

FRAMEWORK PARA LA EVALUACIÓN DE LOS EGRESADOS DE INGENIERÍA  
INDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER DESDE LA  
PERSPECTIVA DE LOS EMPLEADORES A NIVEL NACIONAL

ANA JULIETH CALDERÓN MÁRQUEZ  
LEIDY JOHANA CERÓN CHAPARRO

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS  
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES  
BUCARAMANGA

2013

FRAMEWORK PARA LA EVALUACIÓN DE LOS EGRESADOS DE INGENIERÍA  
INDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER DESDE LA  
PERSPECTIVA DE LOS EMPLEADORES A NIVEL NACIONAL

ANA JULIETH CALDERÓN MÁRQUEZ  
LEIDY JOHANA CERÓN CHAPARRO

Proyecto de grado para optar al título de  
Ingeniero Industrial  
Director  
Ph.D. HENRY LAMOS DIAZ

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS  
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES  
BUCARAMANGA

2013

## TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>16</b>
<b>1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....</b>	<b>21</b>
<b>2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO .....</b>	<b>24</b>
<b>3. OBJETIVOS .....</b>	<b>26</b>
<b>3.1 OBJETIVO GENERAL .....</b>	<b>26</b>
<b>3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....</b>	<b>26</b>
<b>4. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>28</b>
<b>4.1 ESTUDIOS DE SEGUIMIENTO A EGRESADOS DESDE LA PERSPECTIVA DE LOS EMPLEADORES .....</b>	<b>28</b>
<b>4.2 MINERÍA DE DATOS .....</b>	<b>28</b>
4.2.1 La minería de datos y el proceso de descubrimiento de conocimiento .....	29
4.2.2 Conceptualización minería de datos.....	31
4.2.2.1 Tareas de la Minería de Datos .....	32
<b>4.3 TÉCNICAS DE MINERÍA DE DATOS .....</b>	<b>35</b>
4.3.1 Redes Bayesianas .....	35
4.3.2 Árbol de Decisiones .....	38
4.3.3 Análisis de Clúster (Clustering) .....	40
4.3.4 Análisis de Discriminante .....	43
4.3.5 Análisis de Correspondencia Simple .....	46
4.3.6 Análisis Factorial .....	47
<b>4.4 PERFIL DE EGRESADO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL.....</b>	<b>49</b>
<b>5. FRAMEWORK .....</b>	<b>52</b>
<b>6. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>55</b>

6.1	TIPO DE ESTUDIO .....	55
6.2	FUENTES DE INFORMACIÓN .....	56
7.	DISEÑO DE MUESTREO .....	58
7.1	POBLACIÓN .....	58
7.2	TIPO DE MUESTREO .....	59
7.3	TAMAÑO DE LA MUESTRA.....	60
8.	MARCO MUESTRAL .....	62
8.1	ELABORACIÓN DE LA BASE DE DATOS .....	62
9.	VALIDEZ, CONFIABILIDAD Y OBJETIVIDAD DEL INSTRUMENTO DE ME .....	65
9.1	LA VALIDEZ .....	65
9.1.1	La validez del contenido.....	65
9.1.1.1	Revisión por Expertos .....	66
9.1.1.2	Universidades .....	67
9.1.1.3	Competencias Tuning .....	69
9.2	LA CONFIABILIDAD.....	70
9.3	OBJETIVIDAD .....	71
10.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO .....	73
10.1	FICHA TÉCNICA DEL ESTUDIO .....	73
10.2	TIPIFICACIÓN DE LA MUESTRA.....	73
10.3	RESULTADOS DEL CUESTIONARIO.....	75
10.3.1	Análisis de Clúster.....	75
10.3.2	Árboles de Decisión .....	80
10.3.3	Redes Bayesianas .....	86
10.3.4	Análisis Discriminante .....	90
10.3.5	Análisis de Correspondencia Simple .....	93
10.3.6	Tablas de contingencia para variables de respuesta múltiple .....	99

10.3.7 Institución de Educación Superior de Preferencia .....	108
10.3.8 Retos Cotidianos del Ingeniero Industrial .....	111
10.3.9 Actitud Egresados Ingeniería Industrial UIS .....	113
10.3.10 Recomendaciones en la Formación Académica de los Ingenieros Industriales .....	114
10.3.11 Perfil del Ingeniero Industrial.....	116
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>121</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>123</b>

## LISTADO DE ILUSTRACIONES

	Pág.
Ilustración 1. Proceso KDD (Knowledge Discovery From Databases).....	29
Ilustración 2. Fases del Proceso KDD (Knowledge Discovery From Databases) .....	30
Ilustración 3. Diseño del Framework.....	53
Ilustración 4. Diseño muestral obtenido .....	60
Ilustración 5. Invitación egresados.....	63
Ilustración 6. Encuesta a egresados.....	64
Ilustración 7. Tipos de empresas participantes .....	74
Ilustración 8. Tipos de empleadores participantes .....	74
Ilustración 9. Factores y sus variables.....	77
Ilustración 10. Puntuaciones Análisis de Clúster.....	78
Ilustración 11. Medias de las competencias clasificadas en tres grupos .....	79
Ilustración 12. Árbol de decisión para el salario según el sector en el que trabajan los Ingenieros Industriales.....	81
Ilustración 13. Árbol de decisión para los niveles de los Ingenieros Industriales.....	83
Ilustración 14. Árbol de decisión para los salarios y la antigüedad.....	83
Ilustración 15. Árbol de decisión de las áreas de desempeño de los Ingenieros Industriales .....	84
Ilustración 16. Árbol de decisión para la antigüedad y los niveles.....	85
Ilustración 17. Árbol de decisión para las áreas de trabajo y los salarios.....	86
Ilustración 18. Red Bayesiana para el Nivel de Satisfacción.....	86
Ilustración 19. Importancia de las variables predictivas.....	87
Ilustración 20. Probabilidades condicionales del área de desempeño dado el nivel de satisfacción.....	88
Ilustración 21. Red Bayesiana para predecir el Nivel de Satisfacción .....	89
Ilustración 22. Probabilidades Condicionales para el Nivel de Satisfacción según el Sector de la Empresa .....	89
Ilustración 23. Gráfico perfiles de fila.....	94
Ilustración 24. Gráfica perfiles de columna .....	95
Ilustración 25. Gráfica de puntos de Columna y Fila .....	97
Ilustración 26. Área y Sector correspondencia simple.....	97

Ilustración 27. Gráfica de Puntos de Fila y Columna (Sector Empresarial - Tipo de Contratación) .....	98
Ilustración 28. Gráfica de Puntos de Fila y Columna (Sector Empresarial y Salarios) .....	99
Ilustración 29. Preferencia por profesionales de otras áreas.....	105
Ilustración 30. Funciones Principales Ingeniero Industrial Sector Industrial .....	106
Ilustración 31. Institución de Preferencia .....	108
Ilustración 32. Características en la Contratación de mayor Influencia en el Sector Productivo .....	109
Ilustración 33. Comparación Competencias Actitudes y Valores con otras Instituciones	110
Ilustración 34. Retos Cotidianos para los Ingenieros Industriales .....	112
Ilustración 35. Actitudes de los Ingenieros Industriales de la UIS frente a los Retos Cotidianos .....	114
Ilustración 36. Recomendaciones Formación Académica Ingenieros Industriales .....	116

## LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Áreas de conocimiento Encuesta empleadores.....	66
Tabla 2. Funciones Encuesta empleadores .....	67
Tabla 3. Resultados alfa de Cronbach.....	71
Tabla 4. Alfa de Cronbach para las Competencias, Actitudes de Valores.....	71
Tabla 5. Estadístico de fiabilidad por factores.....	71
Tabla 6. Ficha técnica de la investigación.....	73
Tabla 7. Cantidad de Ingenieros Industriales laborando en empresas participantes .....	74
Tabla 8. Resultados del KMO y Prueba de esfericidad. ....	76
Tabla 9. Varianza total explicada. ....	76
Tabla 10. Factores obtenidos.....	77
Tabla 11. Escala de la variable.....	87
Tabla 12. Áreas de Desempeño y su respectivo Código.....	88
Tabla 13. Coeficientes estandarizados de las funciones discriminantes canónicas .....	91
Tabla 14. Estadísticos de la prueba.....	91
Tabla 15. Probabilidades previas para los grupos.....	91

Tabla 16. Resultados de la clasificación .....	92
Tabla 17. Coeficientes estandarizados de las funciones discriminantes canónicas .....	92
Tabla 18. Tabla de frecuencias absolutas de los niveles del cargo .....	93
Tabla 19. Tabla perfiles de fila. ....	94
Tabla 20. Perfiles de columna.....	94
Tabla 21. Análisis de dimensiones realizado .....	95
Tabla 22. Variables que contribuyen por fila. ....	96
Tabla 23. Variables que contribuyen por columna. ....	96
Tabla 24. Medios de Búsqueda según el Sector de Empresa .....	100
Tabla 25. Medios de Búsqueda según el Origen de Capital.....	101
Tabla 26. Medios de Búsqueda según el Tamaño de Empresa .....	102
Tabla 27. Software Especializado en las Empresas.....	111
Tabla 28. Importancia de las variables.....	117

