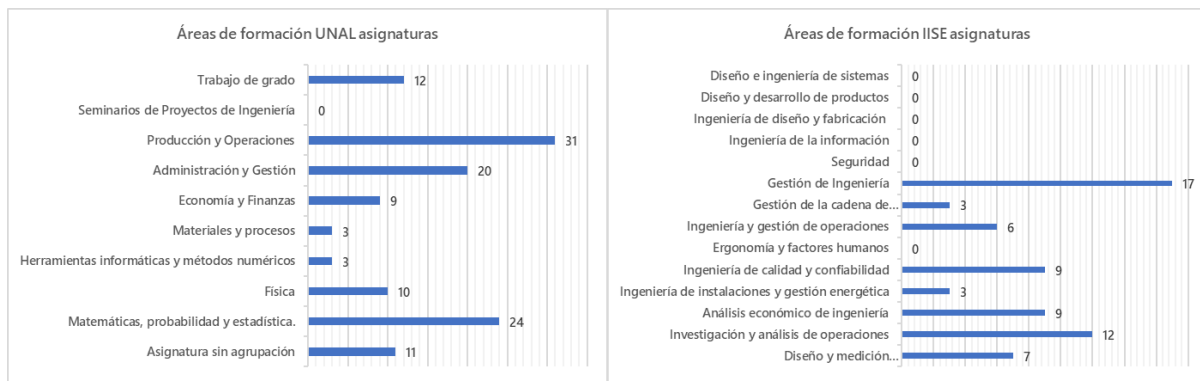
Universidad de Antioquia

Conforme a lo que se observa en la Figura 11, la Universidad de Antioquia tiene una fuerte orientación por la Gestión de ingeniería, seguido de Investigación y análisis de

operaciones, Análisis económico de ingeniería e Ingeniería de calidad y confiabilidad, que en contraste con la clasificación de las áreas UNAL, se tiene una afinidad importante en Producción y operaciones, agrupación que encierra a la Investigación de operaciones y calidad, encontrando además, que solo el 41,25% de los créditos se catalogan dentro del cuerpo de conocimiento del IISE.

Figura 11.

Análisis descriptivo Universidad de Antioquía



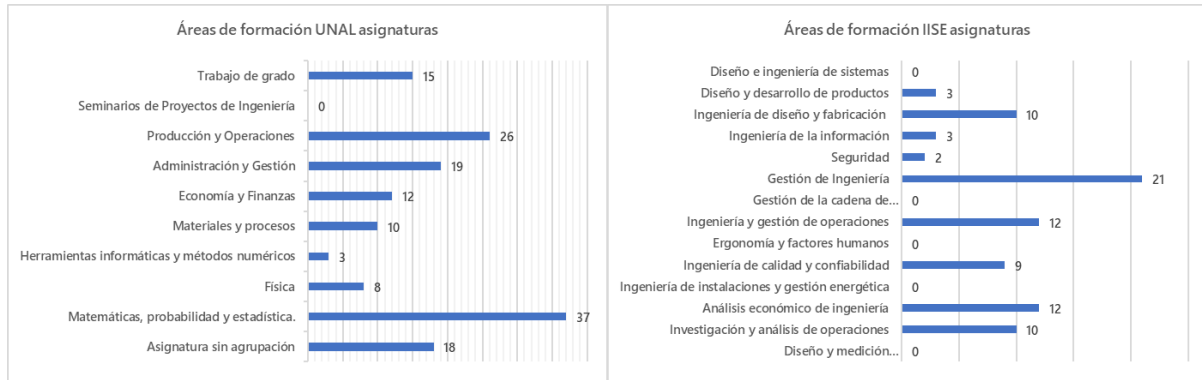
Además, se considera que su curriculum académico presenta 3 líneas de énfasis profesional: Gestión de operaciones y Logística, Finanzas y Analítica, esta última incluye métodos cuantitativos y análisis de negocios (Universidad de Antioquía, 2023). Con lo anterior, se encuentra que los análisis realizados concuerdan con lo estipulado por la universidad.

Universidad ICESI

Con base en las áreas de formación IISE, dicha universidad tiene una fuerte orientación por Gestión de ingeniería, clasificando el 47,4% de créditos dentro del cuerpo del conocimiento propuesta por esta. Asimismo, en la Figura 12 se contemplan 37 créditos en el área de matemáticas, los cuales 21 son enfocados en cálculos y lógica matemática, y el restante a estadística, siendo significativa la fundamentación matemática en esta institución.

Figura 12.

Análisis descriptivo Universidad ICESI

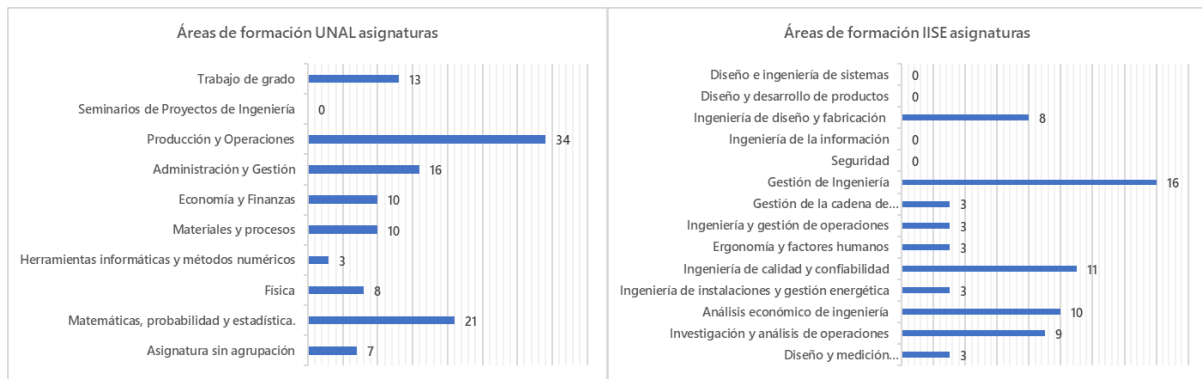


Universidad Pontificia Bolivariana

Según la Figura 13, la Universidad Pontificia Bolivariana se suma a las universidades que orientan mayor parte de sus créditos en la Gestión de ingeniería, seguido de Ingeniería de calidad y confiabilidad, Análisis económico de ingeniería, e Investigación y análisis de operaciones, que en relación con las áreas de formación UNAL, y sin contar con Producción y operaciones y Matemáticas, se encuentra un alto número de créditos en Administración y gestión. Para dicha universidad, el 43,95% de los créditos clasifica dentro de las 14 áreas del conocimiento IISE.

Figura 13.

Análisis descriptivo Universidad Pontificia Bolivariana

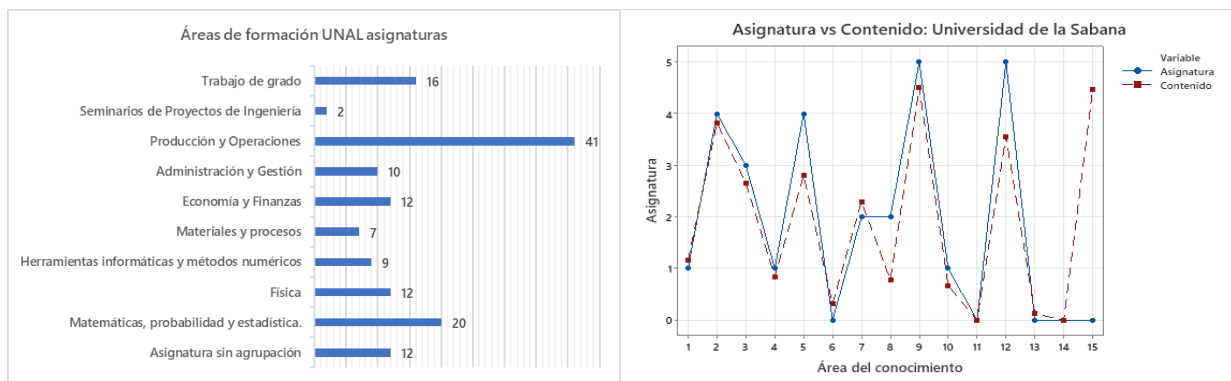


Universidad de la Sabana

De acuerdo a lo descrito por la universidad, su pensum tiene énfasis en analítica de datos, mejora continua y métodos cuantitativos para la toma de decisiones (Universidad de la Sabana, 2023). Ahora bien, según la comparativa Asignaturas vs Contenido de la Figura 14, la mayor parte de créditos se designan a áreas tales como Gestión de ingeniería, Investigación y análisis de operaciones, Ingeniería de diseño y fabricación, Ingeniería de calidad y confiabilidad y, Análisis económico de ingeniería, percibiendo además que gran parte de temas que deberían estar clasificadas dentro del cuerpo de conocimiento del IISE, no están. Por ende, se tiene que alrededor del 41,34% de sus créditos se clasifican en estas áreas, de los cuales no se encuentran créditos ni contenido en Ingeniería de la información.

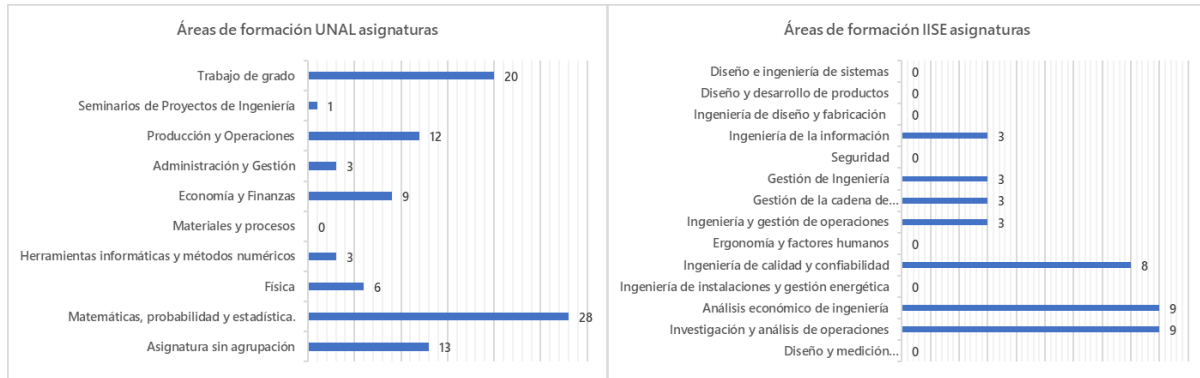
Figura 14.

Análisis descriptivo Universidad de la Sabana



Universidad del Rosario

De la Universidad del Rosario, solo un 27,94% del pensum se categoriza dentro de las áreas IISE, ya que esta universidad se caracteriza por ofrecer alrededor del 28,67% de créditos en electivas, una de los mayores porcentajes a nivel nacional.

Figura 15.*Análisis descriptivo Universidad del Rosario*

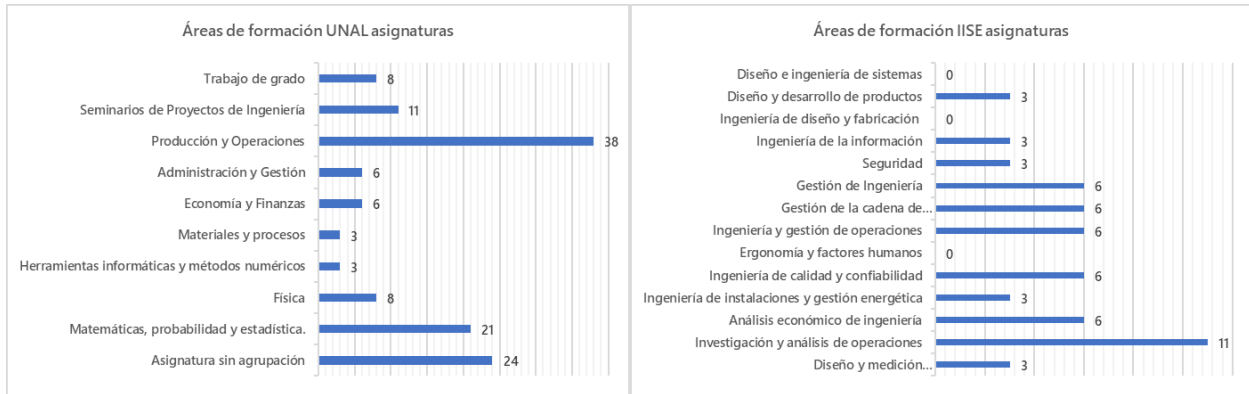
Según la Figura 15, su enfoque tiende hacia tres áreas, Investigación y análisis de operaciones, Análisis económico e Ingeniería de calidad y confiabilidad; sin embargo, también se ve una fuerte orientación por las Matemáticas y estadística, y es que dicha universidad imparte 28 créditos de los cuales 17 corresponden a cálculos y álgebra, incluido un precálculo. Cabe resaltar que su programa tiene líneas de profundización en Ciencia de datos, Logística, y Análisis de decisión y Finanzas (Universidad del Rosario, 2023).

Universidad del Valle

Con respecto a la Figura 16, la Universidad del Valle tiene un alto número de créditos en Producción y operaciones de acuerdo a las agrupaciones de la UNAL, que a su vez se encuentran predominantes en Investigación y análisis de operaciones. Por otro lado, del total de créditos correspondientes a su plan de estudios, el 36,60% ingresa dentro de los temas propuestos por el IISE.

Figura 16.

Análisis descriptivo Universidad del Valle

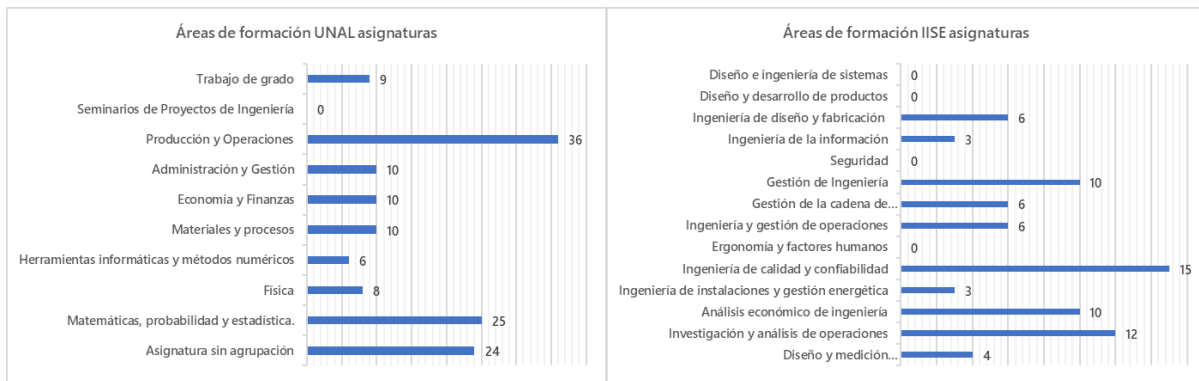


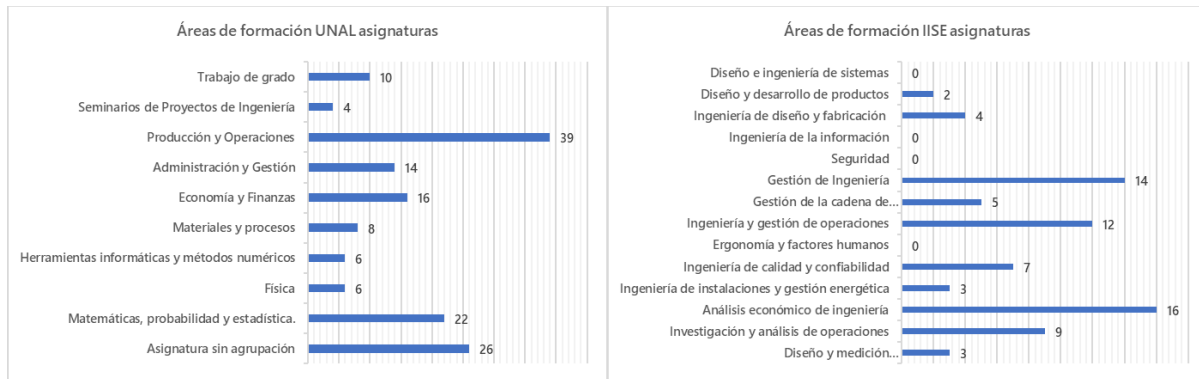
Universidad de la Salle

De su totalidad de créditos, el 43,10% se catalogan dentro del campo de la Ingeniería Industrial según las áreas del IISE de los cuales, según la Figura 17, la mayor parte se encuentra en Ingeniería de calidad y confiabilidad, seguido por Investigación y análisis de operaciones, Gestión de ingeniería y Análisis económico. En contraste con lo anterior, las áreas de formación UNAL muestran una inclinación por Producción y operaciones junto a una fundamentación matemática alta.

Figura 17.