## **LISTA DE ANEXOS**

**ANEXO A. BASE DE DATOS**

**ANEXO B. ESTADO DEL ARTE**

**ANEXO C. ENCUESTAS**

**ANEXO D. ENCUESTAS A EGRESADOS**

**ANEXO E. RESPUESTAS ENCUESTAS**

**ANEXO F. ÁRBOLES DE DECISIÓN**

**ANEXO G. REDES BAYESIANAS**

**ANEXO H. DISCRIMINANTE SALARIOS**

**ANEXO I. DISCRIMINANTE ANTIGÜEDAD**

**ANEXO J. DISCRIMINANTE ORIGEN DE CAPITAL**

**ANEXO K. TABLAS DE CORRESPONDENCIA SIMPLE**

**ANEXO L. TABLAS DE CONTINGENCIA ÁREAS DE CONOCIMIENTO**

**ANEXO M. TABLAS DE CONTINGENCIA PROCESOS DE SELECCIÓN**

**ANEXO N. GRÁFICAS DE FUNCIONES**

**ANEXO O. MANUAL DE CODIFICACIÓN**

**ANEXO P. FRAMEWORK**

**ANEXO Q. LISTA DE COMPETENCIAS TUNING**

## RESUMEN

**TÍTULO:** FRAMEWORK PARA LA EVALUACION DE LOS EGRESADOS DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER DESDE LA PERSPECTIVA DE LOS EMPLEADORES A NIVEL NACIONAL\*

**AUTOR(ES):** ANA JULIETH CALDERÓN MÁRQUEZ, LEIDY JOHANA CERÓN CHAPARRO†

**PALABRAS CLAVES:** Pertinencia Académica, Minería de Datos, Análisis de Clúster, Árboles de Decisión, Redes Bayesianas, Análisis discriminante, Correspondencia Simple.

### DESCRIPCIÓN

Los estudios de seguimiento a egresados por empleadores han constituido una herramienta clave para evaluar la calidad y pertinencia de los programas académicos a nivel nacional e internacional. La importancia de los estudios de seguimiento a egresados por empleadores radica en dos premisas, la primera es la constante evolución en los países, lo que hace que las instituciones académicas deban actualizar sus planes de estudio para permanecer vigentes ante las exigencias del mercado empresarial y global y la segunda es la entrada de nuevas universidades lo que genera un ambiente competitivo en donde cada una de estas busca ofrecer a la sociedad los programas académicos más pertinentes y acordes a las necesidades del entorno. La presente investigación nace a partir de la necesidad de evaluar el impacto de los egresados de Ingeniería Industrial de la Universidad Industrial de Santander en el mercado laboral a nivel nacional, por lo cual a través de diferentes etapas que incluyen revisión bibliográfica, trabajo de campo y aplicación de herramientas estadísticas de minería de datos en el análisis de la información obtenida, se crea un framework en el cual se presenta un marco de trabajo considerado acorde para llevar a cabo estos estudios posteriormente. Por último, luego del análisis de los datos se crearon los perfiles de los egresados según las características de las empresas a nivel nacional, además se presenta la pertinencia que tiene el programa y sus egresados respecto a las necesidades encontradas en el entorno empresarial colombiano.

---

\* Proyecto de grado

† Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas, Escuela de Estudios Industriales y Empresariales. Director Ph D Henry Lamos Diaz

## ABSTRACT

**TITLE:** FRAMEWORK FOR THE ASSESSMENT OF INDUSTRIAL ENGINEERING GRADUATES OF SANTANDER INDUSTRIAL UNIVERSITY FROM THE PERSPECTIVE OF EMPLOYERS NATIONWIDE\*

**AUTHOR (S):** ANA JULIETH CALDERÓN MÁRQUEZ, LEIDY JOHANA CERÓN CHAPARRO†

**KEY WORDS:** Relevance Academic, Data Mining, Cluster Analysis, Decision Trees, Bayesian Networks, Discriminant Analysis, Correspondence Simple.

## DESCRIPTION

Follow-up studies to graduates by employers have been a key tool to assess at the quality and relevance of national and worldwide academic programs. The importance of follow-up studies graduates by employers were based on two premises, the first is the constant technological and social developments in the countries, which makes that academic institutions must update their curricula to stay current with global business market requirements and the second is the entrance of new universities which creates a competitive environment where each of these seeks to offer at society academic programs more relevant and responsive to the needs of the environment. This research born from need to evaluate the impact of the Santander Industrial University's Industrial Engineers in the national labor market, so, through of different stages, including literature review, field work and application of data mining tools in the analysis of the information obtained, created a framework in which we present a consistent methodology to carry out these studies later. .Finally, after data analysis, were created profiles of graduates, according with the national companies characteristics, moreover the academic program relevance is presented and compared with the present Colombian business environment requirements

---

\*Work degree

† Faculty of Physico-Mechanica Engineering, School of Industrial and Business Studies. Director Ph D Henry Lamos Díaz

## INTRODUCCIÓN

Las Instituciones de Educación Superior desempeñan un papel clave en la formación académica e integral de las personas, siendo allí donde se lleva a cabo la mayor parte de los proyectos de índole investigativo y de desarrollo tecnológico y científico de cada país. Estas instituciones deben formar personas comprometidas con el desarrollo socio-económico, cultural y político de los países en el cual se encuentran, sus egresados deben asumir de forma ética y competitiva los nuevos retos que conlleva la adaptación a sociedades cada vez más globalizadas.

La calidad en la Educación Superior es un concepto multidimensional con muchos enfoques en los diferentes grupos de interés relacionados. La UNESCO<sup>1</sup> define calidad en la Educación Superior como un concepto multidimensional de múltiples niveles, dinámico, que se relaciona con los elementos contextuales de un modelo educacional, con la misión y fines institucionales, y con estándares específicos dentro de un sistema, institución, programa o disciplina determinados. Por otro lado, la calidad en la educación superior se convierte en un tema de suprema importancia para las naciones, ya que es un medio que hace posible intercambios culturales, políticos y socioeconómicos a nivel mundial mejorando las relaciones entre los diferentes países. Por último, y como tema preámbulo a los argumentos que se tratarán más adelante, uno de los conceptos más importantes y que va mucho más allá de los ámbitos universitarios es la necesidad que existe en el mercado laboral, la cual es una problemática para empresarios y empleadores, quienes buscan talento humano de alto nivel, capaz de liderar procesos de cambio

---

<sup>1</sup> CENTRO UNIVERSITARIO DE DESARROLLO. Proyecto ALFA Nro. DCI-ALA/2008/42. "Aseguramiento de la Calidad: políticas públicas y gestión universitaria". [Online]. Chile, 2009. Disponible en: [http://www.cinda.cl/proyecto\\_alfa/download\\_finales/8MarcodereferenciaparaelProyectosobreAQ.pdf](http://www.cinda.cl/proyecto_alfa/download_finales/8MarcodereferenciaparaelProyectosobreAQ.pdf)

y gestionar transformaciones en las organizaciones resistiendo el ritmo brusco y acelerado del entorno económico mundial.

La Escuela de Estudios Industriales y Empresariales de la Universidad Industrial de Santander atendiendo a los cambios que existen en el contexto económico de las naciones es consciente de su responsabilidad en el desarrollo de las habilidades y competencias de sus egresados, las cuales deben estar acorde con las características individuales que los empleadores buscan en los nuevos integrantes de sus organizaciones. De esta forma, se hace necesaria la reforma de los planes de estudio para que los futuros Ingenieros Industriales estén a la vanguardia y así el desempeño de sus tareas cumpla con las expectativas que el sector empresarial les impone.

Por las razones planteadas anteriormente, el presente proyecto tiene como objetivo principal la creación de un framework para la evaluación a los egresados de Ingeniería Industrial de la Universidad Industrial de Santander desde la perspectiva de sus empleadores a nivel nacional, por medio de este se conocerá la apreciación de su desempeño laboral así como la aceptación que tienen respecto a la formación académica recibida. Para conocer la situación actual, se elaborara un estado del arte donde se mostrara a través del método de bola de nieve los diferentes proyectos que se han llevado a cabo con respecto a este tema a nivel nacional e internacional. Además, para lograr las metas propuestas se elaborará un instrumento de medición con el objetivo de comprender cuál es el perfil del egresado de Ingeniería Industrial que los empleadores a nivel nacional buscan y se construirá a partir de la información obtenida una base de datos en donde se exponga la realidad de la situación laboral de los egresados y las condiciones del mercado laboral en el cual se desempeñan. Por último, se analizaran los datos recogidos mediante la técnica de minería de datos y se presentaran las respectivas conclusiones con respecto a la información.

Este proyecto tiene pertinencia con el Grupo de Optimización y Organización de Sistemas Productivos, Administrativos y Logísticos OPALO, así como con la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales de la Universidad Industrial de Santander ya que plantea un modelo con el cual se analiza la pertinencia del programa de Ingeniería Industrial y se busca adaptarlo según las necesidades que se encuentren en el medio laboral colombiano, utilizando técnicas estadísticas de minería de datos en el respectivo análisis de la información obtenida.