Análisis descriptivo Universidad de la Salle



*Universidad de Medellín***Figura 18.***Análisis descriptivo Universidad de Medellín*

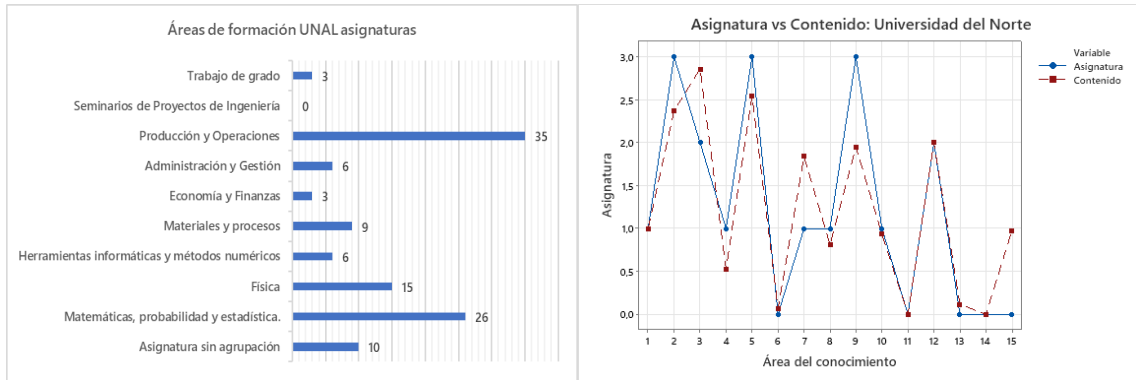
La Universidad de Medellín imparte el 44,38% de los créditos de su pensum académico de acuerdo al IISE, teniendo como áreas de orientación Análisis económico, Gestión de ingeniería, Ingeniería y gestión de operaciones e Investigación y análisis de operaciones. Asimismo, la Figura 18 muestra que dicha institución se suma a las universidades con alto número de créditos en Producción y operaciones, pues es de notar que esta área de formación UNAL agrupa gran número de asignaturas.

Universidad del Norte

De su programa académico, el 36,77% de los créditos se integran dentro de las áreas de formación IISE, tendiendo a enfocarse en áreas como Análisis económico de ingeniería, Ingeniería de calidad y confiabilidad, Investigación y análisis de operaciones, Ingeniería de diseño y fabricación, Gestión de ingeniería e Ingeniería y gestión de operaciones. Además, en la Figura 19, se puede observar que un buen porcentaje de temas impartidos no son descritos en el cuerpo de conocimiento, encontrándose también que Ingeniería y gestión de operaciones tiene una variación significativa en cuanto a su comportamiento.

Figura 19.

Análisis descriptivo Universidad del Norte

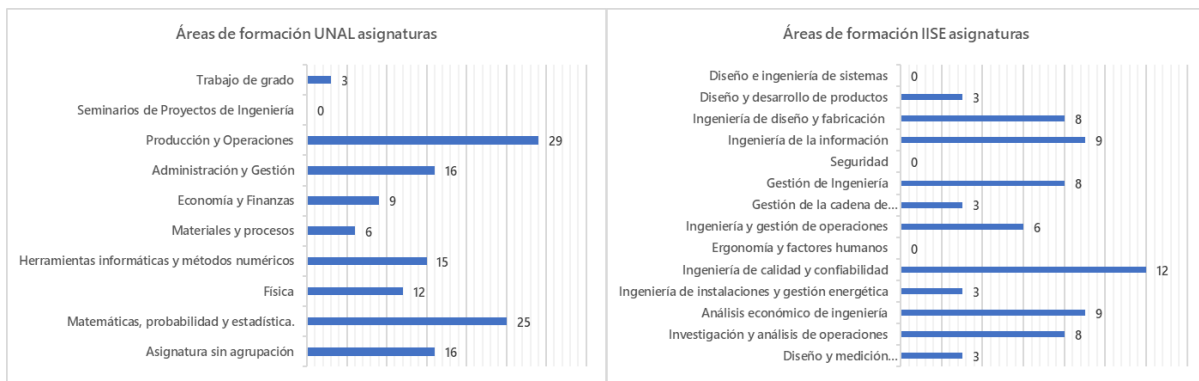


Universidad Antonio Nariño

Un 46,15% de su pensum se imparten dentro de las temáticas del cuerpo de conocimiento del IISE, encontrando enfoque en áreas tales como Ingeniería de calidad y confiabilidad, Ingeniería de la información, Análisis económico de ingeniería, Ingeniería de diseño y fabricación, Gestión de ingeniería e Investigación y análisis de operaciones, es decir, de acuerdo a la Figura 20 esta universidad no tiene una orientación única sino por el contrario, multidisciplinaria.

Figura 20.

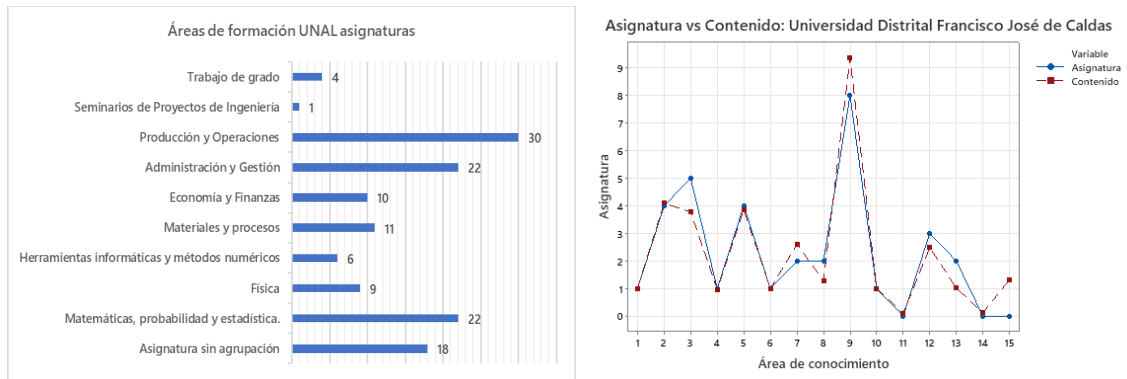
Análisis descriptivo Universidad Antonio Nariño



Universidad Distrital Francisco José de Caldas

Figura 21.

Análisis descriptivo Universidad Distrital Francisco José de Caldas



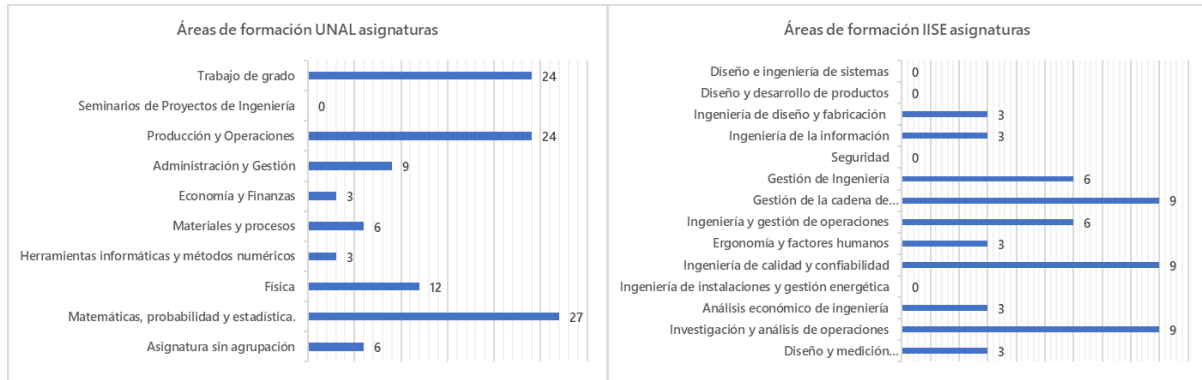
El 45,51% de los créditos de su curriculum académico clasifica en el cuerpo de conocimiento del IISE, con un notable enfoque por temáticas de Gestión de ingeniería, encontrando que de cada área se imparten, así sea en un mínimo porcentaje, temas de cada área como se observa en el comparativo de la Figura 21 y en la Tabla D1. Contrastando lo anterior con la clasificación de la Universidad Nacional de Colombia, se observa que efectivamente asignaturas de Administración y gestión son altamente impartidas en dicha universidad.

Universidad de la Costa

Para la Universidad de la Costa, se dispone del 33,75% de créditos dentro de las áreas IISE, que de acuerdo con las gráficas, se tiene énfasis en Gestión de la cadena de abastecimiento, Ingeniería de calidad y confiabilidad, e Investigación y análisis de operaciones. Se tiene además, que tiene un número significativo de créditos como Trabajo de grado, en lo cuales entra prácticas y una opción de grado diferente.

Figura 22.

Análisis descriptivo Universidad de la Costa

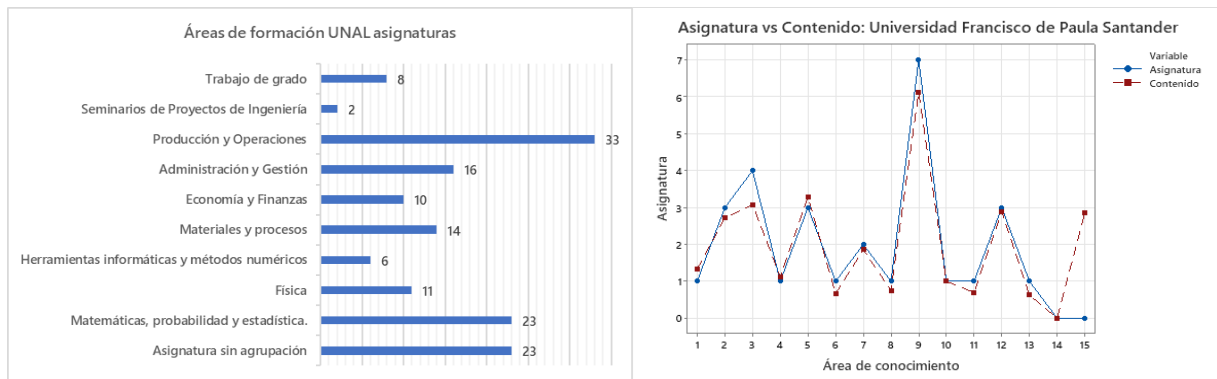


Universidad Francisco de Paula Santander

La UFPS tiende a enfocarse en Gestión de ingeniería con 16 créditos del 45,68% de créditos clasificados dentro de las áreas IISE, de lo cual al observar la comparativa de la Figura 23, es significativamente amplia frente a las demás áreas. Adicionalmente, la Figura 23 muestra que el comportamiento de las asignaturas frente al contenido es similar, no obstante, una parte importante de temas impartidos no se encuentran descritos en el cuerpo de conocimiento, así como en las agrupaciones de la UNAL, donde también se encuentra un número considerable de créditos en Asignatura sin agrupación.

Figura 23.

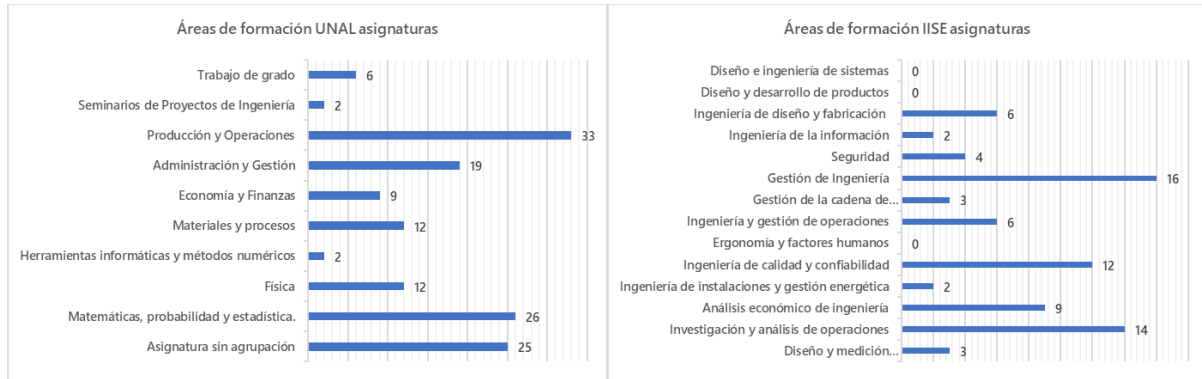
Análisis descriptivo Universidad Francisco de Paula Santander



Universidad del Atlántico

Figura 24.

Análisis descriptivo Universidad del Atlántico

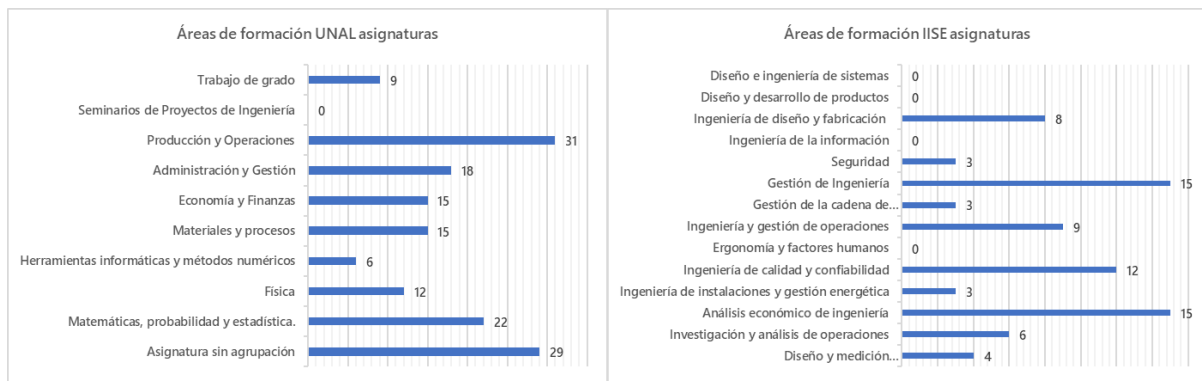


El 47,53% de los créditos de su pensum se agrupan dentro de las áreas del IISE, guiándose fuertemente por el área de Gestión de ingeniería, Investigación y análisis de operaciones, e Ingeniería de calidad y confiabilidad, de lo cual, en comparación con las agrupaciones de la UNAL, y según la Figura 24 se ve un enfoque por Producción y operaciones, seguido de una fuerte fundamentación matemática.

Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia

Figura 25.

Análisis descriptivo Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia



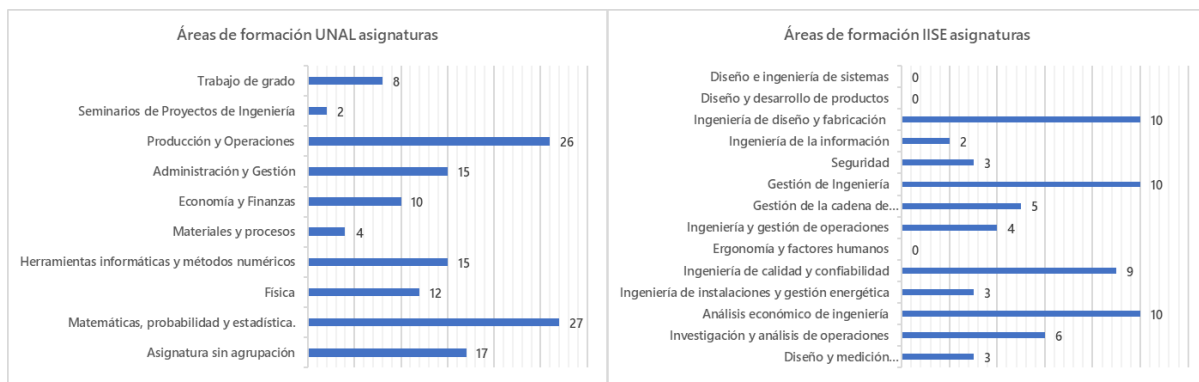
Alrededor del 45,35% de los créditos del programa de Ingeniería Industrial de la UPTC se encuentran dentro de los temas especificados por el IISE, teniendo como áreas de enfoque Gestión de ingeniería y Análisis económico, seguido por Ingeniería de calidad y confiabilidad, contrario a la clasificación de la UNAL, pues en la Figura 25 se observa que se orienta por Producción y operaciones. Cabe resaltar que la carrera no se oferta en la sede principal de la UPTC, sino en una seccional.

Universidad Militar Nueva Granada

El 41,67% de los créditos del pensum académico se encuentra dentro de las áreas IISE, tendiendo a enfocarse, según la Figura 26, hacia Ingeniería de diseño y fabricación, Gestión de ingeniería, Análisis económico e Ingeniería de calidad y confiabilidad de acuerdo a las asignaturas, con las cuales también se encuentra una fundamentación matemática notable.

Figura 26.

Análisis descriptivo Universidad Militar Nueva Granada



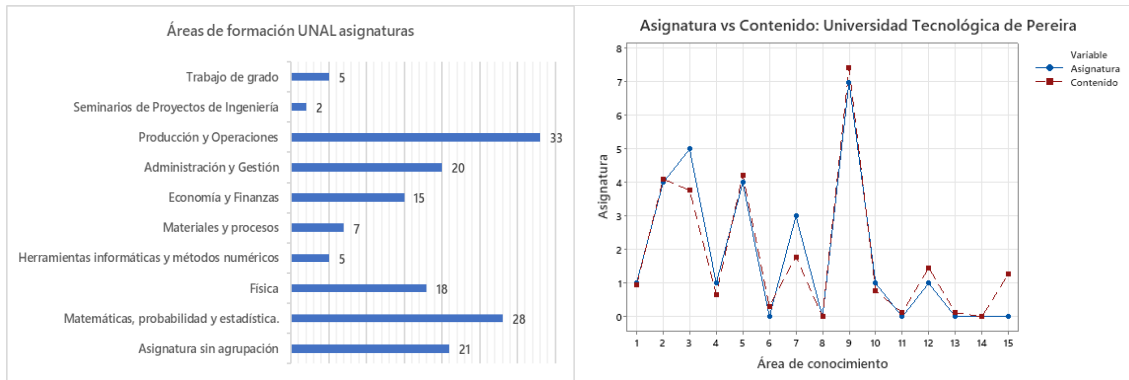
Universidad Tecnológica de Pereira

La UTP cuenta con el 43,33% de sus créditos categorizados dentro de las áreas del IISE, con una alta orientación por Gestión de ingeniería, seguido de Análisis económico, Ingeniería de calidad y confiabilidad, e Investigación y análisis de operaciones, de lo cual, como se observa en

la Figura 27, al comparar Asignaturas vs Contenido, en Gestión de ingeniería disminuye el porcentaje de temas impartidos propiamente de los estipulados por el IISE.

Figura 27.

Análisis descriptivo Universidad Tecnológica de Pereira

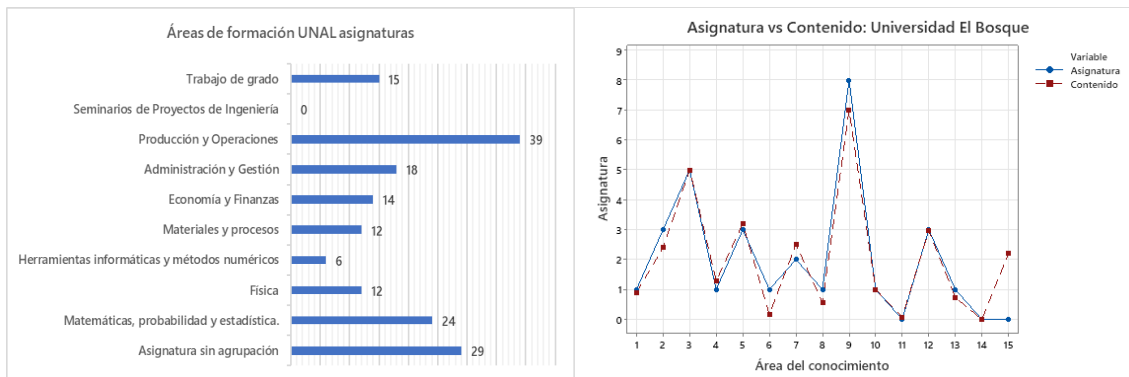


Universidad El Bosque

Basándose en las áreas de formación UNAL, Producción y operaciones tiene una fuerte fundamentación, contrario a las áreas IISE, pues de acuerdo a estas, del 48,04% del pensum académico clasificados dentro del cuerpo de conocimiento IISE, la mayor parte se orienta por la Gestión de ingeniería y Análisis económico.

Figura 28.

Análisis descriptivo Universidad El Bosque



Por otro lado, al comparar la cantidad de asignaturas con el contenido como se contempla en la Figura 28, se tiene la misma tendencia sin presentar alguna variación significativa.

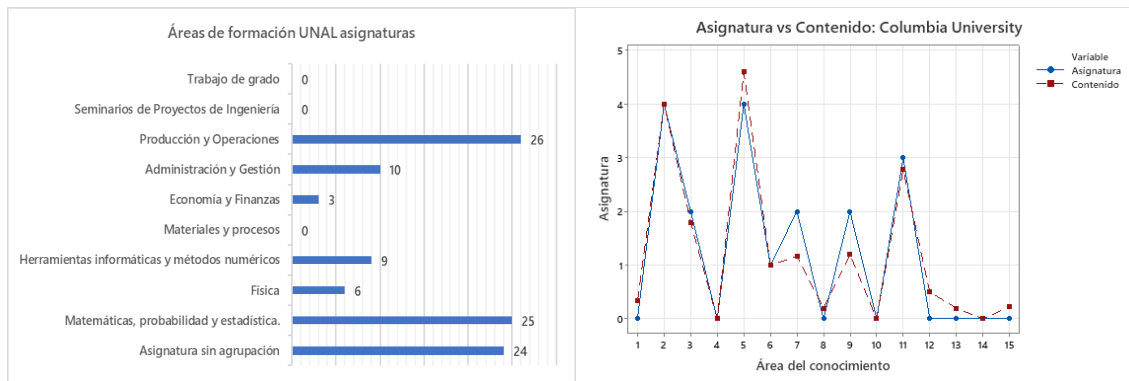
7.2. Universidades Internacionales

Columbia University

El 40,71% de los créditos de su pensum se agrupan dentro de las áreas del IISE, teniendo mayor orientación hacia Investigación y análisis de operaciones, Ingeniería de calidad e Ingeniería de la información, según la Figura 29. Se encuentra, además, que el programa de pregrado en Ingeniería Industrial de dicha universidad se distingue por su énfasis en los enfoques cuantitativos, económicos y asistidos por computadora para los problemas de gestión de producción y servicios (Columbia University, 2023).

Figura 29.

Análisis descriptivo Columbia University



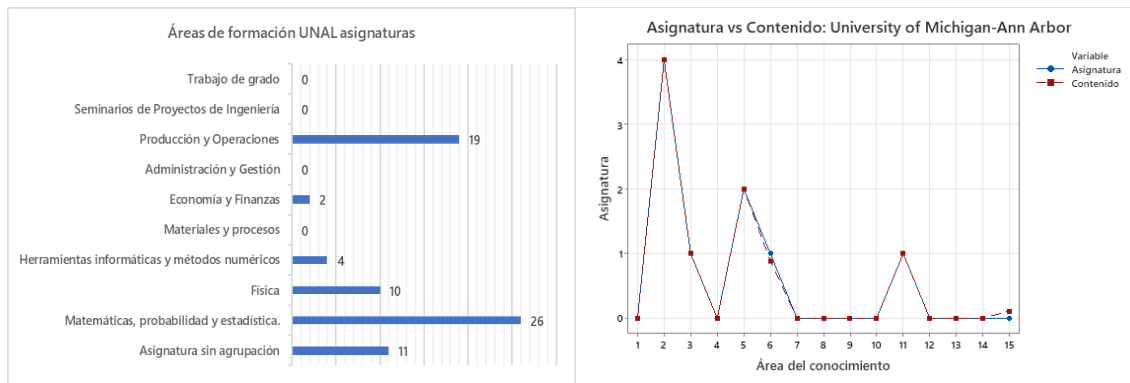
University of Michigan-Ann Arbor

De acuerdo a las agrupaciones de la UNAL en la Figura 30, la Universidad de Michigan tiene una fuerte fundamentación en Matemáticas y estadística seguido por Producción y operaciones, que en comparación con la clasificación IISE, se tiene un mayor número de créditos

en Investigación y análisis de operaciones, seguido por Ingeniería de calidad y Confiabilidad, teniendo que solo el 14,8% de sus créditos totales clasifican dentro de estas áreas, más un 43,75% de créditos de libre elección.(profesionales + complementarias).

Figura 30.

Análisis descriptivo University of Michigan-Ann Arbor

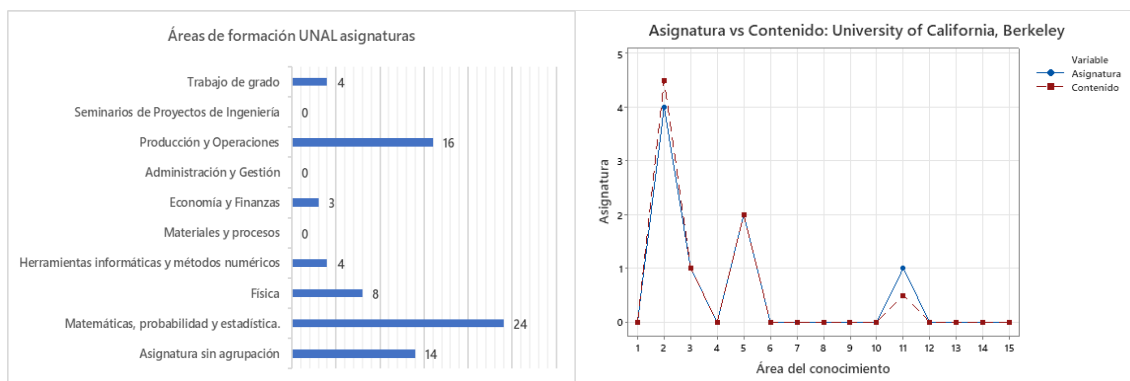


Por otra parte, se encuentra que la variación en asignaturas vs contenido no es significativa, pues el comportamiento de la gráfica no cambia, concluyendo que la temática del programa corresponde al contenido que el IISE considera relevante para la profesión.

University of California, Berkeley

Figura 31.

Análisis descriptivo University of California, Berkeley

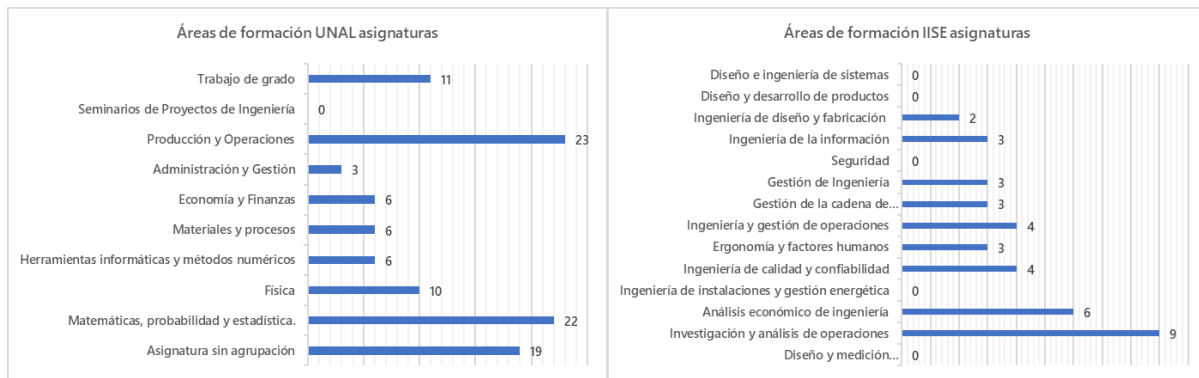


De acuerdo a la descripción del programa, la University of California en Berkeley, proporciona una base sólida de Gestión de ingeniería, y para estudios especializados de Investigación de operaciones o administración de empresas (University of California Berkeley, 2023). Ahora bien, de acuerdo a la clasificación IISE, se presenta una fuerte orientación hacia la Investigación y análisis de operaciones y a la Ingeniería de calidad y confiabilidad, sin embargo, ningún crédito se clasifica dentro del área Gestión de ingeniería o en otras 9 áreas como se logra observar en la Figura 31, lo cual se puede derivar de que el 43% de sus créditos son electivas y en estas es donde los estudiantes eligen entre las áreas de profundización de la universidad, teniendo además que un 21,09% del total de créditos se agrupa dentro de las áreas IISE.

Shanghai Jiao Tong University

Figura 32.

Análisis descriptivo Shanghai Jiao Tong University



De acuerdo a la SJTU, se centran en la enseñanza de las matemáticas (investigación operativa, estadísticas, etc.). Asimismo, se tienen como áreas de investigación: gestión de operaciones de producción y servicios, ingeniería de calidad y confiabilidad, logística y gestión de la cadena de suministro e ingeniería de producto (Shanghai Jiao Tong University , 2023). Ahora bien, según las áreas de formación IISE, la Universidad de Shanghai Jiao Tong focaliza su plan de estudios en la Investigación y análisis de operaciones que al observar la Figura 32, en contraste

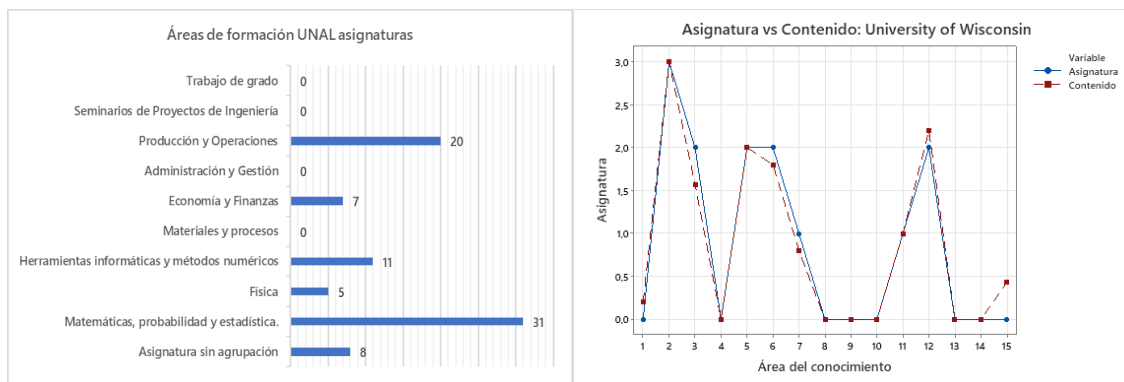
con las áreas de la UNAL, se comporta de manera similar puesto que se ve una alta inclinación por Producción y operaciones, sin embargo, se encuentran varios créditos fuera de las agrupaciones consideradas de Ingeniería Industrial, adicionando además que a nivel áreas IISE solo el 34,90% se clasificaron dentro de estas.

University of Wisconsin

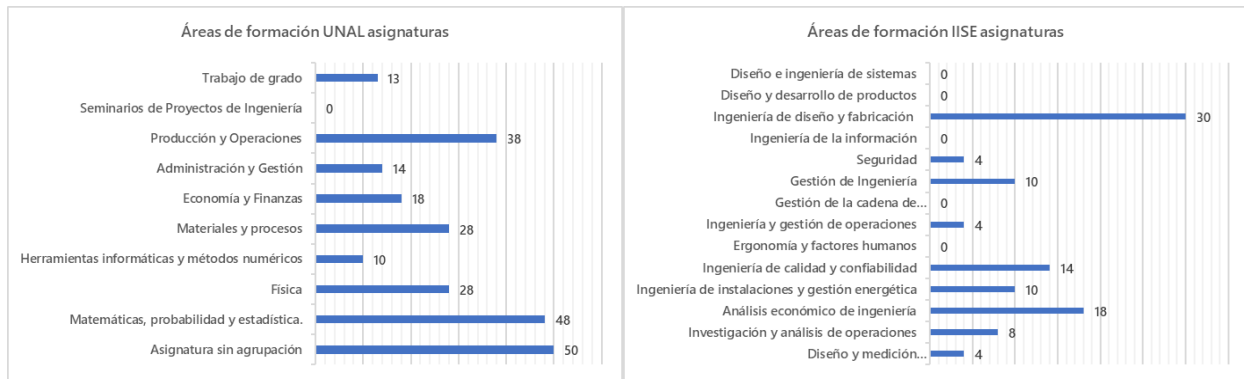
Los cursos especializados de dicha universidad pueden clasificarse en cuatro áreas principales: Análisis de Ingeniería e Investigación de operaciones, Ingeniería de Sistemas de Salud, Factores Humanos y ergonomía, y Manufactura y Gestión de la cadena de suministro (University of Wisconsin - Madison, 2023).

Figura 33.

Análisis descriptivo University of Wisconsin



Por ende, y de acuerdo con las áreas del IISE, se encuentran varias áreas relacionadas como lo son Investigación y análisis de operaciones, Ingeniería de diseño y fabricación, Ingeniería de calidad y confiabilidad, y Ergonomía y factores humanos. Por su parte, la Figura 33 muestra que dicha universidad presenta un alto enfoque matemático. Adicional, se tiene que el 29,75% de los créditos se clasifica dentro de las áreas del IISE, y un 32,23% son créditos de electivas, siendo esta universidad la que mayor electivas profesionales brinda con un 19,83% de los créditos totales.

*Universidad de Buenos Aires***Figura 34.***Análisis descriptivo Universidad de Buenos Aires*

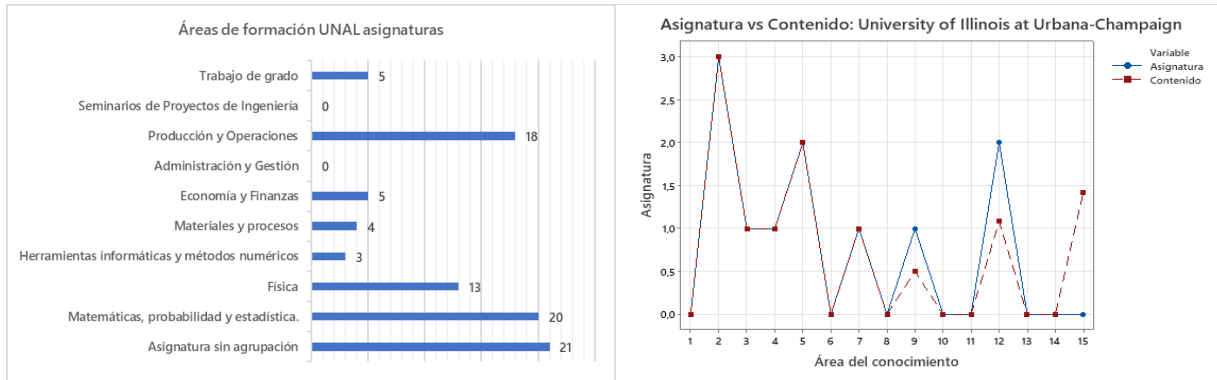
De acuerdo a la UBA, esta posee una profunda formación en sistemas productivos de gestión y comerciales (Universidad de Buenos Aires, 2023). De acuerdo a la Figura 34, la Universidad de Buenos Aires se encamina hacia la Ingeniería de diseño y fabricación, seguida por el Análisis económico de ingeniería. Sin embargo, también se observa que, de acuerdo a las Líneas de conocimiento de la UNAL, gran parte de sus créditos se clasifican en Asignaturas sin agrupación, significando que muchas no son del campo de la Ingeniería Industrial, algo que también se ve reflejado en la segunda clasificación donde solo el 36,04% de los créditos se logra clasificar del cuerpo de conocimientos de la Ingeniería Industrial.

University of Illinois at Urbana-Champaign

De la Universidad de Illinois se logra clasificar el 25,78% del pensum en las áreas del IISE, no obstante, dicha universidad se caracteriza por ser una de las que mayor flexibilidad presenta a sus estudiantes con un 29,72% de flexibilidad total (profesional y no profesional). Se encuentra, además en la Figura 35, que su enfoque tiende a ser la Investigación y análisis de operaciones, y es que una de las áreas de especialización de su plan de estudios es la Investigación de operaciones y métodos computacionales en IE (University of Illinois Urbana - Champaign, 2023).