## TABLA DE CUMPLIMIENTO DE OBJETIVOS

OBJETIVO		CUMPLIMIENTO
<b>1</b>	Diseñar un nuevo framework para el análisis de la información generada en un proceso de seguimiento a graduados desde el punto de vista de los empleadores a nivel nacional que permita analizar el desempeño laboral de los Ingenieros Industrial de la UIS.	Anexo P. FRAMEWORK Capítulo 5. FRAMEWORK Página: 49
<b>2</b>	Construir un estado del arte sobre el proceso de seguimiento a graduados de las IES respecto a las percepciones de los empleadores.	Anexo B. ESTADO DEL ARTE Capítulo 4.1 Estudios De Seguimiento A Egresados desde la Perspectiva de los Empleadores Página: 25
<b>3</b>	Conformar un marco muestral de empleadores de Ingenieros Industriales UIS a nivel nacional.	Capítulo 8. MARCO MUESTRAL Página: 59 Anexo A. Base de Datos
<b>4</b>	Comprobar la fiabilidad, validez y objetividad del instrumento de medición desarrollado por estudiantes de Ingeniería Industrial en el año 2010 durante el desarrollo de su proyecto “Evaluación de Graduado de Ingeniería Industrial 2005-2009 de la Universidad Industrial de Santander desde la perspectiva de los Empleadores de Bucaramanga y su área metropolitana” que permite identificar la percepción que tienen los empleadores a nivel nacional de los Ingenieros Industriales de la Universidad Industrial de Santander.	Capitulo 9. VALIDEZ Y CONFIABILIDAD DEL INSTRUMENTO DE MEDICIÓN Página: 62
<b>5</b>	Determinar el diseño de muestreo más adecuado para el estudio del impacto a egresados.	Capítulo 7. DISEÑO DE MUESTREO Página: 55

OBJETIVO		CUMPLIMIENTO
6	Utilizar herramientas de minería de datos (árboles de decisión, análisis de Clúster, discriminantes, correspondencia simple y redes bayesianas entre otras) para determinar la percepción general acerca del desempeño del Ingeniero Industrial de la Universidad Industrial de Santander y sus competencias a nivel académico y profesional, el grado de preferencia de los empleadores e identificar las exigencias que plantea el ejercicio profesional.	Capitulo 10.3 Resultados del Cuestionario Árbol de Decisiones Página: 77 Análisis de Clúster Página: 72 Análisis de Discriminante Página: 87 Análisis de Correspondencia Simple Página: 90 Institución de Educación Superior de Preferencia Página: 105
7	Conocer las características del mercado de trabajo al que van a acceder los titulados universitarios de Ingeniería Industrial de la Universidad Industrial de Santander.	Tablas de contingencia para variables de respuesta múltiple Página: 96
8	Evaluar el impacto laboral y la pertinencia del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad Industrial de Santander mediante el conocimiento de las trayectorias laborales de los egresados.	10.3.8 Retos Cotidianos del Ingeniero Industrial Página: 108 10.3.9 Actitud Egresados Ingeniería Industrial UIS Página: 110 10.3.10 Recomendaciones en la Formación Académica de los Ingenieros Industriales Página: 112
9	Obtener los perfiles de los profesionales solicitados por las empresas y asociarlos con los programas de estudio y/o con las actividades complementarias que ofrece la universidad.	Capitulo 10.3.1 Perfil del Ingeniero Industrial Página: 113

## 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las empresas están orientando sus procesos de reclutamiento y selección de personal de acuerdo al movimiento acelerado que se presenta en el entorno, por lo cual es necesaria la búsqueda de talento humano con grandes capacidades y habilidades adecuadas que les permita la creación de valor agregado, así como asegurar su proyección en el largo plazo. Es por eso que considerando los continuos cambios dentro de las sociedades y los diferentes prototipos de organizaciones que se mostraran en el futuro, los egresados de Ingeniería Industrial de la Universidad Industrial de Santander deberán asumir competencias y actitudes que les permita afrontar de manera objetiva las exigencias del mercado laboral.

En este contexto, las instituciones de Educación Superior (IES) enfrentan el desafío de proporcionar al estudiante una formación integral que cumpla con estándares de excelencia educativa, para que a su egreso cuenten con conocimientos, habilidades y valores pertinentes para desempeñarse en mercados laborales cada vez más competitivos<sup>2</sup>. En Colombia al igual que en otros países de América Latina, la evaluación de la calidad educativa es algo novedoso; a pesar de los esfuerzos del Observatorio Laboral para la Educación (OLE) por apoyar a las Instituciones de Educación Superior (IES) en la formulación y ejecución de proyectos encaminados a fortalecer el proceso de seguimiento a graduados<sup>3</sup>, el horizonte no es muy alentador ya que aún son pocos los registros de proyectos que permitan realizar el análisis adecuado y por consiguiente se está perdiendo una herramienta que resulta fundamental para la identificación de áreas

---

<sup>2</sup> UNIVERSIDAD DEL CARIBE. Estudio de Empleadores de Egresados I y II Generación de los Programas Educativos de las Licenciaturas de Negocios Internacionales, Gastronomía e Ingeniería Industrial. [en línea]. (Octubre 2007). Disponible en: <[http://ww2.unicaribe.edu.mx/manuales-y-guías-rápidas/descargar\\_documento/estudio-de-empleadores-2007.html](http://ww2.unicaribe.edu.mx/manuales-y-guías-rápidas/descargar_documento/estudio-de-empleadores-2007.html)>

<sup>3</sup> MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL. Convocatoria para apoyar proyectos que fortalezcan el proceso de seguimiento a graduados en las instituciones de educación superior. [en línea]. MINISTERIO DE EDUCACIÓN. Disponible en: <<http://www.mineducacion.gov.co/1621/article-174910.html>> [Actualizado el 28 de Octubre de 2008]

de mejora en el proceso de formación y oportunidades de reestructuración de los planes de estudio para hacerlos más coherentes con el talento humano que el país necesita.

Actualmente la Universidad Industrial de Santander cuenta con pocos estudios de seguimiento a graduados e impacto de estos en el mercado laboral. La Escuela de Estudios Industriales y Empresariales ha comenzado a indagar en el tema de evaluación de calidad de los graduados a través de los Grupos de Investigación, con gran interés en estudios de Seguimiento a egresados que cubriera a la Universidad Industrial de Santander y todos sus profesionales. En un proyecto de grado previo realizado en el 2010; Evaluación del graduado de Ingeniería Industrial 2005-2009 de la Universidad Industrial de Santander desde la perspectiva de los empleadores de Bucaramanga y su área Metropolitana<sup>4</sup>, a través de una pequeña muestra realizada a nivel regional se vieron alentadores resultados ya que la mayoría de los empleadores expresaron alto nivel de satisfacción con su desempeño. Como se puede observar estos estudios son de gran importancia ya que exponen un análisis de la situación actual de los profesionales, de su entorno laboral, y los requerimientos que las empresas realizan a la Universidad en cuanto a las necesidades de formación y competencias de sus egresados.

Por lo tanto, se considera de gran importancia continuar con un estudio que muestre información acerca del desempeño a nivel profesional y social de los egresados de Ingeniería Industrial y las principales competencias que el mercado laboral busca, contribuiría a mejorar procesos de planeación los cuales apoyan la misión de la Institución, ya que a partir de los resultados se podrían plantear cambios a nivel curricular que reformarían notoriamente el perfil del profesional y elevaría la imagen institucional dentro de la sociedad. Visto de esta manera es

---

<sup>4</sup>ARIZA ALDANA Mónica Bibiana, CHANAGÁ MEZA Liliana Andrea, DÍAZ MELGAREJO Cristhian Guillermo, GARCÍA DUARTE Diego Andrés, PIMIENTO VALENCIA Ruth Marcela 2003 Tesis (Ingeniería Industrial) Universidad Industrial de Santander.

necesario conocer las opiniones de los empleadores y jefes de los profesionales respecto a las condiciones del mercado ocupacional e identificar el desempeño laboral y pedagógico del Ingeniero Industrial de la Universidad Industrial de Santander dentro del entorno empresarial.

El presente estudio tendrá un impacto sobre la situación actual de los egresados ya que su cobertura es más profunda y su misión es presentar de forma detallada un modelo que pueda servir posteriormente para analizar las características de los egresados y su percepción frente a los empleadores, todo esto con el fin de que sirva como herramienta para definir el perfil idóneo que el Ingeniero Industrial necesita tener para su desarrollo en el entorno empresarial.

## 2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Teniendo en cuenta el cambio continuo que sufre el entorno laboral se requieren profesionales con competencias adecuadas que le ofrezcan a las empresas ventajas competitivas a partir de talento humano y que les permitan garantizar su proyección a largo plazo y poder responder rápidamente a las exigencias del mercado.

Las universidades tienen la responsabilidad de entregarle a la sociedad, profesionales con valores, líderes, con conocimientos científicos y tecnológicos y con habilidades creativas y culturales que pueden orientar las transformaciones que se requieran y que el medio este exigiendo.

Fortalecer la vinculación que actualmente existe entre la academia con los sectores social y productivo es uno de los desafíos que a nivel mundial se presenta como un nuevo enlace de costo-beneficio que las instituciones de nivel superior exploran constantemente y en todas partes del mundo.

Particularmente en Colombia, el Ministerio de Educación Nacional en su Plan Sectorial 2010-2014 fomenta el mejoramiento de la calidad en la educación superior como una tarea prioritaria, con el propósito central de consolidar la cultura de evaluación y autoevaluación permanente y sistemática, que permita brindar una oferta educativa que responda a necesidades y particularidades regionales, así como al desarrollo y competitividad del país.<sup>5</sup> Por tal razón las Instituciones de Educación Superior (IES) trabajan arduamente en ofrecer en sus programas garantías de calidad académica que le permitan al egresado tener ventaja competitiva, ya que de acuerdo a estudios realizados por el Observatorio Laboral

---

<sup>5</sup>MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL. Convocatoria para conformar un banco de elegibles para el fomento a la acreditación institucional [en línea]MINISTERIO DE EDUCACIÓN Disponible en: <<http://www.mineducacion.gov.co/1621/w3-article-318589.html>>[Actualizado Mayo 31 de 2013]

para la Educación (OLE) “La Acreditación de Alta Calidad le garantiza a los recién egresados universitario un mayor salario y vinculación laboral”<sup>6</sup>

Ante esta situación la Universidad Industrial de Santander está trabajando día a día por lograr ese estatus de calidad y de mejoramiento continuo que le permita desarrollar egresados de los más altos estándares y que se encuentren a la vanguardia de los requerimientos del mercado laboral.

Con este objetivo como bandera del proyecto se desea plantear un instrumento de recolección de información que permita dar cuenta de la percepción de los empleadores sobre las competencias generales que tienen los jóvenes graduados de Ingeniería Industrial de la Universidad Industrial de Santander que están contratando en todo el territorio nacional.

El Análisis a los Empleadores genera información sobre el desempeño profesional, científico y social de los egresados en su entorno profesional para contribuir a los procesos de planeación, evaluación, mejora continua de los programas académicos, el modelo educativo y el perfil del egreso y ayudar a encontrar aquellas falencias en cuanto a aptitudes, cualidades y conocimientos adquiridos.

Gracias a este mecanismo se logra entender cuál es el perfil del egresado que es atractivo para los empresarios de la actualidad, cuáles son esas aptitudes y habilidades que los hacen sobresalir ante egresados de otras universidades del país, adicionalmente como son sus resultados a los procesos de inserción y cuál es su permanencia laboral, resultados que permiten crear indicadores que reflejen la calidad académica que ofrece la institución.

A través de este proyecto se espera obtener resultados que permitan caracterizar a las compañías que requieren Ingeniero Industriales, su clasificación socioeconómica; y sus necesidades laborales.

---

<sup>6</sup>MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL. Acreditación de alta calidad garantiza a recién graduados universitarios un mayor salario y vinculación laboral. En: Centro Virtual de Noticias de la Educación [en línea]. Disponible en: <<http://www.mineducacion.gov.co/cvn/1665/w3-article-312791.html>>

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 OBJETIVO GENERAL**

Diseñar un nuevo framework para el análisis de la información generada en un proceso de seguimiento a graduados desde el punto de vista de los empleadores a nivel nacional que permita analizar el desempeño laboral de los Ingenieros Industrial de la UIS.

#### **3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Construir un estado del arte sobre el proceso de seguimiento a graduados de las IES respecto a las percepciones de los empleadores.
- Conformar un marco muestral de empleadores de Ingenieros Industriales UIS a nivel nacional.
- Comprobar la fiabilidad, validez y objetividad del instrumento de medición desarrollado por estudiantes de Ingeniería Industrial en el año 2010 durante el desarrollo de su proyecto “ Evaluación de Graduado de Ingeniería Industrial 2005-2009 de la Universidad Industrial de Santander desde la perspectiva de los Empleadores de Bucaramanga y su área metropolitana” que permite identificar la percepción que tienen los empleadores a nivel nacional de los Ingenieros Industriales de la Universidad Industrial de Santander.
- Determinar el diseño de muestreo más adecuado para el estudio del impacto a egresados.
- Utilizar herramientas de minería de datos (árboles de decisión, análisis de Clúster, discriminantes, correspondencia simple y redes bayesianas entre otras) para determinar la percepción general acerca del desempeño del Ingeniero Industrial de la Universidad Industrial de Santander y sus

competencias a nivel académico y profesional, el grado de preferencia de los empleadores e identificar las exigencias que plantea el ejercicio profesional.

- Conocer las características del mercado de trabajo al que van a acceder los titulados universitarios de Ingeniería Industrial de la Universidad Industrial de Santander.
- Evaluar el impacto laboral y la pertinencia del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad Industrial de Santander mediante el conocimiento de las trayectorias laborales de los egresados.
- Obtener los perfiles de los profesionales solicitados por las empresas y asociarlos con los programas de estudio y/o con las actividades complementarias que ofrece la universidad.

## **4. MARCO TEÓRICO**

### **4.1 ESTUDIOS DE SEGUIMIENTO A EGRESADOS DESDE LA PERSPECTIVA DE LOS EMPLEADORES**

En esta fase del proyecto se realizó una revisión bibliográfica sobre los diferentes trabajos hechos sobre seguimiento a egresados por empleadores, especificándose los objetivos de cada uno junto a la metodología propuesta. Se inició con el Observatorio Laboral para la Educación (OLE), luego se centró la atención en los estudios hechos en la Universidad Industrial de Santander y en las escuelas y/o facultades que han empezado a evaluar sus programas académicos de esta manera.

Posteriormente se indagó a nivel nacional e internacional las universidades y redes encargadas de hacer estos estudios, y se citaron sus principales logros. Además de hablar sobre los diferentes manuales desarrollados en los estudios hechos los cuales fueron registrados en este estado del arte.

El contenido de esta revisión bibliográfica se puede encontrar en el Anexo B del presente trabajo, titulado Estado del Arte.

### **4.2 MINERÍA DE DATOS**

Gracias al avance tecnológico en cuanto a computación, es posible almacenar y estudiar grandes bancos de datos y esto ha estimulado el desarrollo y la utilización del análisis estadístico multivariable en muchas disciplinas como las ciencias económicas, en ingeniería en el diseño de máquinas inteligentes de reconocimiento de formas o caracteres, en medicina para el acompañamiento en el proceso de diagnóstico, en psicología para la interpretación de resultados de las pruebas psicotécnicas y de actitud, en sociología, en ciencia política entre otras.

La idea principal del desarrollo del análisis multivariable es el estudio estadístico de varias variables medidas a una población con el objetivo de resumir el conjunto

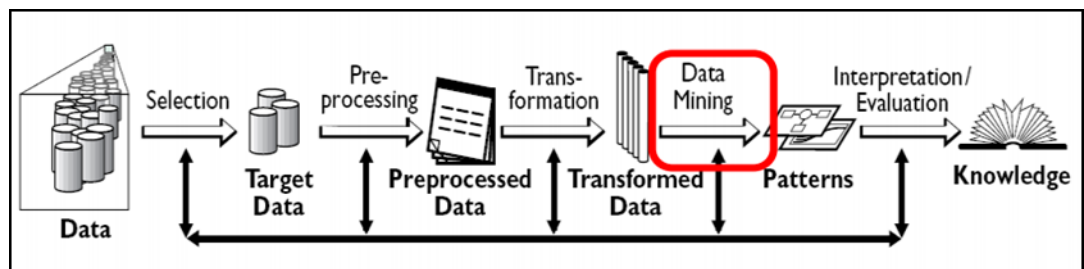
de variables existentes en una nuevas trasformaciones de variables indicadoras, realizando el mínimo de pérdida de información, encontrar grupos de datos, clasificar nuevas observaciones en grupos definidos y poder relacionar o comparar dos conjuntos de variables.

El análisis de datos puede plantearse en dos niveles diferentes el primero es si el objetivo de la investigación es realizar una exploración de los datos para obtener información a partir de un conjunto de datos a la que los autores llaman MINERÍA DE DATOS o por otro lado cuando se requiere obtener conclusiones sobre la población de la cual se obtienen los datos para lo que se construye un modelo que permita prever información futura, el cual se llama INFERENCIA.<sup>7</sup>

#### 4.2.1 La minería de datos y el proceso de descubrimiento de conocimiento

Existen términos que se utilizan indistintamente como sinónimos de la minería de datos, uno de ellos es el descubrimiento de conocimientos en bases de datos o KDD (Knowledge Discovery in Databases), a pesar de las marcadas diferencias entre los dos. El termino KDD se utiliza para denominar un proceso que involucra una serie de fases o etapas, mientras que la minería de datos es tan solo una de estas fases. (Véase Ilustración 1.)

Ilustración 1. Proceso KDD (Knowledge Discovery From Databases)

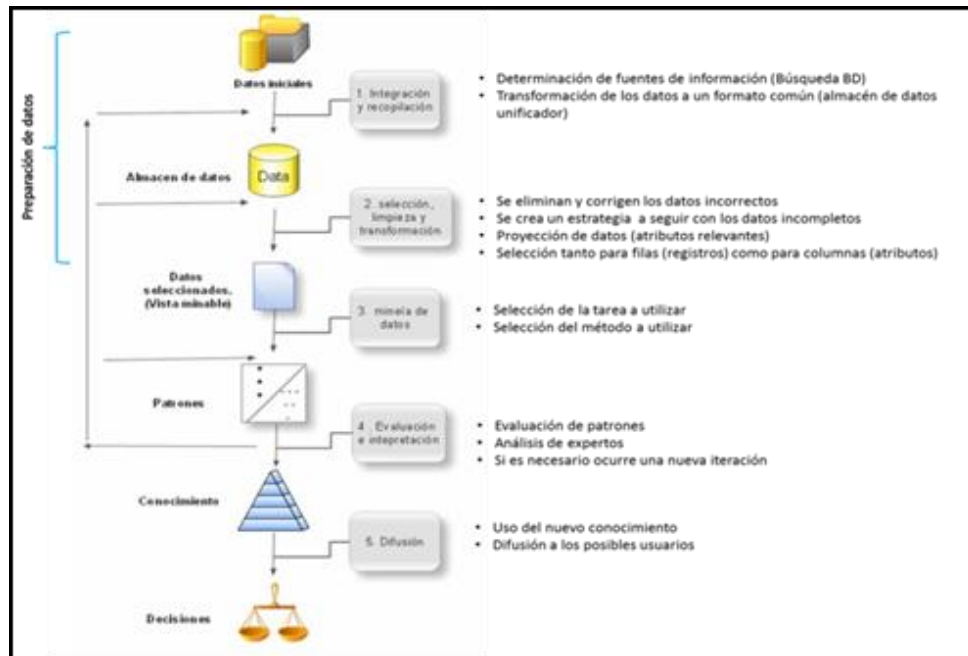


Fuente. Fayyad, U., Piatetsky-Shapiro, G., and Smyth, P. from data mining to knowledge discovery 1996.