Figura 35.

Análisis descriptivo University of Illinois at Urbana-Champaign

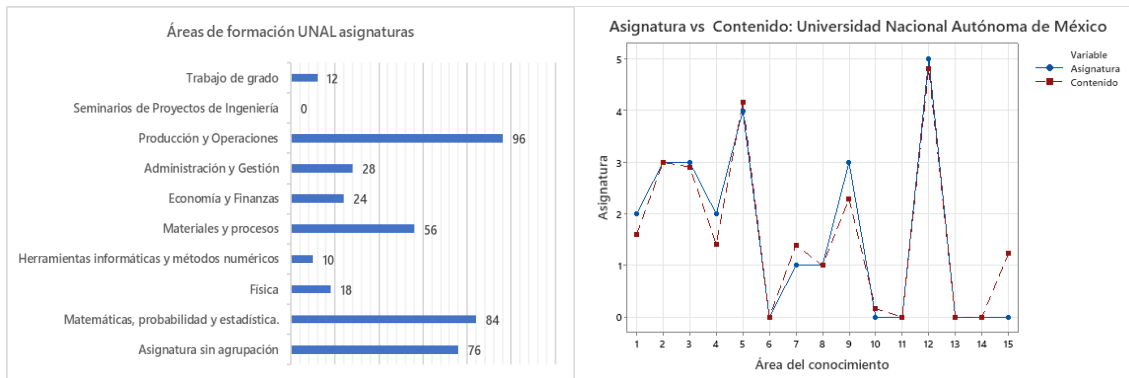


Universidad Nacional Autónoma de México UNAM

Conforme a la Figura 36, se encamina fuertemente por Producción y operaciones, lo cual en las áreas de formación del IISE, se encuentran varias áreas de enfoque, las cuales son Ingeniería de diseño y fabricación, Ingeniería de calidad y confiabilidad, Análisis económico de ingeniería, Investigación y análisis de operaciones y Gestión de ingeniería. De 448 créditos, el 21,4% clasifican dentro de las áreas del conocimiento IISE.

Figura 36.

Análisis descriptivo Universidad Nacional Autónoma de México - UNAM

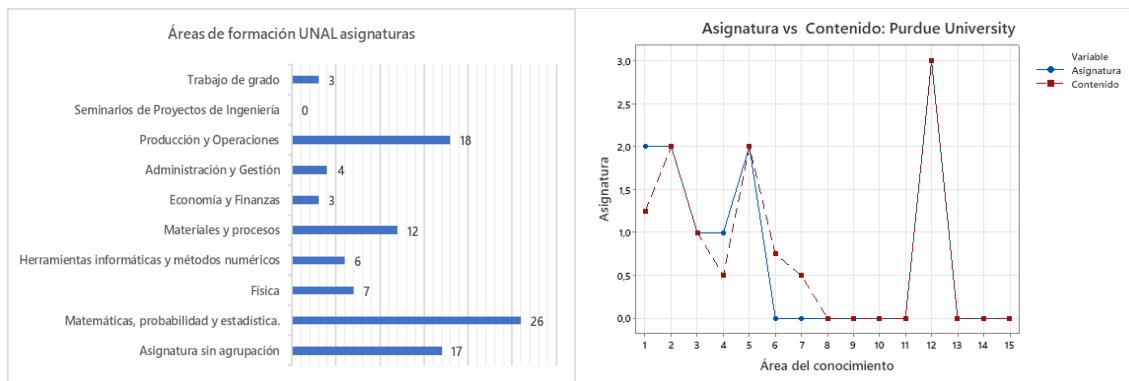


Purdue University

El plan de estudios de la Purdue University tiene una fuerte fundamentación matemática según las agrupaciones de la UNAL, y de acuerdo a la comparativa Asignatura vs Contenido de la Figura 37, orienta mayor parte de sus créditos al área de la Ingeniería de diseño y fabricación, seguido de cerca por Investigación y análisis de operaciones, e Ingeniería de calidad y confiabilidad. Asimismo, se encuentra que el 26,19% de los créditos clasifican dentro del cuerpo del conocimiento IISE, de los cuales, el 100% de los temas de cada asignatura se encuentran puntualizados en el Apéndice B sin importar el área.

Figura 37.

Análisis descriptivo Purdue University



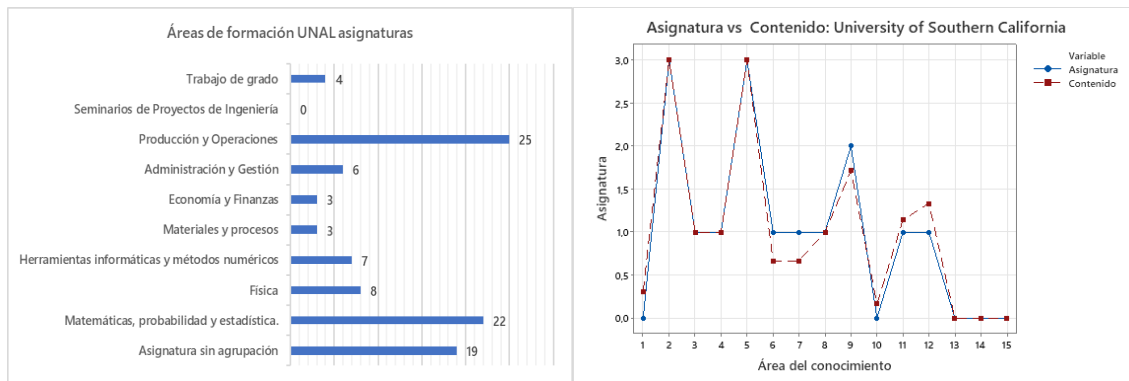
University of Southern California

Los investigadores del departamento de ISE de la USC se centran en una variedad de temas diferentes. Estos incluyen: sistemas de producción y fabricación ágiles y flexibles, logística verde y ecología industrial, mejora de los sistemas de salud, interacción humano-computadora, gestión de tecnología, optimización y logística, operaciones portuarias y gestión de la cadena de suministro, sistemas de energía renovable, transporte y logística, diseño de ingeniería colaborativa, creación rápida de prototipos y construcción automatizada (University of Southern California , 2023). Por lo tanto, y de acuerdo a las áreas que se observan en la Figura 38, a las que se le hace

mayor énfasis son Investigación y análisis de operaciones e Ingeniería de calidad y confiabilidad, que junto con las demás áreas completan un 17,6% de los créditos totales clasificados dentro de dichas áreas.

Figura 38.

Análisis descriptivo University of Southern California

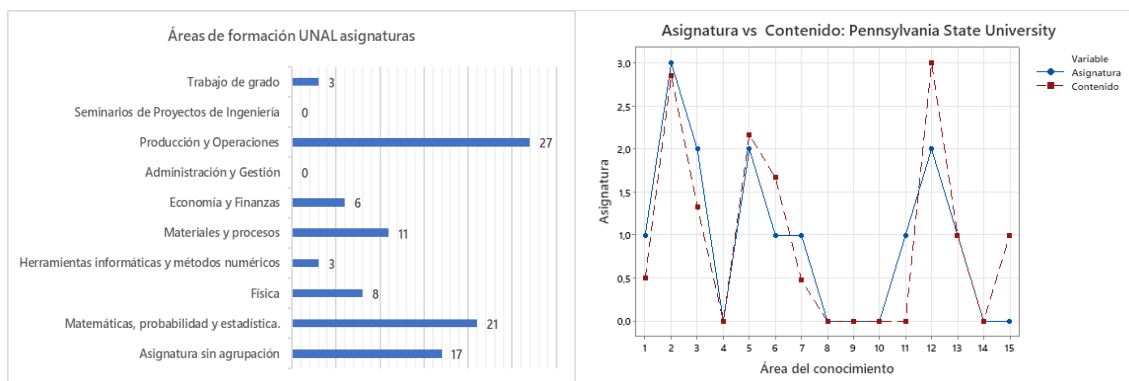


Pennsylvania State University

El 20,9% de sus créditos se clasifican dentro del campo de Ingeniería Industrial, encontrando variaciones significativas en la comparativa Asignatura vs Contenido de la Figura 39 en las áreas Ergonomía, Ingeniería de la información e Ingeniería de diseño y fabricación.

Figura 39.

Análisis descriptivo Pennsylvania State University



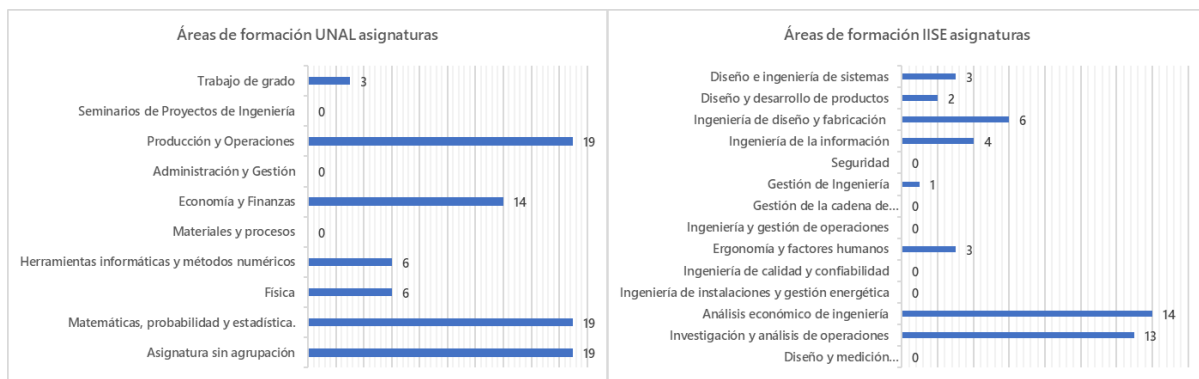
Se tiene en consideración que esta universidad oferta el 23,25% en créditos de electivas, adicionando que, de Ingeniería de la información, no se imparte algún tema descrito en el cuerpo de conocimiento. Es decir que más del 50% corresponden a créditos de asignaturas complementarias como humanidades y fundamentación matemática. Se añade, además que, de acuerdo a la descripción del programa, su plan de estudios brinda una educación de base amplia en manufactura, Investigación de operaciones y ergonomía, a través de una base de matemáticas, ciencias físicas y de ingeniería, y experiencias industriales y de laboratorio (Pennsylvania State University, 2023).

University of Florida

De acuerdo a la Figura 40, el enfoque de la Universidad de Florida se fundamenta en Análisis económico de la Ingeniería, seguido por Investigación y análisis de operaciones, una tendencia que se muestra similar a la primera gráfica donde gran parte de los créditos se centran en Economía y finanzas, con una fuerte fundamentación matemática.

Figura 40.

Análisis descriptivo University of Florida



De su currículo académico se clasifican alrededor del 36,80% en las áreas de formación IISE, y es una de las 3 universidades que mayor flexibilidad da a nivel profesional con un 19,20%

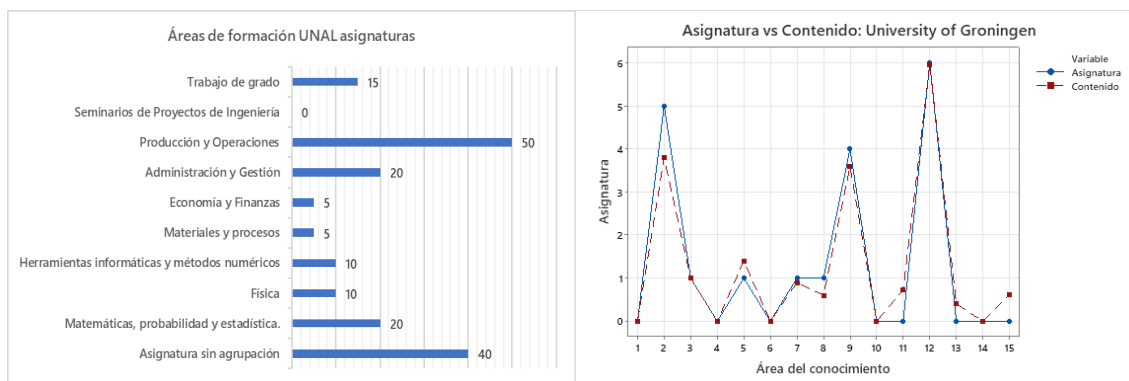
de electivas, por lo tanto, esto puede aclarar la razón de que varias áreas importantes no cuenten con créditos en las gráficas, pues queda libre para el estudiante escoger hacia que campo inclinarse de las 3 áreas de profundidad de la Universidad: Investigación de operaciones y análisis de datos, Ingeniería de Sistemas Humanos y, Producción y logística (University of Florida, 2023).

University of Groningen

En la Figura 41 se observa una orientación importante en Producción y operaciones y con base en las áreas IISE en Ingeniería de diseño y fabricación, seguido por Investigación y análisis de operaciones. Y es que dicho plan de estudios se enfatiza en la automatización de los procesos productivos, logística y el modelado y análisis de redes complejas (University of Groningen, 2023), confirmando así que el plan de estudios si se estructura con dicha finalidad. Por otro lado, el 54,29% de sus créditos se clasifican dentro de las temáticas del IISE.

Figura 41.

Análisis descriptivo University of Groningen



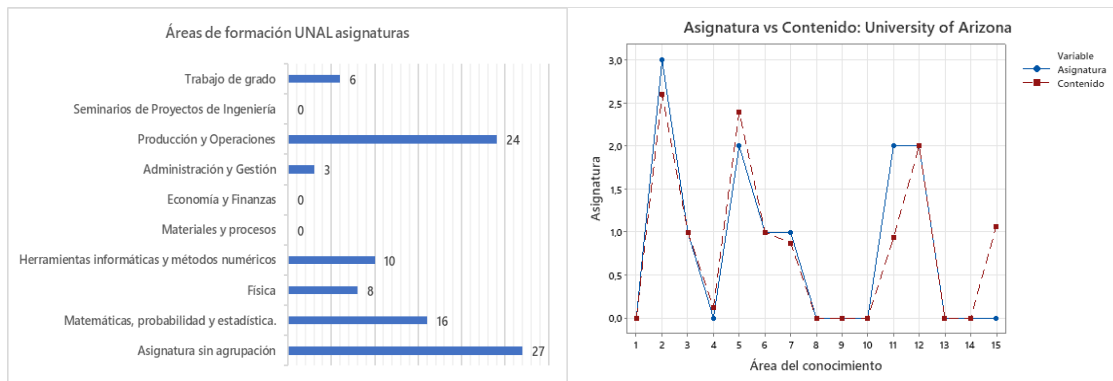
Cabe mencionar, que esta universidad oferta dos planes de estudios de Ingeniería Industrial: uno con énfasis en Tecnología de producción y logística, y el otro con énfasis en Ingeniería de procesos sostenibles, de los cuales, para el estudio se selecciona el primero.

University of Arizona

La Universidad de Arizona se orienta hacia la Investigación y análisis de operaciones como se puede observar en la Figura 42, con el 28,46% de los 130 créditos de su pensum clasificado dentro del cuerpo del conocimiento, y de acuerdo con las áreas de formación UNAL, gran parte de los créditos también se encuentran en Asignatura sin agrupación.

Figura 42.

Análisis descriptivo University of Arizona



Otras áreas como Ingeniería de calidad y confiabilidad, Ingeniería de diseño y fabricación e Ingeniería de la información también son áreas de enfoque para dicha universidad, que, al contrastarlo con el planteamiento de la universidad, se enfocan en áreas específicas de estudio, como la planificación de la producción, el diseño de las instalaciones, el diseño del lugar de trabajo y el flujo de materiales (University of Arizona, 2023).

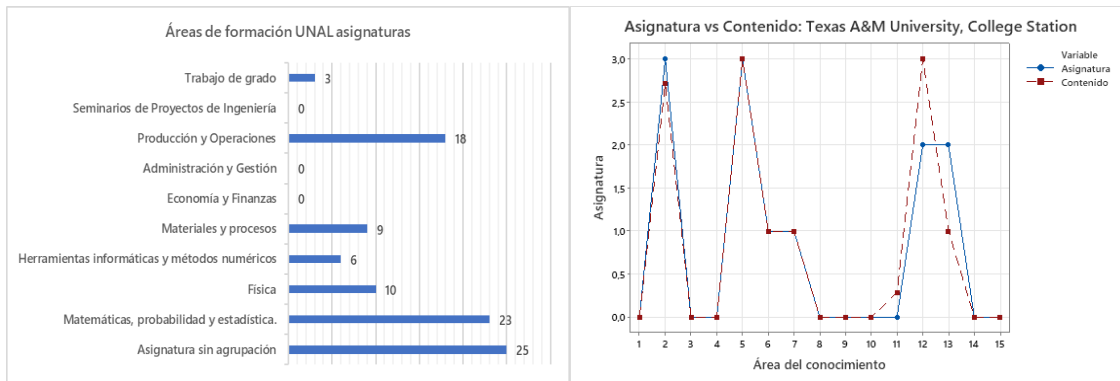
Texas A&M University, College Station

Se tienen 4 áreas de enfoque principales en dicha universidad, de acuerdo a su descripción general: fabricación avanzada, Investigación de operaciones, ciencias de datos y aprendizaje automático (Texas A&M University, College Station, 2023). El 29,23% de los créditos del pensum de Ingeniería Industrial de la Texas A&M University se clasifican dentro de las áreas del IISE,

orientando la mayor parte de ellos hacia la Ingeniería de diseño y fabricación, Ingeniería de calidad y confiabilidad, e Investigación y análisis de operaciones y que, según la comparativa Asignaturas vs Contenido de la Figura 43, se percibe una variación significativa en las áreas Ingeniería de diseño y fabricación, y Diseño y desarrollo de productos.

Figura 43.

Análisis descriptivo Texas A&M University, College Station

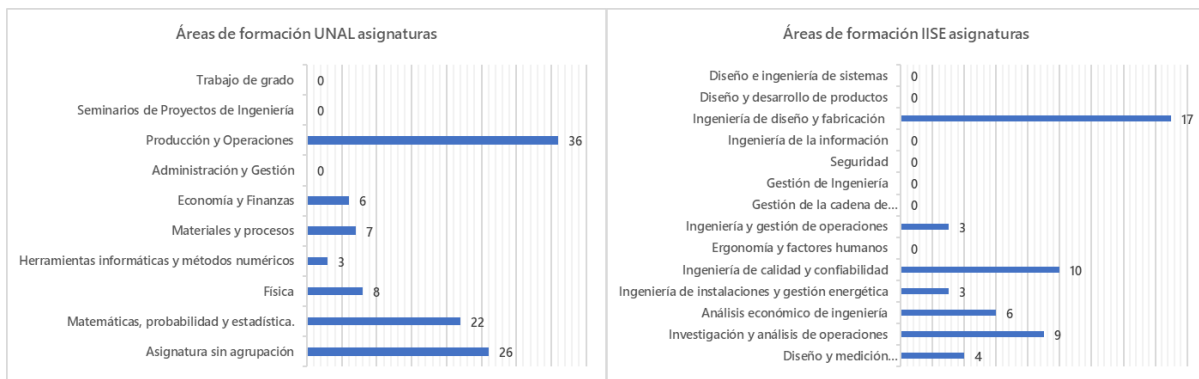


Asimismo, se tiene para ambas clasificaciones que dicha universidad no presenta asignaturas de Economía y Administración. Por ende, se confirma que efectivamente sus créditos tienden a las áreas de enfoque inicialmente mencionadas.

Rutgers University - New Brunswick

Figura 44.

Análisis descriptivo Rutgers University – New Brunswick



Conforme a la Figura 44, el programa académico de la Universidad de Rutgers tiene un énfasis por la Ingeniería de diseño y fabricación, seguido de la Ingeniería de calidad y confiabilidad y, la Investigación y análisis de operaciones. Asimismo, de acuerdo a las áreas de formación UNAL, dicha universidad no requiere de la realización de un Trabajo de grado para titularse. Adicionalmente, no oferta materias del área Seguridad y Salud en el trabajo, Gestión de ingeniería, ni Ingeniería de la información, por tanto, presta mayor atención en asignaturas del área productiva. Lo anterior confirma lo que la universidad plantea sobre estar centrada en la Ingeniería de Confiabilidad, Fabricación avanzada y sistemas inteligentes (Rutgers University - New Brunswick, 2023).

De acuerdo a estos resultados, se encuentra que ninguna universidad nacional dispone más del 50% de sus créditos clasificados en las áreas de conocimiento contempladas por el Instituto de Ingenieros Industriales y de Sistemas. Pero en contraste, de las universidades Internacionales solo la University of Groningen logra un 54,29%. Asimismo, con el análisis individual se confirman las áreas de mayor profundización a nivel nacional e internacional, factor común entre las universidades, las cuales son Investigación y análisis de operaciones, Ingeniería de calidad y confiabilidad, Gestión de ingeniería, Análisis económico de ingeniería e Ingeniería de diseño y fabricación. Adicionalmente, es de notar que en la clasificación de las áreas de formación UNAL, la mayor parte de las universidades tienden a tener alto número de créditos en fundamentación matemática y en Producción y operaciones, y es de esperarse pues solo estas dos agrupaciones reúnen muchas de las asignaturas más comunes del campo de la Ingeniería Industrial.

8. Análisis descriptivo: clasificaciones por asignaturas

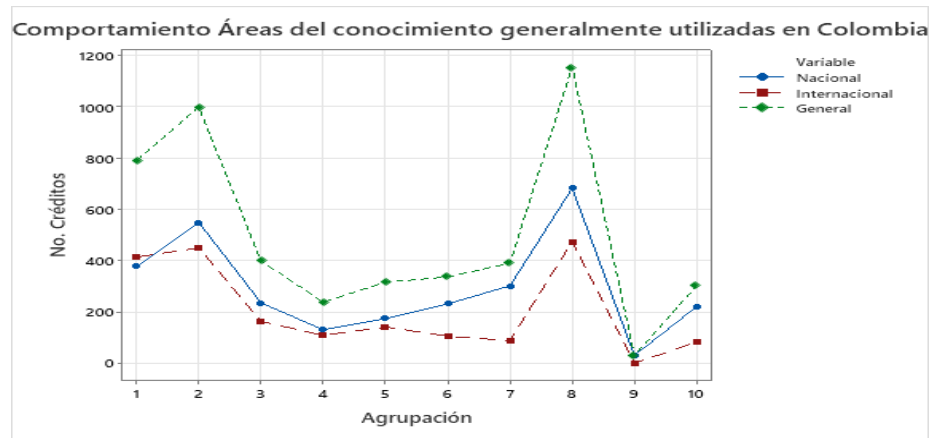
En este capítulo se presenta el análisis descriptivo correspondiente a la clasificación por asignaturas de cada uno de los planes de estudio en las diferentes líneas y áreas del conocimiento a nivel general. En primera instancia, se exponen los resultados de la clasificación por las Líneas de conocimiento propuestas por la UNAL y en segunda instancia, los resultados descriptivos de la clasificación por Áreas de conocimiento propuestas por el IISE. Dichas clasificaciones se realizan de acuerdo a la denominación de las materias, sin contemplar aún el contenido de cada una. Adicional al número de asignaturas, se analizaron los créditos correspondientes a cada una, pues es de saber, que estos son relevantes en la medida de que todas las asignaturas no tienen el mismo grado de enseñanza, contemplando que dos universidades pueden tener la misma cantidad de asignaturas en un área, pero una institución puede contar con una mayor intensidad académica que la otra, generando diferencias en los enfoques. Lo anterior, contribuye con el objetivo general del proyecto de evaluar el plan de estudios de la UIS en comparación con el de las demás universidades.

8.1. Por Líneas de Conocimiento Propuestas por la Universidad Nacional

Siguiendo las líneas de conocimiento propuestas por la Universidad Nacional, se encuentra que la Universidad Industrial de Santander posee mayor número de asignaturas en la agrupación *Producción y operaciones*, y *Matemáticas, Probabilidad y Estadística* con 8 asignaturas cada una, 24 y 29 créditos respectivamente. En la Figura 45 se presenta el comportamiento de las universidades de acuerdo a la cantidad de créditos clasificados en cada una de las líneas de conocimiento propuestas por la UNAL. De entrada, es importante resaltar el hecho de que pareciera existir un comportamiento similar entre las nacionales e internacionales.

Figura 45.

Comportamiento de las universidades con base en las líneas del conocimiento propuestas por la Universidad Nacional de Colombia



Nota. 1 asignaturas sin agrupación; 2 Matemáticas, probabilidad y estadística; 3 Física; 4 Herramientas informáticas y métodos numéricos; 5 Materiales y procesos; 6 Economía y finanzas; 7 Administración y gestión; 8 Producción y operaciones; 9 Seminarios de Proyecto de Ingeniería; 10 Trabajo de grado

A nivel nacional, las líneas con mayor número de asignaturas y créditos son *Producción y operaciones*; *Matemáticas, probabilidad y estadística*; *Asignatura sin agrupación* y *Administración y gestión*. Del área *Matemáticas, probabilidad y estadística*, 5 pertenecen a matemáticas (20 créditos) que encierra cálculos y álgebra, y 3 a probabilidad y estadística con 9 créditos, siendo una de las universidades nacionales que más estadísticas oferta.

Asignaturas pertenecientes a las líneas *Materiales y procesos*, y *Herramientas informáticas y métodos numéricos* son las menos otorgadas, excluyendo *Seminarios de proyecto de ingeniería* y *Trabajo de grado*. Para la línea de *Materiales y procesos*, la UPTC ofrece 15 créditos en esta área siendo la mayor entre las demás. La UIS por su parte, ofrece 10 créditos de esta.

Para el área *Herramientas informáticas y métodos numéricos*, en las universidades nacionales se ven entre 2 y 3 asignaturas de esta línea, encontrando que la Universidad Militar Nueva Granada es la universidad a nivel Colombia que mayor número de créditos ofrece de esta

área, 6 materias de dicha clasificación (15 créditos). La Universidad Industrial de Santander ofrece 2 asignaturas 6 créditos en total. A nivel Internacional, la Universidad de Wisconsin oferta 3 asignaturas de *Herramientas informáticas y métodos numéricos* con un total de 11 créditos, seguida por la Universidad de Arizona, la University of Gröningen, la Universidad de Buenos Aires y la UNAM con 10 créditos cada una. En promedio, tanto a nivel nacional como internacional, se están dictando 6 créditos de la agrupación *Herramientas informáticas y métodos numéricos*.

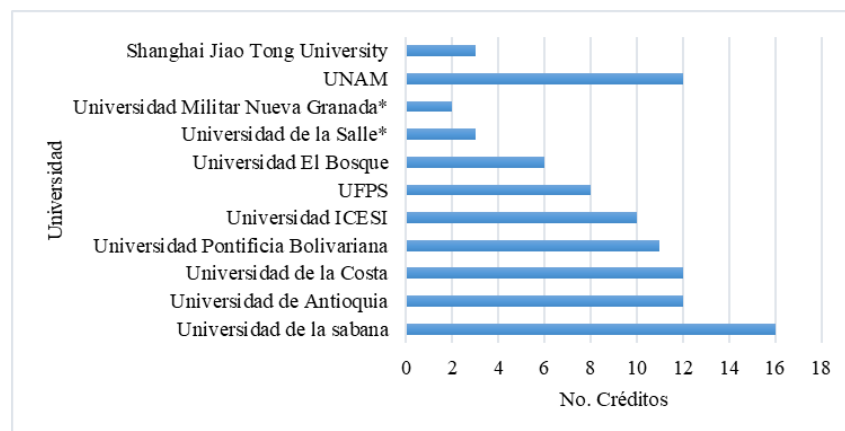
Un área como las tecnologías de la información, donde se comprenden temas de programación y sistemas de información, tiene nuevos paradigmas en las organizaciones donde el flujo de la información llega a ser más importante que cualquier otro uso que se le dé a esta, por ende, se observa en los resultados anteriores que las universidades poco enfoque dan a estas materias, cuando debería ser mayor. Es una necesidad formativa, no solo como línea de enseñanza sino como complemento para el aprendizaje de otras líneas de conocimiento, como, por ejemplo, la utilización de herramientas informáticas en la gestión de proyectos, en la automatización de procesos o en la analítica de datos. Algunos investigadores han realizado estudios sobre la implementación de este tipo de herramientas en el currículo académico de la Ingeniería Industrial, como Sánchez et al. (2019) quien en su trabajo evaluó la implementación del modelado de información de construcción BIM en el plan de estudios de Ingeniería Industrial en una escuela de Ingeniería Industrial.

Siguiendo con otra línea de conocimiento, *Producción y operaciones* llega a ser el campo con mayor número de créditos, y no es de extrañar pues es una temática fuerte en el campo de la Ingeniería Industrial. En promedio a nivel nacional se ofertan 10 asignaturas (31 créditos) y a nivel internacional 8 (30) sobre un promedio total de créditos de 163 a nivel nacional (19%) y 144 en

las internacionales (20%). Con respecto al total de los créditos que cada universidad oferta, la Universidad del Valle se encuentra en la primera posición como la institución que más créditos oferta de *Producción y operaciones* con un 24,8%, la Universidad Industrial de Santander se posiciona como número 21 de 22 en lista con un 14,0% (24 créditos) y la Universidad Nacional de Colombia con un 19,1% se localiza en el puesto 12 con 36 créditos. En la agrupación trabajo de grado se clasifican todas las modalidades de trabajo de grado, en las cuales incluye investigación, realización de proyectos y prácticas. Para muchas, esta última es de carácter obligatoria. En la Figura 46 se listan las instituciones de educación superior donde los estudiantes tienen que obligatoriamente realizar las prácticas, visto que hace parte del programa de formación, y los créditos correspondientes a la práctica.

Figura 46.

Universidades con práctica profesional como requisito del programa de formación.



Nota. *Práctica social

En 9 de 22 universidades en Colombia, la práctica profesional no entra como modalidad de trabajo de grado, sino como un curso obligatorio para requisito de graduación, dentro de las cuales en la Universidad de la Salle y la Universidad Militar Nueva Granada no se caracteriza específicamente como práctica empresarial sino como práctica social. Asimismo, en la Figura 46

se observa que universidades como la Universidad Francisco de Paula Santander y la Universidad de Antioquia son las únicas universidades públicas de Colombia donde la práctica profesional hace parte del programa de formación.

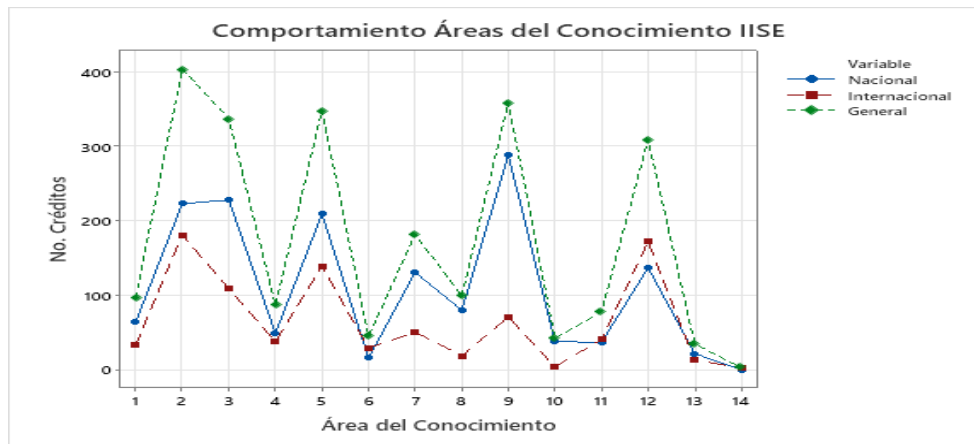
En el caso de las internacionales, solo la Universidad de Shanghai Jiao Tong y la Universidad Nacional Autónoma de México la ofertan con modalidad obligatoria. En la línea Seminarios de proyecto de Investigación, a nivel internacional se encuentra que ninguna de dichas universidades oferta seminarios de este tipo. A nivel nacional, unas pocas lo hacen como lo son la Universidad Nacional de Colombia, Universidad de la Sabana, Universidad del Rosario, Universidad del Valle, Universidad de Medellín, la Universidad Distrital, UFPS, Universidad del Atlántico, Universidad Militar Nueva Granada y la UTP.

Es así como a nivel general conforme a los créditos por asignatura, el enfoque de la mayor parte de las universidades tiende a ser *Producción y operaciones*, sin embargo, aún es muy vago concluir esto debido a que en dicha clasificación se encierran muchas áreas como calidad, Ergonomía y Seguridad en el trabajo, Investigación de operaciones, entre otras de producción, con lo cual no se puede llegar a determinar un enfoque claro, por ello, surge necesario realizar un segundo análisis con base en las áreas del conocimiento de la Ingeniería Industrial a nivel mundial, las cuales están desagregadas de forma más específica.

8.2. Por Áreas Del Conocimiento De La Ingeniería Industrial

Figura 47.

Comportamiento de las áreas del conocimiento IISE en las Universidades Nacionales e Internacionales



Nota. 1 diseño y medición del trabajo; 2 Investigación y análisis de operaciones; 3 Análisis económico de ingeniería; 4 Ingeniería de instalaciones y gestión energética; 5 Ingeniería de calidad y confiabilidad; 6 Ergonomía y factores humanos; 7 Ingeniería y gestión de operaciones; 8 Gestión de la cadena de suministro; 9 Gestión de ingeniería; 10 Seguridad; 11 Ingeniería de la información; 12 Ingeniería de diseño y fabricación; 13 Diseño y desarrollo de productos; 14 Diseño e ingeniería de sistemas

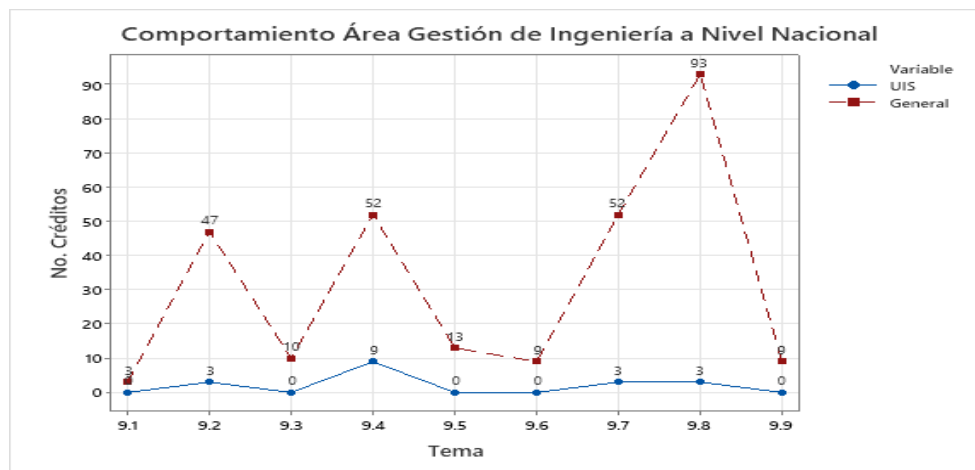
De acuerdo a la Figura 47, el área donde se disponen de asignaturas y, por tanto, mayor número de créditos en las universidades de Colombia es *Gestión de ingeniería*, es decir, a mayor número de créditos, mayor tiempo de enseñanza en salón a esta. La Universidad Industrial de Santander en esta registra 6 materias con un total de 16 créditos de las cuales, según la Tabla C9 y Tabla C10, 3 asignaturas (9 créditos) pertenecen al tema Procesos de negocios lo cual concierne a mercadeo, 1 a Gestión de proyectos (3), 1 a Gestión de recursos humanos (3), y 1 a Liderazgo, trabajo en equipo y organización (3). *Gestión de Ingeniería* es sin duda a la cual se orienta la mayor parte de tiempo y enseñanza en las universidades de Colombia, seguido por *Análisis económico de ingeniería*, *Investigación y análisis de operaciones*, *Ingeniería de calidad y confiabilidad*, *Ingeniería de diseño y fabricación*, e *Ingeniería y gestión de operaciones*. Estas son las 5 áreas del conocimiento con mayor relevancia a nivel nacional.