<sup>7</sup>PEÑA Daniel, ANÁLISIS DE DATOS MULTIVARIANTES 1ª Edición Mc Graw Hill Interamericana de España 2002 p 201

El descubrimiento de conocimientos en bases de datos se define como “el proceso no trivial de identificar patrones validos novedosos potencialmente útiles y, en última instancia, comprensibles a partir de los datos”, (Fayyad et al. 1996). Esta definición llega a ser muy clara ya que menciona todas las propiedades fundamentales de la extracción del conocimiento, la primera de ellas es *la validez*, la cual se refiere a que los patrones obtenidos deben ser precisos no solo con los datos usados en su obtención sino con cualquiera; debe ser *novedoso*, refiriéndose al aporte nuevo que se le hace al usuario; *potencialmente útil* ya que la información debe conducir a tomar medidas que generen algún tipo de cambio o beneficio y por ultimo *comprensible*, debido a que los patrones obtenidos deben posibilitar la interpretación, revisión y sobretodo poder hacer uso de ellos para el proceso de toma de decisiones.

Ilustración 2. Fases del Proceso KDD (Knowledge Discovery From Databases)



Fuente. Introducción a la minería de datos. José Hernández et al, 2004, p.20

Tal como se observa en la Ilustración 2, existen cinco fases en el proceso de extracción del conocimiento, aunque frecuentemente se incluye una fase previa para evaluar las necesidades de la organización y se define el problema que se

tratará posteriormente. En la primera fase llamada *Integración y recopilación de datos* se determinan las fuentes de información que puedan ser útiles para la investigación y se busca la forma de conseguirlas de forma eficaz. Próximamente se transforman todos los datos a un lenguaje común, mediante la recopilación de la información a través de una base de datos, la cual facilita la visualización y posterior análisis. En ocasiones esta información puede contener valores erróneos o algunos faltantes, estas situaciones se tratan en la siguiente fase *Selección, limpieza y transformación*, en la que se corrigen o eliminan los datos incorrectos y se decide qué hacer con los datos incompletos. En esta fase se proyectan los datos para definir solamente los atributos o variables que serán relevantes en el estudio, esto con el fin de facilitar la siguiente fase *Minería de Datos*.

En la fase de *Minería de Datos* se decide cual tarea se realizará y se elige el método indicado para cumplir los objetivos. Luego en la fase de *Evaluación e Interpretación* se evalúan los patrones y se analiza la información por expertos, si es requerido se vuelve a las fases anteriores para una nueva iteración. Por último, en la fase de *Difusión* se hace uso del conocimiento adquirido y se comparte a todos los posibles interesados, además se utiliza este para la toma de decisiones.

#### **4.2.2 Conceptualización minería de datos**

El objetivo de la fase de Minería de Datos es producir nuevo conocimiento que sea útil para el usuario mediante la construcción de un modelo basado en los datos recopilados para el estudio respectivo. Este modelo es una descripción de las reglas y patrones que existen entre los datos y que pueden usarse para hacer predicciones, para establecer comportamientos o para analizar datos históricos.

Antes de iniciar el proceso de Minería de Datos es necesario:

- Determinar el tipo de tarea de minería adecuada para satisfacer las necesidades del proyecto.

- Elegir el tipo de modelo.
- Elegir el algoritmo de Minería que resuelva la tarea y obtenga el tipo de modelo que se está buscando.

#### 4.2.2.1 Tareas de la Minería de Datos<sup>8</sup>

Cada una de las tareas que se encuentran en esta fase del KDD puede considerarse como un tipo de problema que se debe resolver mediante un algoritmo de minería de datos. Estas tareas pueden ser predictivas tales como la clasificación y la regresión o descriptivas, como el agrupamiento, las reglas de asociación y las correlaciones.

##### Tareas Predictivas

Se trata de problemas y tareas en los que hay que predecir uno o más valores para uno o más ejemplos. Los ejemplos en la evidencia van acompañados de una salida (clase, categoría o valor numérico) o un orden entre ellos. Dependiendo de cómo sea la correspondencia entre los ejemplos y los valores de salida y la presentación de estos, es posible definir varias tareas predictivas. Los posibles elementos de entrada pertenecen a un conjunto **E** de datos. Cada instancia **e** del conjunto **E** representa un conjunto de **n** atributos (nominales o numéricos).

Las siguientes son las tareas predictivas que existen:

- *Clasificación:* Los ejemplos se presentan como un conjunto de pares de elementos de dos conjuntos, el conjunto **E** con los valores de entrada y el conjunto **S** con los valores de salida, donde los ejemplos se construyen como pares  $\langle e, s \rangle$ ,  $e \in E$ ,  $s \in S$ . El objetivo es aprender una función  $\lambda: E \rightarrow S$  denominada clasificador, que represente la correspondencia existente entre los ejemplos. La función aprendida será capaz de determinar la clase para cada nuevo ejemplo sin etiquetar.

---

<sup>8</sup> HASPERUÉ Waldo. EXTRACCIÓN DE CONOCIMIENTO EN GRANDES BASES DE DATOS UTILIZANDO ESTRATEGIAS ADAPTATIVAS, 2012. Tesis (Doctorado en Ciencias Informáticas). Universidad Nacional de la Plata.

- *Clasificación suave:* La presentación del problema es la misma que la de la clasificación, pares de conjuntos de entrada y salida. Además de la función  $\lambda: E \rightarrow S$  se aprende otra función  $\theta: E \rightarrow \mathbb{R}$  que significa el grado de certeza de predicción hecha por la función  $\lambda$ .
- *Categorización:* No se trata de aprender una función, sino una correspondencia. Además de aprender  $\lambda: E \rightarrow S$  se puede asignar varias categorías a un mismo elemento del conjunto  $E$ , a diferencia de la clasificación que solo asigna una y solo una. Dicho de otra manera, un ejemplo podría tener varias categorías asociadas.
- *Preferencias o priorización:* el aprendizaje de preferencias consiste en determinar a partir de dos o más ejemplos, un orden de preferencia. La definición formal de un ejemplo es una secuencia de  $k$  elementos de  $E$ , donde el orden de la secuencia representa la predicción. Una simplificación del problema sería obtener sólo preferencias entre dos elementos. El modelo aprendido sólo será capaz de decir cual prefiere entre dos elementos de  $E$ .
- *Regresión:* El conjunto de evidencias son correspondencias entre dos conjuntos de entrada y salida. Al igual que con la clasificación, los ejemplos van acompañados con una etiqueta. El objetivo es aprender una función que represente la correspondencia existente en los ejemplos, es decir, para cada valor de  $E$  tenemos un único valor para  $S$ . La diferencia respecto a la clasificación es que  $S$  es numérico.

### **Tareas descriptivas**

Los ejemplos se presentan como un conjunto  $E$  sin etiquetar ni ordenar de ninguna manera. El objetivo, por tanto, no es predecir nuevos datos sino describir los existentes. Lógicamente, esto se puede hacer de muchas maneras y la variedad de tareas se dispara.

- *Agrupamiento (clustering)*: el objetivo de esta tarea es obtener grupos o conjuntos entre los elementos de  $E$ , de tal manera que los elementos asignados al mismo grupo sean similares. En algunos casos se puede proporcionar el número de grupos que se desea obtener. Otras veces este número es determinado por el algoritmo de agrupamiento según la característica de los datos. La función a obtener es la misma que la de la clasificación,  $\lambda : E \rightarrow S$ , con la diferencia de que los valores de  $S$  y sus miembros se “inventan”, durante el proceso de aprendizaje. La clave en este tipo de tareas es encontrar una métrica adecuada para medir las distancias entre los datos y así formar los clústers más acordes para una solución que resulte óptima. Si bien la distancia euclídea es una de las más utilizadas, se han propuesto otras alternativas (Sun, y otros, 2011) (Davis, y otros, 2007) (Beyer, y otros, 1999) (Aggarwal, y otros, 2001).
- *Correlaciones y factorizaciones*: el objetivo de esta tarea es la de ver la relevancia de los atributos, detectar aquellos redundantes o dependencias entre ellos. Los estudios correlacionales y factoriales se centran exclusivamente en los atributos numéricos. El objetivo es ver si dos ejemplos del conjunto  $E$  están correlacionados linealmente o relacionados de algún otro modo.
- *Reglas de asociación*: el objetivo, en cierto modo, es similar a los estudios correlacionales y factoriales, pero para los atributos nominales muy frecuentes en las bases de datos. Dados dos ejemplos del conjunto  $E$  una regla de asociación se define generalmente de la forma “si  $A_1=V_1$  y  $A_2=V_2$  y ... y  $A_k=V_k$  entonces  $A_r=V_r$  y  $A_s=V_s$  y ... y  $A_z=V_z$ ” donde todos los atributos son nominales y las igualdades se definen utilizando algún valor de los posibles para cada atributo.

### 4.3 TÉCNICAS DE MINERÍA DE DATOS

La minería de datos, es un campo multidisciplinar que guarda relación con muchas otras disciplinas; entre las más influyentes se encuentran las bases de datos, la recuperación de información, la estadística, el aprendizaje automático, los sistemas para la toma de decisión, la visualización de datos y la computación paralela y distribuida. Por esta razón existen diferentes paradigmas detrás de las técnicas utilizadas para esta fase: técnicas de inferencia estadística, árboles de decisión, redes neuronales, inducción de reglas, aprendizaje basado en instancias, algoritmos genéticos, aprendizaje bayesiano, entre otros. Cada uno de estos incluye diferentes algoritmos y variaciones de los mismos, así como otro tipo de reglas que hacen que la efectividad de este se aplique a ciertas tareas.

A continuación se hace énfasis en los algoritmos que se utilizaran en el proyecto de Seguimiento a graduados para el análisis de la información.

#### 4.3.1 Redes Bayesianas

Las redes Bayesianas son modelos gráficos probabilísticos utilizados en la toma de decisiones (Castillo et al 1998, Neapolitan 2004, Korb y Nicholson 2004, Jensen 2001, 1996). Se componen de dos partes<sup>9</sup>:

- La parte cualitativa, es una estructura gráfica que describe las posibles entidades (variables) y dependencias entre ellas.
- La parte cuantitativa está compuesta por probabilidades condicionadas que representan la incertidumbre del problema.

Una red bayesiana es un grafo acíclico dirigido en el que los nodos representan variables aleatorias que pueden ser continuas o discretas<sup>10</sup>.

Los estados que puede tener una variable deben cumplir con dos propiedades, primero deben ser mutuamente excluyentes, es decir, un nodo sólo puede

---

<sup>9</sup>Rodríguez, Daniel<sup>1</sup>. Dolado, Javier<sup>2</sup>. Redes Bayesianas en la Ingeniería del Software. Universidad de Alcalá<sup>1</sup>, Universidad del País Vasco<sup>2</sup>. España.

<sup>10</sup> FELGAER, Pablo. Optimización de redes bayesianas basado en técnicas de aprendizaje por inducción. Buenos Aires, 2005, 145 p. Tesis (Maestría en Ingeniería Informática). Universidad de Buenos Aires. Facultad de Ingeniería.

encontrarse en uno de sus estados en un momento dado, y segundo, ser un conjunto exhaustivo, es decir, un nodo no puede tener ningún valor fuera de ese conjunto.

## TERMINOLOGÍA REDES BAYESIANAS

**Nodo:** Un nodo  $X$  es una variable aleatoria que puede tener varios estados  $x_i$ . La probabilidad de que el nodo  $X$  este en el estado  $x$  se denotará como:

$$P(x) = P(X = x)$$

**Arco:** Es la unión entre dos nodos y representa la dependencia entre dos variables del modelo. Un arco queda definido por un par ordenado de nodos  $(X, Y)$

**Padre:** El nodo  $X$  es un padre del nodo  $Y$ , si existe un arco  $(X, Y)$  entre los dos nodos.

**Hijo:** El nodo  $Y$  es un hijo del nodo  $X$ , si existe un arco  $(X, Y)$  entre los dos nodos.

**Probabilidad conjunta:** Dado un conjunto de variables  $\{X, Y, K, Z\}$ , la probabilidad conjunta específica la probabilidad de cada combinación posible de estados de cada variable  $P(x_i, y_j, z_k)$  para todo  $i, j, k$ ; de manera que se cumple que:

$$\sum_{i,j,\dots,k} P(x_i, y_j, \dots, z_k) = 1$$

**Probabilidad condicional:** Dadas dos variables  $X$  e  $Y$ , la probabilidad de que ocurra  $y_j$  dado que ocurrió el evento  $x_i$  es la probabilidad condicional de  $Y$  dado  $X$  y se denota como  $P(y_j / x_i)$ .

La probabilidad condicional por definición es:

$$P(y_j | x_i) = \frac{P(y_j, x_i)}{P(x_i)}, \text{ dado } P(x_i) > 0$$

Análogamente, si se intercambia el orden de las variables:

$$P(x_i | y_j) = \frac{P(y_j, x_i)}{P(y_j)}$$

A partir de las dos fórmulas anteriores se obtiene:

$$P(y_j | x_i) = \frac{P(y_j)P(x_i | y_j)}{P(x_i)}$$

Esta expresión se conoce como el Teorema de Bayes que en su forma más general es:

$$P(y_j | x_i) = \frac{P(y_j)P(x_i | y_j)}{\sum_j P(x_i | y_j)P(y_j)}$$

Al denominador se lo conoce como el Teorema de la Probabilidad Total.

En las redes bayesianas el conjunto de valores que componen la probabilidad condicional de un hijo dados sus padres, se representa en las llamadas tablas de probabilidad condicional.

**Observación:** Es la determinación del estado de un nodo ( $X = x$ ) a partir de un dato obtenido en el exterior del modelo.

**Evidencia:** Es el conjunto de observaciones  $e = \{X = x, Y = y, \dots, Z = z\}$  en un momento dado.

**Probabilidad a priori:** Es la probabilidad de una variable en ausencia de evidencia.

**Probabilidad a posteriori:** Es la probabilidad de una variable condicionada a la existencia de una determinada evidencia; la probabilidad a posteriori de  $X$  cuando se dispone de la evidencia  $e$  se calcula como  $P(X | e)$ .

## REPRESENTACIÓN DEL CONOCIMIENTO

Una red bayesiana representa relaciones causales en el dominio del conocimiento a través de una estructura gráfica y las tablas de probabilidad condicional entre los nodos, por lo tanto el conocimiento que representa la red está compuesto por los siguientes elementos:

- 1) Un conjunto de nodos  $\{X_i\}$  que representan cada una de las variables del modelo.
- 2) Un conjunto de enlaces o arcos  $(X_i, X_j)$  entre aquellos nodos que tienen una relación causal.

- 3) Una tabla de probabilidad condicional asociada a cada nodo  $X_i$  indicando la probabilidad de sus estados para cada combinación del de sus padres. Si un nodo no tiene padres se indican sus probabilidades a priori.

## **ESTRUCTURA DE LAS REDES BAYESIANAS**

La estructura de una red bayesiana se puede determinar de la siguiente manera:

1. Se asigna un vértice o nodo a cada variable ( $X_i$ ) y se indica de qué otros vértices es una causa directa; a ese conjunto de vértices “causa del nodo  $X_i$ ” se lo denota como el conjunto  $\pi_{X_i}$  y se lo llamará “padres de  $X_i$ ”.
2. Se une cada padre con sus hijos con flechas que parten de los padres y llegan a los hijos.
3. A cada variable  $X_i$  se le asigna una matriz  $P(X_i|P_{ai})$  que estima la probabilidad condicional de un evento  $X_i = x_i$  dada una combinación de valores de los  $P_{ai}$ .

Una vez que se ha diseñado la estructura de la red y se han especificado todas las tablas de probabilidad condicional, se está en condiciones de conocer la probabilidad de una determinada variable dependiendo del estado de cualquier combinación del resto de variables de la red; para ello se debe calcular la probabilidad a posteriori de cada variable condicionada a la evidencia; estas probabilidades a posteriori se podrán obtener de forma inmediata a partir de la probabilidad conjunta de todas las variables  $P(x_1, x_2, \dots, x_i)$ .

### **4.3.2 Árbol de Decisiones**

Un árbol de decisión es una forma gráfica y analítica de representar todos los eventos (sucesos) que pueden surgir a partir de una decisión asumida en cierto momento. Se utiliza como clasificador para determinar una acción apropiada (de entre un conjunto predeterminado de acciones) para una situación determinada. Un árbol de decisión ayuda a identificar correctamente los factores que se deben

considerar y como cada uno de estos factores se ha asociado históricamente a los resultados de la decisión. La visión esquemática de este método lo hace uno de los métodos más sencillos de interpretar y asimilar la información que contienen. Se denomina árbol de decisión debido a que el resultado del modelo está representado en forma de árbol<sup>11</sup>.

Los árboles de decisión son una técnica estadística para la segmentación, la estratificación, la predicción, la reducción de datos y el filtrado de variables, la identificación de interacciones, la fusión de categorías y la discretización de variables continuas.

Siendo un método de los clasificados como métodos de aprendizaje supervisados, deben ser entrenados con información que contenga un histórico de los propios datos y los resultados que han sido consecuencia de dichos datos para poder utilizarse con el fin de crear predicciones.

Usos generales del análisis de árboles de decisión<sup>12</sup>.

Los árboles de decisión son una técnica de minería de datos que prepara, sondea y explora los datos para sacar la información oculta en ellos.