Internacionalmente, la lista la lidera *Investigación y análisis de operaciones*, *Ingeniería de diseño y fabricación*, *Ingeniería de calidad y confiabilidad*, y *Análisis económico de ingeniería*.

Sin duda alguna, tanto para Colombia como para universidades del exterior, la importancia radica en las mismas áreas a excepción de *Gestión de ingeniería*, y esto lleva a decir que en Colombia se infunde bastante el aprendizaje hacia dicho campo disciplinar, orientándose al camino de la dirección de empresas. Dado que tantos créditos estar agrupados en *Gestión de ingeniería*, es necesario desagregarla y comprenderla mejor, ya que, a grandes rasgos encierra temas similares pero diferentes al mismo tiempo. Esta área se constituye de 9 temas las cuales se encuentran en detalle en el Apéndice B: 9.1 Enfoque en el cliente, 9.2 Liderazgo, trabajo en equipo y organización, 9.3 Sistemas de conocimiento compartido, 9.4 Procesos de negocio, 9.5 Recurso y responsabilidad, 9.6 Gestión estratégica, 9.7 Gestión de recursos humanos, 9.8 Gestión de proyectos y 9.9 Gestión del desempeño a Nivel organizacional.

Figura 48.

Comportamiento temas de Gestión de ingeniería a Nivel Nacional



La Figura 48 muestra la tendencia de la Universidad Industrial de Santander en dicha área en comparación a la tendencia general de todas las universidades a nivel nacional, donde es claro que las instituciones en el país dirigen el aprendizaje hacia la gestión y gerencia de proyectos,

seguida de la Gestión de recursos humanos, Procesos de negocios, y Liderazgo, trabajo en equipo y organización.

Asimismo, y de acuerdo al Apéndice C, todas las instituciones nacionales ofrecen como mínimo una asignatura referente a proyectos, a excepción de la Universidad de los Andes y Universidad del Rosario, visualizándose además que no se presta mayor interés al área de Gestión estratégica donde solo 13,63% de las universidades la ofertan. El desarrollo de proyectos es un factor clave en las organizaciones y como Ingenieros Industriales encargados del liderazgo de estas, concierne tener conocimientos técnicos profundos sobre el tema, entonces las universidades no se están quedando atrás, sin embargo, se debe fortalecer esta área, puesto que se deberían inculcar otras materias de gestión de proyectos en lugar de otras materias “complementarias”.

Es así como para *Gestión de ingeniería*, la Universidad ICESI y la Universidad El Bosque son quienes lideran con 21 créditos cada una. La universidad del Rosario, por el contrario, se encuentra en la última posición de esta área del conocimiento con 3 créditos.

En relación con *Análisis económico de la Ingeniería*, es liderada por la Universidad de Medellín, *Investigación y análisis de operaciones* por la Universidad de los Andes y la Universidad Nacional de Colombia, *Ingeniería de calidad y confiabilidad* por la Universidad de la Salle, *Ingeniería de diseño y fabricación* por la Pontificia Universidad Javeriana, e *Ingeniería y gestión de operaciones* por la Universidad ICESI y Universidad de Medellín.

Por otra parte, hay áreas del conocimiento a las cuales se les tiene poca consideración, dejando en evidencia que en Colombia las áreas informáticas y de salud ocupacional no son el fuerte para las instituciones universitarias. *Diseño e ingeniería de sistemas* es el área la cual menos

asignaturas clasifica en Colombia, seguida de *Ergonomía y factores humanos*, *Diseño y desarrollo de productos*, *Ingeniería de la información* y *Seguridad*.

En la educación superior, *Ergonomía y factores humanos* suele ir ligado fuertemente con el área de Seguridad. En Colombia se suelen ver en una misma asignatura Salud y Seguridad en el trabajo, muy pocas universidades la enseñan por separado, como lo son la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, la Universidad Francisco de Paula Santander y la Universidad El Bosque, las cuales tienen en común que imparten 1 asignatura de Ergonomía y 1 de Seguridad. Las demás universidades dictan 1 asignatura de Ergonomía o 1 de Seguridad, a excepción de la Universidad de los Andes, la Universidad de Antioquía, la Universidad del Rosario, Universidad de la Salle, Universidad de Medellín, y la Universidad Antonio Nariño que no instruyen ninguna asignatura de estas áreas.

La Universidad Antonio Nariño es la universidad a nivel Colombia que mayor número de asignaturas clasifica en *Ingeniería de la información* con 3 materias (9 créditos), entre tanto, universidades como la Universidad Industrial de Santander, Universidad Nacional de Colombia y la Universidad ICESI solo ofertan una asignatura de 3 créditos, y otras como la Universidad de los Andes, Pontificia Universidad Javeriana y Universidad de Antioquia no ofertan ninguna.

A nivel internacional, en la figura 47, se observa que la enseñanza se centra en impartir asignaturas de *Investigación y análisis de operaciones*, seguido de cerca por *Ingeniería de diseño y fabricación* e *Ingeniería de calidad y confiabilidad*. Al igual que en Colombia, áreas como *Ergonomía y Seguridad* son las de menor importancia, en tiempos donde las organizaciones requieren alta demanda de personal capacitado en Salud y Seguridad en el trabajo. Al igual que *Diseño y medición del trabajo*, un área del conocimiento que tan solo el 31,25% de las universidades del exterior ofertan asignaturas referentes a esta.

Universidades internacionales como Columbia University obtienen mayores créditos en el área de *Investigación y análisis de operaciones*, al igual que la Universidad de Michigan, la Universidad de California, la Universidad Shanghai Jiao Tong, Pennsylvania State University, la Universidad de Illinois y la Universidad de Arizona, es decir, el 43,75% de las universidades internacionales estudiadas, las cuales su mayor porcentaje de créditos del campo, va dirigido a este campo de conocimiento, focalizándose en la optimización. En cuanto a la Universidad de Buenos Aires, se orienta hacia la *Ingeniería de diseño y fabricación*, al igual que la Universidad Nacional Autónoma de México, Purdue University, la University of Groningen y la Universidad de Rutgers.

La Universidad de Florida se orienta hacia el *Análisis económico de la Ingeniería*. La Universidad de Columbia, la Universidad de Michigan y la Universidad de California, son 3 de las universidades mejor clasificadas a nivel mundial en los rankings, pero ninguna de ellas ofrece créditos hacia la *Ingeniería de fabricación*. Estas se direccionan hacia áreas de análisis de operaciones y confiabilidad.

9. Análisis descriptivo: clasificación por contenido programático

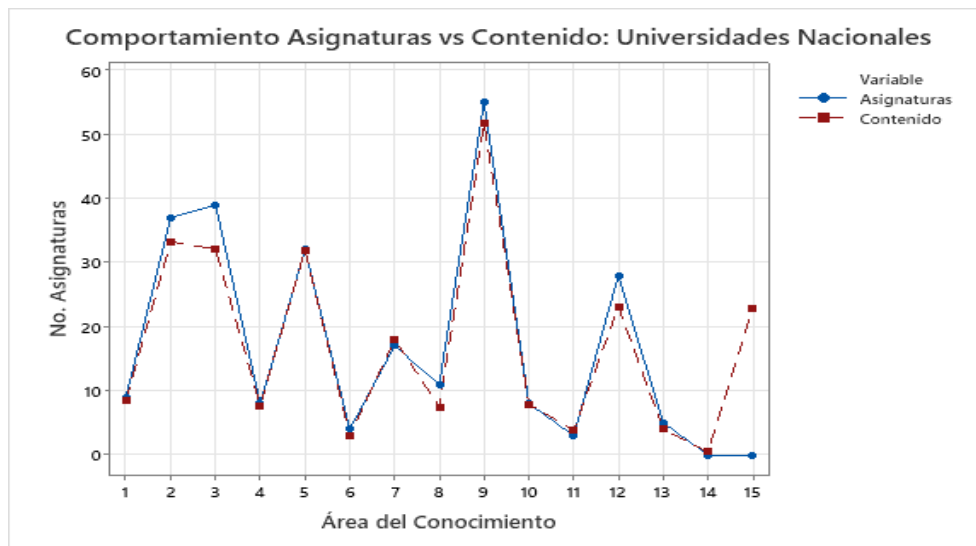
Los análisis por asignaturas arrojaron una idea de las áreas a las cuales tiende a dirigirse la enseñanza de las universidades en la Ingeniería Industrial, sin embargo, una sola asignatura puede contener temáticas de diferentes áreas. Es por esto que se contempla realizar un análisis a profundidad sobre el contenido programático de cada asignatura de aquellas universidades que disponen de la información. En este capítulo se analiza descriptivamente la clasificación por contenido, utilizando la segunda muestra de donde se cuenta con 10 instituciones de educación superior nacionales y 12 internacionales, de las cuales se clasifican los temas y contenidos del

programa en las áreas de conocimiento del IISE, encontrando una comparativa entre la cantidad de asignaturas en cada variable, y el contenido que en realidad se enseña de cada una de ellas.

En la Figura 49 se hace un comparativo de las asignaturas vs contenido de las 10 universidades nacionales con el contenido programático, donde se observa una variación en algunas de las áreas de conocimiento.

Figura 49.

Comparativo asignaturas vs contenido: Universidades Nacionales



Nota. 1 Diseño y medición del trabajo; 2 Investigación y análisis de operaciones; 3 Análisis económico de ingeniería; 4 Ingeniería de instalaciones y gestión energética; 5 Ingeniería de calidad y confiabilidad; 6 Ergonomía y factores humanos; 7 Ingeniería y gestión de operaciones; 8 Gestión de la cadena de suministro; 9 Gestión de ingeniería; 10 Seguridad; 11 Ingeniería de la información; 12 Ingeniería de diseño y fabricación; 13 Diseño y desarrollo de productos; 14 Diseño e ingeniería de sistemas; 15 No se encuentra dentro de los temas.

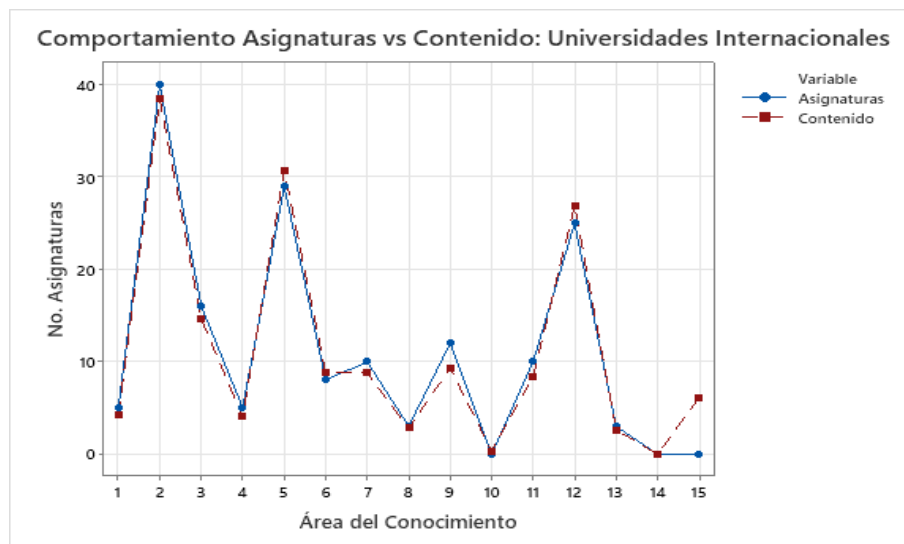
Al observar la Figura 49, a nivel general no son muy visibles las variaciones, sin contar el área 15, sin embargo, de acuerdo a la Tabla D1, el contenido de una asignatura puede pertenecer a varias áreas, lo cual entre varias materias compensa lo que a otra le falta. Aun así, una buena parte de estas se encuentra como temas sin especificarse en el cuerpo de conocimiento. Asimismo, se encuentra que las universidades, aunque ofertan gran parte de asignaturas del campo, para el

IISE hay ciertos temas que son de mayor significancia en cada especialización, sin embargo, no se excluye el que se dicten otros temas complementarios, puesto que llegan a ser la base para los otros temas que sí se consideran relevantes. De igual manera, la Figura 49 muestra la disminución en el enfoque del área Análisis económico con respecto al área Investigación de operaciones.

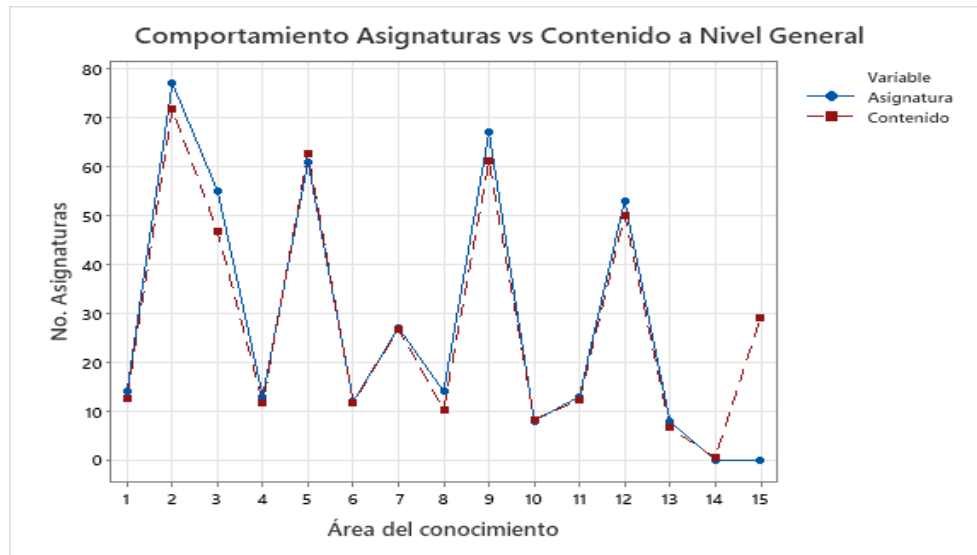
Ahora bien, si se observa la Figura 50, la variación del comportamiento de la asignatura respecto a la del contenido en las universidades internacionales no es notable, y es que, al estudiar la Tabla D2, las asignaturas no se distribuyen en gran proporción en diferentes áreas como sí lo hacen en los pensum nacionales, esto en gran medida se debe, a que las asignaturas a nivel internacional son más específicas sobre los temas a tratar, puesto que ven la carrera en menor tiempo.

Figura 50.

Comparativo asignaturas vs contenido: Universidades Internacionales



En general, el comportamiento tiende a ser el mismo para la cantidad de asignaturas y el contenido en las diferentes áreas IISE, con diferencias significativas en áreas como Investigación y análisis de operaciones y Análisis económico de ingeniería.

Figura 51.*Comparativo asignaturas vs contenido a Nivel General*

Asimismo, de la Figura 51 y de los análisis que se hicieron a nivel individual se puede encontrar que el programa de Ingeniería Industrial, a nivel mundial, es una ingeniería multidisciplinaria pues se tienen diferentes líneas de profundización en cada uno de los planes de estudio.

10. Análisis por enfoque Games-Howell

Para verificar estadísticamente los resultados encontrados, se utiliza la prueba de Games-Howell con el fin de identificar si existe algún tipo de enfoque específico hacia alguna área o áreas en particular. Esta prueba maneja las siguientes hipótesis, las cuales fueron analizadas en el software Minitab:

Hipótesis nula: Todas las medias son iguales
 Hipótesis alternativa: No todas las medias son iguales
 Nivel de significancia: $\alpha = 0,05$

Para el análisis, se supone la no igualdad de varianzas.

1.1 A Nivel General

A continuación, se muestra el análisis obtenido de la clasificación de los créditos de las 38 universidades, donde se tienen como factores las áreas del conocimiento del IISE.

Figura 52.

Resultados análisis Games-Howell – Nivel general

Factor	N	Media	Agrupación
Investigación y análisis de ope	38	10,632	A
Gestión de Ingeniería	38	9,45	A
Ingeniería de calidad y confiab	38	9,158	A
Análisis económico de ingenierí	38	8,868	A
Ingeniería de diseño y fabricac	38	8,13	A B
Ingeniería y gestión de operaci	38	4,789	B C
Gestión de la cadena de abastec	38	2,605	D
Diseño y medición del trabajo	38	2,553	C D E
Ingeniería de instalaciones y g	38	2,289	D E
Ingeniería de la información	38	2,053	D E
Ergonomía y factores humanos	38	1,184	D E
Seguridad	38	1,105	D E
Diseño y desarrollo de producto	38	0,921	E F
Diseño e ingeniería de sistemas	38	0,0789	F

Nota: N es el número de universidades u observaciones analizadas.

En la Figura 52 se observan los 14 factores agrupados por letras, de los cuales, las medias de cada factor que no comparten una letra son significativamente diferentes. Por lo tanto, se ve una clara diferenciación entre áreas de Producción, Análisis económico y Gestión de ingeniería de todas las demás, ya que en la letra A se observa una media alta con respecto a las otras, llegando a encontrarse un enfoque multidisciplinario, pero enfocado particularmente en dichas áreas.

1.2 A Nivel Internacional – Nacional

A nivel internacional, el análisis de Games – Howell arroja cierta orientación hacia Gestión de Ingeniería, Análisis económico y áreas de producción como Ingeniería de Calidad, Ingeniería de Diseño e Investigación de operaciones, sin embargo, no hay una diferenciación tan clara, es

decir, las universidades internacionales no muestran un enfoque tan determinante y específico entre todas estas, como sí se observa a nivel general, pues se encuentran muy agrupadas.

Figura 53.

Resultados análisis Games-Howell – Nivel Internacional

Factor	N	Media	Agrupación
Investigación y análisis de ope	16	11,31	A
Ingeniería de diseño y fabricac	16	10,75	A B
Ingeniería de calidad y confiab	16	8,69	A B
Análisis económico de ingenierí	16	6,81	A B
Gestión de Ingeniería	16	4,44	A B
Ingeniería y gestión de operaci	16	3,188	B
Ingeniería de la información	16	2,563	B
Ingeniería de instalaciones y g	16	2,38	B
Diseño y medición del trabajo	16	2,06	B
Ergonomía y factores humanos	16	1,813	B
Gestión de la cadena de abastec	16	1,188	B
Diseño y desarrollo de producto	16	0,813	B
Seguridad	16	0,250	B
Diseño e ingeniería de sistemas	16	0,188	B

Nota. Elaboración propia a partir de datos procesados en Minitab (2023).

En cuanto a las universidades nacionales, se encuentra que entre las áreas de conocimiento no existe mayor relación, estableciéndose diferencias significativas entre las medias de estas, como se observa en la Figura 54. Además, se descubre que las áreas del grupo A, corresponden a las áreas de mayor enfoque a nivel nacional.

Figura 54.*Resultados análisis Games-Howell – Nivel Nacional*

Factor	N	Media	Agrupación
Gestión de Ingeniería	22	13,09	A
Análisis económico de ingeniería	22	10,364	A
Investigación y análisis de operaciones	22	10,136	A
Ingeniería de calidad y confiabilidad	22	9,500	A B
Ingeniería de diseño y fabricación	22	6,227	B C
Ingeniería y gestión de operaciones	22	5,955	C
Gestión de la cadena de abastecimiento	22	3,636	C D
Diseño y medición del trabajo	22	2,909	D E
Ingeniería de instalaciones y gestión	22	2,227	D E F
Seguridad	22	1,727	E F G
Ingeniería de la información	22	1,682	D E F G
Diseño y desarrollo de producto	22	1,000	F G
Ergonomía y factores humanos	22	0,727	G

Nota. Elaboración propia a partir de datos procesados en Minitab (2023).

11. Análisis de Conglomerados

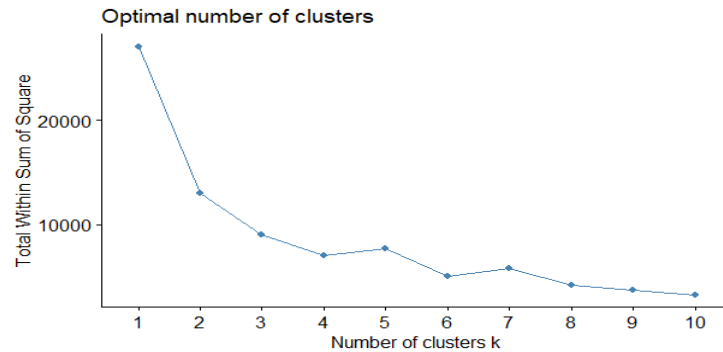
En este capítulo se desarrolla el análisis de conglomerados, donde, en primer lugar, se halla el número óptimo de clústeres mediante el método del codo, con el cual se procede a realizar el dendrograma correspondiente a cada clasificación, a fin de encontrar los grupos de universidades que tienden a parecerse entre sí por la clasificación de sus créditos.

11.1 Por créditos: clasificación áreas de formación UNAL

En primer lugar, se realiza una prueba de validación en la cual se halla el número óptimo de k clústeres, puesto que, si se establecen pocos clústeres puede causar problemas de heterogeneidad dentro de los mismos, y si, por el contrario, se definen muchos clústeres, puede causar que datos muy similares sean divididos en más grupos de lo necesario (Correa, 2021). Para lo anterior, se ejecuta el método del codo (Elbow Method) en R Studio, el cual se observa en la Figura 55, puesto que este método es el más adecuado para valores de k pequeños, debido a que el volumen de los datos no es muy grande (Cui, 2020), determinando lo siguiente:

Figura 55.

Método del codo aplicado a la clasificación UNAL

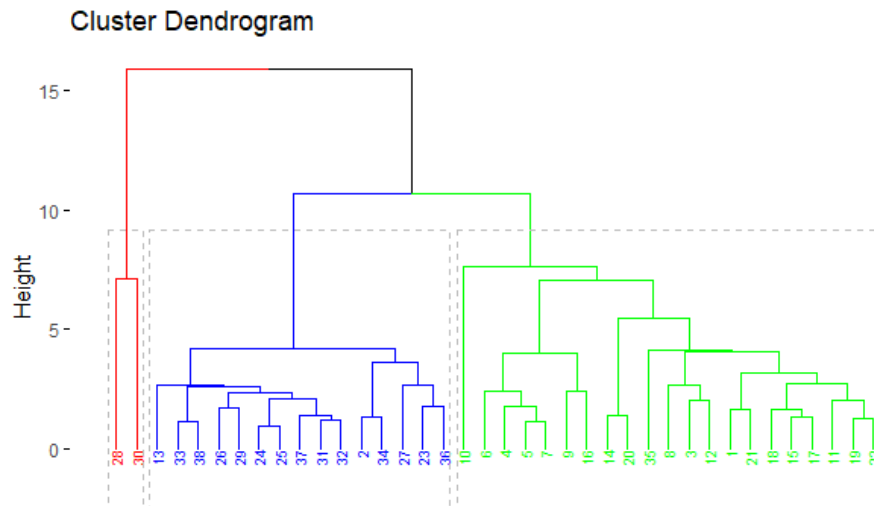


Nota. Elaboración propia a partir de datos procesados en RStudio (2023).

Después de ello, se determina el número de clústeres para el análisis de los créditos para la clasificación de la UNAL, el cual es $k = 3$. Se procede a realizar el análisis de conglomerados en R Studio, obteniendo el resultado que se observa en la Figura 56.

Figura 56.

Dendrograma: k means clasificación UNAL



Nota. Elaboración propia a partir de datos procesados en RStudio (2023).

Este dendrograma se creó con una partición de 3 conglomerados. El primer conglomerado (color verde) lo componen 21 universidades, el segundo conglomerado (color azul) se compone

de 15 universidades, y el tercer conglomerado (color rojo) se compone de 2 universidades. En la Tabla H1, se encuentran las universidades que corresponden a cada clúster.

En la Tabla 10, se describen las características de cada clúster.

Tabla 10.

Perfil de los conglomerados de la clasificación UNAL

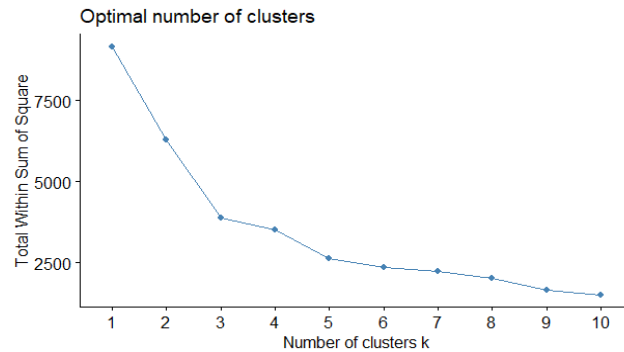
Clúster 1	Clúster 2	Clúster 3
<ul style="list-style-type: none"> - Instituciones nacionales, e internacionalmente la University of Groningen - Su énfasis tiende hacia Producción y operaciones - Todas las instituciones tienen trabajo de grado como requisito de graduación 	<ul style="list-style-type: none"> - Instituciones internacionales, y nacionales como la Universidad del Norte y la Universidad de los Andes - Su orientación tiende hacia Producción y operaciones; y Matemáticas, probabilidad y estadística - Poca relevancia de áreas de Administración y Economía - Intensidad horaria cero en seminarios o cursos obligatorios de proyectos de ingeniería 	<ul style="list-style-type: none"> - Latinoamericanas - Poseen el mayor número de créditos totales en comparación a las demás - Hace énfasis en Producción y operaciones; y Matemáticas, probabilidad y estadística - Trabajo de grado como requisito de graduación - Intensidad horario cero en seminarios de proyectos de ingeniería

11.2 Por créditos: clasificación áreas del conocimiento IISE

Para los créditos clasificados por áreas del conocimiento IISE, se tiene que el método del codo arroja un k óptimo de 3.

Figura 57.

Método del codo aplicado a la clasificación IISE

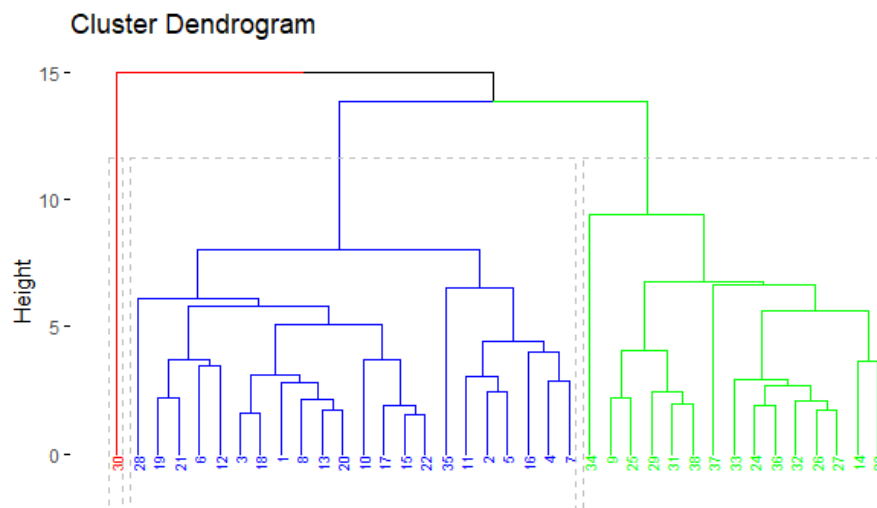


Nota. Elaboración propia a partir de datos procesados en RStudio (2023).

De acuerdo a la Figura 57, el número de clústeres para el análisis de conglomerados es $k = 3$, que es donde se observa un cambio brusco en forma de codo, obteniendo el siguiente dendrograma:

Figura 58.

Dendrograma: k-means clasificación IISE



De igual forma que el anterior, el dendrograma de la Figura 58 se creó con una partición de 3 conglomerados. El primer conglomerado (color verde) lo componen 15 universidades, el segundo conglomerado (color azul) se compone de 22 universidades, y el tercer conglomerado (color rojo) integra una universidad. En la Tabla H2, se encuentran las universidades que corresponden a cada clúster. En la Tabla 11 se observan las características de cada conglomerado.

Tabla 11.

Perfil de los conglomerados de la clasificación IISE

Clúster 1	Clúster 2	Clúster 3
<ul style="list-style-type: none"> - Instituciones internacionales y nacionales como la Universidad del Rosario y la Universidad Antonio Nariño. - Énfasis en Investigación y análisis de operaciones e Ingeniería de Calidad y confiabilidad - No existe mayor relevancia por Gestión de Ingeniería - No se imparte actividad académica en Seguridad 	<ul style="list-style-type: none"> - Instituciones nacionales e internacionales como la Universidad de Buenos Aires y la University of Groningen - Énfasis en Gestión de Ingeniería 	<ul style="list-style-type: none"> - Instituciones con el mayor número de créditos totales. - Énfasis en Ingeniería de Diseño y Fabricación - No ofrece actividad académica en las áreas de Seguridad y Ergonomía

Universidades como la Universidad Militar Nueva Granada, Universidad Nacional de Colombia y la Universidad de la Sabana tienden a parecerse a la Universidad Industrial de Santander en el comportamiento de sus créditos, al igual que universidades internacionales como la University of Groningen y la Universidad de Buenos Aires. Y las Universidades nacionales que tienden seguir el comportamiento de los créditos de las universidades internacionales, son la Universidad del Rosario, la Universidad Antonio Nariño, la Universidad de los Andes y la Universidad del Norte de acuerdo a las dos clasificaciones.

12. Conclusiones

En cuanto a la revisión de literatura, se encontraron diversas metodologías, de las cuales muchos investigadores han basado sus trabajos, siempre en búsqueda de la mejora continua de los planes curriculares, en su mayoría, haciendo comparaciones con otras universidades, pues ello permite realizar un mejor diagnóstico del plan de estudios propio y tener puntos de referencia, como se efectuó en la presente investigación.

En el análisis, se encontró que las universidades latinoamericanas brindan menor flexibilidad e interdisciplinariedad que universidades americanas. Asimismo, universidades de Estados Unidos tienen una menor durabilidad en comparación a la UIS, contando con un promedio de créditos similar. Es importante resaltar, además, que la profundización en la ingeniería industrial en universidades del extranjero, exceptuando a la UNAM y a la Universidad de Buenos Aires, comienza desde el tercer año, por tanto, primer y segundo año se enfocan a la fundamentación matemática, algo que, sin duda, las universidades nacionales también desarrollan en los primeros semestres.

Por otro lado, se encontraron las áreas a las cuales tienden la mayoría de universidades a orientar su plan de estudios, así como aquellas levemente impartidas, análisis descriptivos que se confirmaron estadísticamente con el análisis Games – Howell en el capítulo 10. Con lo anterior y según las áreas del conocimiento del IISE, es evidente que la Ingeniería Industrial es una carrera multidisciplinaria, al observarse que alrededor de 4-5 áreas del conocimiento son fuertemente impartidas: Investigación y análisis de operaciones, Gestión de la Ingeniería, Ingeniería de calidad y confiabilidad, Análisis económico de ingeniería e Ingeniería de diseño y fabricación, siguiendo sus pasos Ingeniería y gestión de operaciones, no obstante, otras no lo son. Tal es el caso de Ingeniería de la información y el tratamiento de datos, pues su consideración es poco relevante si

se compara con las competencias y habilidades que el panorama actual exige. En este campo, la Universidad Industrial de Santander, no está a la vanguardia, al igual que las universidades restantes, tanto nacionales como internacionales. Otros ámbitos como Diseño y desarrollo de productos, Ingeniería de la información, Ingeniería de instalaciones, Gestión de abastecimiento y Diseño y medición del trabajo, a nivel nacional como internacional no tienen mayor significación dentro de las temáticas de los planes de estudio. Algo similar ocurre con áreas de Seguridad y Salud en el trabajo y la poca formación que se enseña de estas, confirmando el planteamiento de Arquez y Garzón (2016), en el cual se destaca que a pesar de que el área es muy demandada, los planes de estudio no se han fortalecido en cursos obligatorios de esta como se debería, especialmente en las universidades internacionales, y es que, aunque la Universidad Industrial de Santander sigue a la vanguardia en seguridad, debe fortalecer su contenido en cuanto a ergonomía.

Por otro lado, las prácticas profesionales analizadas en el capítulo 8, las cuales son una oportunidad para los estudiantes de adentrarse en el campo laboral, solo un 41% a nivel nacional lo hacen con obligatoriedad. En la Universidad Industrial de Santander esto sí y solo sí, depende del estudiante, pues de acuerdo al plan de estudios, no corresponde hacerlas. Esto, al compararlo con las instituciones internacionales, no parece ser relevante, sin embargo, se debe tener en cuenta el contexto que afrontan los recién egresados en cada país.

Por lo que se refiere a los contenidos programáticos analizados en el capítulo 9, los de las universidades internacionales se adaptan más a las temáticas del cuerpo de conocimiento del IISE, en comparación a los de los programas de Ingeniería Industrial en Colombia, lo cual significa, que la ingeniería industrial en el país, no aborda lo necesariamente relevante para la carrera, reduciendo su competitividad en la industria a nivel global.

Finalmente, conforme al análisis de conglomerados, este deja entender que sí existe una brecha entre universidades nacionales e internacionales, contando que solo unas pocas instituciones nacionales tienden a tener características en común a estas, según los clústeres, dentro de las cuales no se encuentra la Universidad Industrial de Santander.

En general, cada uno de los aspectos analizados dieron a entender el panorama en el que se encuentra la UIS. Su programa de ingeniería industrial es multidisciplinario, sin embargo, es visible el enfoque en gestión y análisis económico, lo cual es coherente a las competencias del perfil de egreso del programa. Además, tiene un enfoque similar a universidades nacionales como la Universidad ICESI, UTP y Universidad El Bosque e internacionales como la Universidad de Buenos Aires. Se espera estos sirvan de apoyo a futuras versiones del plan de estudios del programa de Ingeniería Industrial o a futuras investigaciones de evaluación curricular.

13. Recomendaciones

A continuación, se plantean algunas recomendaciones pertinentes para que el presente proyecto sirva de base para futuras investigaciones con respecto al plan de estudios o al programa en general de Ingeniería Industrial de la Universidad Industrial de Santander. Derivado de este estudio, se puede ampliar la investigación sobre programas de Ingeniería Industrial que no se denominan así específicamente, es decir, que se ofertan con otro nombre, tal como pasa con Ingeniería de Producción en Brasil, Ingeniería y Gestión Industrial en Israel y Portugal, Ingeniería en Organización Industrial en España, Investigación de operaciones, Ingeniería empresarial en Perú, Ingeniería Civil Industrial en Chile, entre otros. En cuanto al enfoque que cada universidad le da a su programa académico, en próximas investigaciones se podría estudiar más a profundidad las electivas profesionales, a fin de observar que asignaturas dentro de estas se imparten, que lleguen a ser determinantes en aquellas instituciones dónde el porcentaje de flexibilidad es alto.