Los árboles de decisión crean un modelo de clasificación basado en diagramas de flujo. Clasifican casos en grupos o pronostican valores de una variable dependiente (criterio) basada en valores de variables independientes (predictoras).

Las ventajas de un árbol de decisión son (Pérez, 2011):

- Facilita la interpretación de la decisión adoptada.
- Facilita la comprensión del conocimiento utilizado en la toma de decisiones.
- Explica el comportamiento respecto a una determinada decisión.

---

<sup>11</sup>CALLEJA GÓMEZ, Agustín José. Minería de datos con weka para la predicción del precio de automóviles de segunda mano. España, 2010, 95 h. Proyecto fin de carrera (ingeniería informática). Universidad Politécnica De Valencia. Escuela Técnica Superior De Informática Aplicada.

<sup>12</sup>. BERLANGA SILVENTE Vanesa, RUBIO HURTADO María José, VILÀ BAÑOS Ruth. Cómo aplicar árboles de decisión en SPSS. Universitat de Barcelona. España, 2013.

- Reduce el número de variables independientes.

La terminología asociada a la técnica de los árboles de decisión recurre a una terminología específica, por lo que consideramos interesante, antes de seguir adelante, clarificarla.

- **Nodo de decisión:** Nodo que indica que una decisión necesita tomarse en ese punto del proceso. Está representado por un cuadrado.
- **Nodo de probabilidad:** Nodo que indica que en ese punto del proceso ocurre un evento aleatorio. Probabilidades de que ocurran los eventos posibles como resultado de las decisiones. Está representado por un círculo.
- **Nodo terminal:** Nodo en el que todos los casos tienen el mismo valor para la variable dependiente. Es un nodo homogéneo que no requiere ninguna división adicional, ya que es “puro”.
- **Rama:** Muestra los distintos caminos que se pueden emprender cuando se toma una decisión o bien ocurre algún evento aleatorio. Resultados de las posibles interacciones entre las alternativas de decisión y los eventos.

### **4.3.3 Análisis de Clúster (Clustering)<sup>13</sup>**

El análisis de clúster es un conjunto de técnicas multivariantes que buscan agrupar los elementos de una población teniendo en cuenta sus principales características, de tal forma que los elementos de un grupo son similares en algún criterio establecido, además deben mostrar alto grado de diferenciación de los demás grupos en ese criterio escogido.

El análisis de clúster también se ha denominado como análisis de Q, construcción de tipología, análisis de clasificación y taxonomía numérica.

---

<sup>13</sup>HAIR Joseph, ANDERSON Rolph, TATHAM Ronald, BLACK William ANÁLISIS MULTIVARIANTE 5 Edición PRENTICE-HALL 2007 p 492

El análisis de clúster es muy útil para desarrollar hipótesis concernientes a la naturaleza de los datos y para examinar las hipótesis previamente establecidas en el proyecto.

## **FORMACIÓN DE GRUPOS O CONGLOMERADOS**

Existen dos tipos básicos de búsqueda de agrupamientos y se distinguen por su naturaleza jerárquica o no jerárquica.

### **Métodos de agrupación no jerárquica**

En los clúster no jerárquicos los datos se dividen en  $n$  particiones y cada una de estas representa un conglomerado, en estos métodos el número de clúster se debe conocer con anterioridad. La mayoría de los algoritmos no jerárquicos se diferencian entre ellos por el procedimiento para obtener los centroides y el procedimiento que se usa para reasignar las observaciones. Básicamente los pasos que se siguen para esta agrupación son:

- a. Seleccionar  $n$  centroides iniciales uno para cada clúster.
- b. Asignar cada observación al clúster más cercano.
- c. Reasignar la observación de acuerdo a un criterio de parada.
  - Recalcular los centroides después de haber asignado todas las observaciones a sus clúster más cercanos, si el cambio producido en los centroides es mayor que el criterio de convergencia se debe repetir el proceso hasta obtener un valor de centroide menor que el criterio preestablecido.
  - Cada vez que una observación es asignada a un clúster, se calcula el centroide del que entra y del que sale, y la reasignación continua hasta encontrar los valores de los centroides que sean menores al criterio de parada.

## Métodos de agrupación jerárquica

En este caso la agrupación se lleva a cabo mediante un proceso con varias fases de agrupación sucesivas, no se requiere conocer con anterioridad la cantidad de clúster puesto que el programa se encarga de conglomerar los casos, el resultado final será una jerarquía completa donde cada clúster se une o se separa en una determinada fase.

Existen dos tipos de agrupaciones jerárquicas:

- ✓ Método jerárquico aglomerativo: Un clúster jerárquico aglomerativo produce una serie de particiones en los datos  $P_n, P_{n-1}, P_{n-2} \dots P_1$ . El primer clúster consiste en  $n$  clúster de 1 individuo cada uno y el último consiste en único grupo que contiene los  $n$  individuos

Existen diferentes métodos, los cuales se diferencian en la forma de definir la distancia entre una observación y un grupo que contenga varias observaciones o entre dos grupos de observaciones.

Los distintos métodos son:

- a) Distancia mínima (single linkage): los grupos se unen considerando la menor de las distancias existentes entre los miembros más cercanos de distintos grupos, este método tiene la ventaja que crea grupos más homogéneos pero permite cadenas de alineamiento entre observaciones muy lejanas.
- b) Distancia máxima (complete linkage): Los grupos se unen teniendo en cuenta la menor de las distancias existentes entre los miembros más lejanos, se crean distintos grupos lo que permite eliminar esas alineaciones con observaciones lejanas pero los grupos creados son algo heterogéneos.
- c) Método de la media: Se entiende que la distancia entre dos grupos es la media de todas las distancias entre todos los pares de individuos de los dos grupos.

Este es uno de los más utilizados ya que se considera que no hace variar mucho la métrica inicial de los datos.

- d) Método del centroide: Utiliza como distancia entre grupos la distancia entre los centroides de cada grupo. Tiene como desventaja que tiende a dejarse influir excesivamente por los grupos de mayor tamaño.
- e) Método de Warm: Este método no calcula distancias entre clúster, sino que forma clúster de forma que se maximice la homogeneidad intra grupos. Los clúster que se forman en un paso son los que minimizan la suma de los cuadrados de los errores.

#### **4.3.4 Análisis de Discriminante<sup>14</sup>**

El análisis discriminante es una técnica de análisis multivariado que tiene dos finalidades:

- Es de carácter clasificatoria. Es decir que con el uso de una variable dependiente (discriminada) y una o más variables independientes (predictoras), se logra clasificar los individuos en alguno de los grupos establecidos por la primera.  
Se diferencia del análisis de clúster en que el conocimiento de los grupos es a priori (antes de realizar el análisis, los grupos ya están constituidos y debidamente especificados y el objetivo es asignar los individuos a cada uno e identificar cuáles son las variables que mejor discriminan y caracterizan a los grupos).
- Es de carácter predictiva. El análisis discriminante ofrece procedimientos de clasificación sistemática de nuevas observaciones que se puedan presentar en alguno de los grupos estudiados. A través de las puntuaciones discriminantes se puede estimar la probabilidad de la pertenencia de cada individuo a un grupo.

---

<sup>14</sup>DALLAS Johnson, Métodos Multivariados Aplicados al Análisis de Datos Editorial Thomson Paraninfo, S.A. 2000

El análisis discriminante tiene sus orígenes en las formulaciones del cálculo de distancias entre grupos, por Karl Pearson (1920), quien propuso el término de “coeficiente de parecido racial” y luego por Mahalanobis (1930), cuyo nombre ha mantenido la medida de distancia entre grupos y R.A. Fisher (1936) el cual introduce el término discriminación y da forma a la idea de combinación lineal de variables independientes para la discriminación de grupos.

El análisis discriminante puede ser usado para:

- ✓ Determinar si existen diferencias de significancia entre los “tipos” de un conjunto de variables de dos o más grupos definidos con anterioridad (a priori).
- ✓ Seleccionar las variables de predicción que contribuyen en mayor medida a explicar las diferencias entre los grupos.
- ✓ Establecer un procedimiento para clasificar a un individuo a partir de los valores de un conjunto de variables independientes.

Tras su aplicación se logrará:

- Evaluar la exactitud de la clasificación en una tabla en la que se compara la pertenencia real de los individuos a un grupo con el pronóstico de pertenencia.
- Identificar qué variables independientes tienen mayor poder de discriminación y de predicción en la clasificación de sujetos.
- Obtener una ecuación denominada ‘función discriminante’ que exprese la combinación lineal de las variables predictivas (denominadas variables canónicas) y permita construir una regla de decisión que asigne un objeto nuevo a uno de los grupos prefijados con un cierto grado de riesgo.

Es importante tener claro que algunos supuestos para aplicación de esta prueba como que la variable dependiente debe ser cualitativa es decir nominal u ordinal y las variables independientes deben ser variables cuantitativas.

En el análisis discriminante el proceso de selección de las variables que son efectivamente discriminatorias se realiza con un proceso llamado paso a paso. Con esta metodología se obtienen aquellas variables que más separan a los

grupos, escogiéndolas a través de un criterio de entrada y se eliminan aquellas que definitivamente no aportan a través de un criterio de salida.

El proceso inicia seleccionando aquella variable que más separa a los grupos y finaliza cuando ya no existan variables que cumplan el criterio de entrada, no hay variables para verificar el criterio de salida o se hayan cumplido en número máximo de pasos preestablecidos.