Referencias Bibliográficas

- Abello-Romero , J. B., Sáez San Martín, W., y Mancilla, C. (3 de Septiembre de 2020). *Evaluación del desempeño de las universidades: el aporte de los rankings mundiales. Hallazgos*, 18(35), 55-75. <https://doi.org/10.15332/2422409X.5792>
- Agrawal, D., Hou, H.-Y., y Cheng, T.-M. (2021). The Evaluation of Competency-Based Diagnosis System and Curriculum Improvement of Information Management. *International Journal of Information and Communication Technology Education (IJICTE)* 17(2), 16. <https://doi.org/10.4018/IJICTE.2021040106>
- Albornoz , M., y Osorio, L. (2018). Rankings de universidades: calidad global y contextos locales. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad - CTS*, vol. 13, núm. 37, 13-51.
- Alzate Montoya, O., Gaviria Giraldo, M., y Correa Luna, L. (2019). Impacto de la transformación curricular en el desempeño de los estudiantes de Ingeniería Industrial en su práctica académica. *EIEI ACOFI*, ago. <https://doi.org/10.26507/ponencia.102>.
- Andejany, M., Elshennawy, A., Darwish, M., y Bahaitham, H. (2019). Developing an Industrial Engineering Study Plan Using ISM Approach. *International Journal of Engineering Pedagogy (iJEP)*, 9(3). <https://doi.org/10.3991/ijep.v9i3.9884>, 20-32.
- Apolo Valdivia , P., Núñez Vara, F., Díaz Flores, F., y Guizado Oscco, F. (2021). Integração de competências às linhas curriculares da Escola Profissional de Arte. *Revista Tempos E Espaços Em Educação*, 14(33), e15613. <https://doi.org/10.20952/revtee.v14i33.15613>.
- Arquez Polo, M. P., y Garzón Ruiz, X. R. (2016). *EVALUACIÓN Y RE-CONCEPTUALIZACIÓN DEL CAMPO DE FORMACIÓN EN SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO, EN EL PLAN DE ESTUDIO DEL PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR* [Tesis de grado, Universidad Tecnológica de Bolívar]. <https://hdl.handle.net/20.500.12585/2892>
- Artaza, C. H. (2013). Análisis comparado de los diseños curriculares de las licenciaturas en bibliotecología y documentación de la Argentina. *BIBLIOTECOLÓGICA*, Vol. 27, Núm. 59, enero/abril, 93-120. ISSN 2448-8321.

- Bustos-González, A. (2019). Tránsito de universidad docente a universidad de investigación. ¿Un problema de información académica, de taxonomías o de rankings universitarios?. *El profesional de la información*, v. 28, n. 4, e280422. <https://doi.org/10.3145/epi.2019.jul.22>
- Buyurgan, N., y Kiassat, C. (2017). Developing a new industrial engineering curriculum using a systems engineering approach. *European Journal of Engineering Education*, 42:6, 1263-1276. <https://doi.org/10.1080/03043797.2017.1287665>
- Carrillo Cayllahua, J., Córdor Salvatierra, E., Oré Rojas, J. J., y Gonzales Castro, A. (2022). Evaluación curricular de un programa de estudios en una Universidad Pública Peruana. *Revista Universidad y Sociedad*, 14(S1), 161-171. <https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/2652>
- Chávez-Zambrano, M., Saltos-Vivas, M., y Saltos-Dueñas, C. (2017). La importancia del aprendizaje y conocimiento del idioma inglés en la enseñanza superior. *Dominio de las ciencias ISSN-e 2477-8818*, Vol. 3, N°. Extra 3, 759-771. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6234740>
- Chen, S., Hsu, I., y Wu, C.-M. (2009). Evaluation of undergraduate curriculum reform for interdisciplinary learning. *Teaching in Higher Education*, 161-173. <https://doi.org/10.1080/13562510902757203>
- Cheng, M., Adebun Adekola, O., Shah, M., y Valyrakis, M. (2018). Exploring Chinese students' experience of curriculum internationalisation: a comparative study of Scotland and Australia. *Studies in Higher Education*, 43:4, 754-768. <https://doi.org/10.1080/03075079.2016.1198894>
- Columbia University. (30 de Abril de 2023). *Industrial Engineering (BSIE)*. <https://www.ieor.columbia.edu/undergraduate/industrial-engineering>
- Correa Henao, M. (2021). Análisis de Clúster Automático [Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Colombia, Medellín]. <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/80784/1017230592.2021.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- Cui, M. (2020). Introduction to the K-Means Clustering Algorithm Based on the Elbow Method.

- Geoscience and Remote Sensing*. Vol. 3, 9-16. <http://dx.doi.org/10.23977/accaf.2020.010102>
- CWUR. (2021). *Global 2000 List by the Center For World University Rankings*. <https://cwur.org/2021-22.php>
- Díaz Rodríguez, M., González Ariza , Á. L., Henao Pérez, A., y Díaz Mora, M. E. (2013). Capítulo 8: Análisis de Cluster. *Introducción al análisis estadístico multivariado aplicado. Experiencia y casos en el Caribe Colombiano*, 232-239. <https://doi.org/10.2307/j.ctvvn8c9>
- Docampo, D. (16 de Mayo de 2008). Rankings internacionales y calidad de los sistemas universitarios. *Revista de Educación, número extraordinario 2008*, 149-176.
- Godoy, J. A. (s.f.). *Métodos de particionamiento*. RPubs by RStudio: <https://rpubs.com/JairoAyala/MP>
- González García, V. (2021). Un modelo de autoevaluación de carreras en Educación Superior desde la perspectiva del currículo como un organismo vivo. *Revista electrónica calidad en la educación superior, Volumen 12*, 170-200. <http://dx.doi.org/10.22458/caes.v12i2.3635>
- González García, V. (2022). Agencias acreditadoras de carreras en la Universidad de Costa Rica: sus modelos de autoevaluación. *Revista electrónica calidad en la educación superior, Volumen 13, Número 1*, 189-225. <https://doi.org/10.22458/caes.v13i1.3696>
- Granados, M. L. (2019). *Caracterización del perfil de los graduados del programa Ingeniería Industrial de la Universidad Industrial de Santander* [Tesis de grado, Universidad Industrial de Santander]. <https://noesis.uis.edu.co/handle/20.500.14071/13530>
- Hernández Pabón, L. K., y Sánchez Mendoza, J. A. (2012). *Caracterización del estudiante de Ingeniería Industrial de la Universidad Industrial de Santander* [Tesis de grado, Universidad Industrial de Santander]. <http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/tesis/2012/144145.pdf>
- Institute of Industrial & Systems Engineers. (2021). *Body of knowledge*. <https://www.iise.org/Details.aspx?id=43631>

Institute of Industrial & Systems Engineers. (s.f.). *About IISE*.
<https://www.iise.org/details.aspx?id=282>

Krüger, K., y Molas, A. (2010). Rankings Mundiales de Universidades: Objetivos y calidad. *Revista electrónica de recursos en internet sobre geografía y ciencias sociales, Universidad de Barcelona N° 129*.

Ministerio de Educación Nacional. (25 de Abril de 2002). *Sistema de Créditos Académicos - Decreto 0808 de Abril 25 de 2002* [Archivo PDF].
https://www.mineducacion.gov.co/1780/articles-86111_archivo_pdf.pdf

Ministerio de Educación Nacional. (s.f.). *Definición: Plan de estudios*.
<https://www.mineducacion.gov.co/1621/article-79419.html>

Montenegro Martínez, I. (2022). Experiencia de innovación curricular chilena en la carrera de Derecho de la Universidad Academia de Humanismo Cristiano. *Revista Pedagogía Universitaria y Didáctica del Derecho, Vol. 9 Núm. 1, 191-204*.
<https://doi.org/10.5354/0719-5885.2022.64173>

Moran Ruiz, J. (2019). *Evaluación curricular del programa de Ingeniería Industrial en una Universidad Privada y propuesta de mejora continua e innovación* [Tesis de doctorado, Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle, Lima, Perú].
<http://repositorio.une.edu.pe/handle/20.500.14039/3038>

Ordorika, I. (2015). Rankings Universitarios. *Revista de la educación superior vol.44 no.173, 7-9*. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=60436859001>

Pennsylvania State University. (s.f.). *Academics*. Harold and Inge Marcus Department of Industrial and Manufacturing Engineering. Recuperado el 28 de abril de 2023 de
<https://www.ime.psu.edu/students/undergraduate/index.aspx>

Pérez de Armas, M., Curbelo Hernández, M., y Núñez Chaviano, Q. (2019). Pertinencia y diseño curricular, una mirada desde la carrera de Ingeniería Industrial en la Universidad de Cienfuegos. *Revista Conrado, 15(71), 68-76*.
<https://conrado.ucf.edu.cu/index.php/conrado/article/view/1177>

Pontificia Universidad Javeriana. (s.f.). *Ingeniería Industrial*. Recuperado el 28 de abril de 2023

de <https://www.javeriana.edu.co/carrera-ingenieria-industrial>

QS World University Rankings (2021). *QS World University Rankings 2021*.
<https://www.topuniversities.com/university-rankings/world-university-rankings/2021>

Rangel Espejo, Y. K., y Duque Duque, D. A. (2020). *Estudio comparativo del programa de ingeniería industrial de la Universidad católica de Colombia con universidades a nivel Europa, Asia, América, Oceanía y África* [Tesis de grado, Universidad Católica de Colombia]. Repositorio institucional de la Universidad Católica de Colombia.
<https://hdl.handle.net/10983/25342>

Revista Dinero. (2020). *Mejores Universidades de Colombia 2.020*.
<https://especiales.dinero.com/ranking-de-las-mejores-universidades-de-colombia-en-2020/index.html#ingenieria-industrial>

Revista Semana. (25 de Septiembre de 2017). *La Universidad Nacional ha sido, es y será un referente de la Educación Superior en Colombia*. Ministerio de Educación Nacional.
<https://www.mineducacion.gov.co/portal/salaprensa/Noticias/363085:La-Universidad-Nacional-ha-sido-es-y-sera-un-referente-de-la-Educacion-Superior-en-Colombia#:~:text=%22La%20Universidad%20Nacional%20no%20solo,y%20el%20desarrollo%20del%20pa%C3%ADs.>

Ríos Jaramillo, L. M. (2012). *Análisis comparativo de los programas de pregrado en Ingeniería Industrial en algunos países miembros de la OEA* [Tesis de maestría, Universidad Pontificia Bolivariana, Medellín]. <http://hdl.handle.net/20.500.11912/2516>

Rizo, F. M. (2011). Los rankings de universidades: una visión crítica. *Revista educación superior volumen 40 no.157*.
https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-27602011000100004

Rutgers University - New Brunswick. (s.f.). *Industrial and Systems Engineering At RUTGERS*. Recuperado el 29 de abril de 2023 de https://ise.rutgers.edu/sites/default/files/uploads/FINAL_ISE-PRGM.pdf

Sánchez, A., Gonzalez-Gaya, C., Zulueta, P., y Sampaio, Z. (2019). Introduction of Building

Information Modeling in Industrial Engineering Education: Students' Perception. *Applied Sciences*, 9(16), 3287. <https://doi.org/10.3390/app9163287>.

Sapiens Research (2023). *Ranking U-Sapiens 2021-2*.
<https://www.srg.com.co/lasmejoresuniversidades-usapiens>.

SCImago Institutions Rankings (2021). *University Rankings*.
<https://www.scimagoir.com/rankings.php?sector=Higher+educ.&year=2015>

Shanghai Jiao Tong University . (s.f.). *Undergraduate Education Overview*. Department of Industrial Engineering & Management. Recuperado el 25 de abril de 2023 de <https://ieem.sjtu.edu.cn/en/bkjyjk.html>

Shanghai Ranking. (2021). *2021 Academic Ranking of World Universities*.
<https://www.shanghairanking.com/rankings/arwu/2021>

Shin, J. C., Toutkoushian, R. K., y Teichler, U. (2011). *University Rankings. Theoretical Basis, Methodology and Impacts on Global Higher Education*. London: Springer, 271 pp. ISBN: 978 94 007 1116 7. <https://doi.org/10.1007/978-94-007-1116-7>

Texas A&M University, College Station. (s.f.). *Industrial Engineering - BS*. Texas A&M Catalogs: Industrial Engineering - BS. Recuperado el 25 de abril de 2023 de <https://catalog.tamu.edu/undergraduate/engineering/industrial-systems/industrial-bs/#text>

Times Higher Education (2021). *World University Rankings 2021*.
<https://www.timeshighereducation.com/world-university-rankings/2021/world-ranking>

Universidad de Antioquía. (s.f.). *Pénsum: Líneas de Énfasis Profesional*. Recuperado el 28 de abril de 2023 de https://www.udea.edu.co/wps/portal/udea/web/inicio/unidades-academicas/ingenieria/estudiar-facultad/pregrados/ingenieria-industrial/!ut/p/z1/jdBLDoIwEAbgs3iCTI9AlzwwqKWChBgG7MaxIE0UXxvNrjCuJldIN8v0zmUEWDcjO48NN491d5_H86o82OGnDJSYpVHkpIzA7IRrab2WLQ9S_QSRSgm

Universidad de Buenos Aires. (s.f.). *Ingeniería Industrial*. Facultad de Ingeniería. Recuperado el 26 de abril de 2023 de <https://www.fi.uba.ar/grado/carreras/ingenieria-industrial>

Universidad de la Sabana. (s.f.). *Ingeniería Industrial*. Recuperado el 27 de abril de 2023 de

<https://www.unisabana.edu.co/ingenieriaindustrial/>

Universidad de la Salle. (2020). *Guía para la visualización de datos: Bibliometrix* [Archivo PDF].

Recursos bibliográficos. 30. https://ciencia.lasalle.edu.co/recursos_bibliograficos/30

Universidad de los Andes. (27 de diciembre de 2019). *Pregrado Ingeniería Industrial: Áreas de Profundización*. <https://industrial.uniandes.edu.co/es/programas-academicos/pregrado/ingenieria-industrial>

Universidad del Rosario. (s.f.). *Descripción del Programa Ingeniería Industrial*. Recuperado el 27 de abril de 2023 de <https://urosario.edu.co/ingenieria-industrial>

Universidad Industrial de Santander. (2017). *PEP PROPUESTA DE MODIFICACIÓN PLAN DE ESTUDIOS DEL PROGRAMA DE INGENIERÍA* [Archivo PDF]. Bucaramanga.

Universidad Industrial de Santander. (23 de Octubre de 2020). *Ingeniería Industrial UIS: pionera en Colombia*. uis.edu.co/ingenieria-industrial-uis-pionera-en-colombia/

Universidad Industrial de Santander. (s.f.). *Perfil Egresado del Programa Académico de Ingeniería Industrial*. Recuperado el 13 de febrero de 2023 de <https://uis.edu.co/ffm-pre-industrial-es/>

Universidad Nacional Autónoma de México. (13 de Abril de 2023).. *Reglamento General de Estudios Universitarios*. Oficina de la Abogacía General UNAM. <http://www.abogadogeneral.unam.mx:6060/legislacion/view/68/CR%C3%9DITO>

Universidad Nacional de Colombia. (2013). *Proyecto Educativo del Programa de Ingeniería Industrial* [Archivo PDF]. Medellín.

University of Arizona. (s.f.). *Industrial Engineering*. Recuperado el 27 de abril de 2023 de <https://www.arizona.edu/degree-search/majors/industrial-engineering>

University of California Berkeley. (s.f.). *Industrial Engineering and Operations Research*. Recuperado el 30 de abril de 2023 de <https://guide.berkeley.edu/undergraduate/degree-programs/industrial-engineering-operations-research/#abouttheprogramtext>

University of Florida. (s.f.). *Industrial and Systems Engineering* . Recuperado el 25 de abril de 2023 de https://catalog.ufl.edu/UGRD/colleges-schools/UGENG/ISE_BSIS/#text

University of Groningen. (s.f.). *Industrial Engineering and Management*. Recuperado el 25 de abril de 2023 de <https://www.rug.nl/bachelors/industrial-engineering-and-management/#!why>

University of Illinois Urbana - Champaign. (s.f.). *Industrial Engineering Degree*. The Grainger College of Engineering. Recuperado el 26 de abril de 2023 de <https://ise.illinois.edu/undergraduate/industrial-engineering-degree>

University of Southern California . (s.f.). *Industrial & Systems Engineering (ISE)*. The Daniel J. Epstein Department of Industrial & Systems Engineering. Recuperado el 29 de abril de 2023 de <https://viterbiadmission.usc.edu/ise/#curriculum>

University of Wisconsin - Madison. (s.f.). *Industrial Engineering, B.S.* Recuperado el 26 de abril de 2023 de <https://guide.wisc.edu/undergraduate/engineering/industrial-systems-engineering/industrial-engineering-bs/#text>

Vernom, M. M., Balas, E. A., y Momani, S. (7 de Marzo de 2018). *¿Are university rankings useful to improve research? A systematic review. PLoS ONE 13(3): e0193762.* <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0193762>

Villao Reyes, M. F., Guzmán Huayamave, K. V., y León García, M. (2022). Estudio comparativo de diseños de carreras de Educación. Utilidad para la evaluación curricular. *Revista Ciencias Pedagógicas e Innovación* • e-ISSN 1390-7603 • Vol. 10 • N° 1, 21-26. <http://dx.doi.org/10.26423/rcpi.v10i1.521>