- i. Criterio Lambda de Wilks: es un estadístico que mide las desviaciones que se producen dentro de cada grupo y lo compara con las que se sufren dentro de la muestra total. Si este valor es pequeño (cercano a 0) se puede concluir que existe gran variabilidad debida a la diferencia entre grupos, si por el contrario es cercano a 1 quiere decir que la variable analizada carece de valor de discriminación. Se establece a su vez una hipótesis nula de que los centros de los grupos son iguales y que no existen diferencias entre los grupos. Si el P valor asociado al Lamba de Wilks es inferior al nivel de significación (0,05) se puede rechazar la hipótesis de igualdad de los grupos.
- ii. Estadístico de verificación F de entrada: busca conocer la afectación de la variable dependiente dentro del grupo de las variables y específicamente al criterio de Lamba de Wilks. Si al introducir la variable candidata se produce un descenso en el estadístico de Wilks se puede concluir que la variable es adecuada. Si la F de entrada asociada es mayor que el valor crítico (3,84) se seleccionará.
- iii. Estadístico F de salida: este estadístico eliminará definitivamente aquellas variables que provoquen la mínima reducción en el valor Lambda de Wilks en el momento de su exclusión. Si la F de salida es menor que el valor crítico (2,71) la variable será eliminada.

Seguidamente se obtendrán las funciones discriminante que podrá ser utilizada para clasificar nuevos individuos, las cuales deben tener una significación

estadística, Si el P valor del estadístico es inferior al nivel de significación (0,05) se rechaza la hipótesis de igualdad entre los grupos, pudiendo concluir que la información aportada por las respectivas funciones discriminantes es, desde un punto de vista estadístico, significativa.

Finalmente, Para poder asignar un sujeto a un grupo u otro se debe diseñar una regla de decisión. Una vez aplicada se hará una valoración en porcentaje de aciertos en el pronóstico de clasificación de los sujetos y se obtendrá una tabla resumen de clasificación.

#### **4.3.5 Análisis de Correspondencia Simple**

Un análisis de correspondencia simple se utiliza para evaluar las relaciones existentes entre variables, se llama así cuando los datos que se van a analizar se encuentran en forma de tablas de contingencia; es decir una tabulación cruzada de variables categóricas.

Para el análisis de la tabla de contingencia inicialmente se realiza comparando entre filas y entre columnas. Se construyen dos tablas, una de perfiles de filas y otra de perfiles de columna las cuales se obtienen de dividir cada valor por sus valores totales correspondientes.

Cada perfil se representa gráficamente y permitirá observar las de mayor frecuencia y compararlos con los datos marginales.

En el análisis de correspondencia simple (ACS) se desea obtener como resultado una representación más propicia para observar al mismo tiempo los perfiles entre las filas y columnas, lo que da como resultado la tabla de contingencia y a partir de ellas se grafican las nubes de perfiles de las filas y la nube de perfiles de las columnas.

Después de tener la tabla de contingencia se transforman los datos cualitativos a forma cuantitativa y se reducen dimensionalmente, además de esto se crea un mapa perceptual. Gracias a este método se puede conseguir las características

distintivas de los grupos y la proximidad que existe entre cada uno de los datos observados.

El análisis de correspondencia simple reduce los datos que fueron analizados en dos o tres dimensiones y donde se ubican las categorías de las variables analizadas, además permite analizar datos no métricos y relaciones no lineales con datos cuantitativos

#### **4.3.6 Análisis Factorial**

El análisis factorial es un nombre genérico que se da a una clase de métodos estadísticos multivariantes cuyo propósito principal es analizar la estructura de las interrelaciones entre un gran número de variables, con la definición de una serie de dimensiones subyacentes comunes, conocidas como factores.

En el análisis factorial, los valores teóricos (los factores) se forman para maximizar su explicación de la serie de variables enteras, y no para predecir una variable dependiente. Por el contrario, se puede considerar cada factor como una variable dependiente que es función de un conjunto entero de las variables observadas.

### **PROCESO DE DESCRIPCIÓN DEL ANÁLISIS FACTORIAL**

#### **Primer paso: objetivos del análisis factorial**

El punto de comienzo en el análisis factorial es el problema objeto de la investigación. Esta técnica puede satisfacer cualquiera de estos dos objetivos:

1. La identificación de estructuras mediante el resumen de datos.
2. La reducción de datos.

## **Segundo paso: El diseño de un análisis factorial**

El diseño de un análisis factorial implica tres decisiones básicas: 1. El cálculo de los datos de entrada para alcanzar los objetivos específicos de la agrupación de variables o encuestados, 2. El diseño del estudio en términos del número de variables, las propiedades de medición de las variables y los tipos de las variables permisibles; y 3. El tamaño de muestra necesario, tanto en términos absolutos como para la función del número de variables en el análisis.

## **Tercer paso: Supuestos en el análisis factorial**

Desde el punto de vista estadístico, se pueden obviar los supuestos de normalidad, homocedasticidad y linealidad siendo conscientes de que su incumplimiento produce una disminución en las correlaciones observadas.

## **Cuarto paso: La estimación de los factores y la valoración del ajuste general.**

En este paso el investigador aplicará el análisis factorial que identifique la estructura subyacente de las relaciones. Primero deberá tomar decisiones respecto a la forma de extracción de los factores y sobre el número de factores seleccionados para representar la estructura subyacente en los datos.

## **Quinto paso: Interpretación de los factores**

Para interpretar los factores y seleccionar la solución factorial definitiva se deben seguir tres pasos:

Se calcula la matriz inicial de factores no rotados para que de una indicación preliminar acerca del número de factores a extraer. La solución factorial no rotada puede no suministrar un patrón significativo de cargas de las variables. Por tanto,

el segundo paso hace uso de un método de rotación para lograr soluciones factoriales más simples y teóricamente más significativas.

### **Sexto paso: Validación del análisis factorial**

Comprende la evaluación del grado de generabilidad de los resultados para la población y la influencia potencial de causas o individuos sobre los resultados globales.

### **Séptimo paso: Usos adicionales de los resultados del análisis factorial**

El investigador tiene la posibilidad no solo de resumir datos sino también de reducir datos. El análisis de factores podría servir de ayuda para reducir el número de variables, o para seleccionar un conjunto de variables suplentes, una por factor, o creando nuevas variables compuestas para cada factor.

## **4.4 PERFIL DE EGRESADO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

### **ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES<sup>15</sup>**

La Escuela de Estudios Industriales y Empresariales de la Universidad Industrial de Santander nació con el nombre de Facultad de Ingeniería Industrial de la idea del doctor Guillermo Camacho Caro en 1957 y en el año de 1961 se gradúa la primera promoción quienes orientaron su proyecto de grado a la aplicación práctica en la Industria Santandereana.

### **MISIÓN**

La Escuela de Estudios Industriales y Empresariales, orientada por la Misión de la Universidad Industrial de Santander, es una organización académica adscrita a la

---

<sup>15</sup>ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES consultado en la página web <carpintero.uis.edu.co>

Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas que tiene como propósitos fundamentales la docencia, investigación y extensión, para la formación integral de personas profesionales a nivel de pregrado y posgrado, capaces de diseñar, emprender, dirigir, gestionar y mejorar sistemas generadores de bienes y servicios; contribuyendo con el desarrollo tecnológico y empresarial de la sociedad.

Su accionar se fundamenta en el conocimiento científico, la calidad, el aporte social, la transparencia de sus procesos y el respeto del ser humano y su entorno.

## **VISIÓN**

La Escuela de Estudios Industriales y Empresariales de la Universidad Industrial de Santander, será un actor con perspectiva y reconocimiento nacional e internacional que forma integralmente y con alta calidad profesional y ética a sus egresados a nivel de pregrado, posgrado y educación continua. Asimismo, a través de la investigación será partícipe de aportes a la ciencia, tecnología, al crecimiento y desarrollo de las unidades productivas de la región y del país.

## **VALORES**

Se promueve en los estudiantes de Ingeniería Industrial de la Universidad Industrial de Santander valores tales como:

- ✓ Tolerancia: Capacidad de interactuar con grupos interdisciplinarios, con gente de otros intereses y otras culturas.
- ✓ Autoestima: Capacidad de actuar con independencia moral e intelectual.
- ✓ Liderazgo: Capacidad de convencer y concretar proyectos que conduzcan al mejoramiento de la calidad de vida.
- ✓ Honestidad: Coherencia entre el hacer decir y pensar en sus actuaciones profesionales y personales.
- ✓ Compromiso Social: Protagonista activo del desarrollo nacional a través del uso óptimo de sus potencialidades profesionales y el cultivo de valores éticos.

## **OBJETO SOCIAL**

El programa de Ingeniería Industrial de la Universidad Industrial de Santander, pionera en Colombia, forma profesionales integrales capaces de diseñar, emprender, dirigir y mejorar sistemas generadores de bienes y servicios, para incrementar la productividad y mejorar la posición competitiva de las organizaciones, basados en el entendimiento y respeto del ser humano y su entorno.

## **PERFIL DEL EGRESADO<sup>16</sup>**

El Ingeniero Industrial de la Universidad Industrial de Santander es:

- ✓ Un líder comprometido con el desarrollo humano, social, económico y sostenible de su entorno.
- ✓ Un estratega que vislumbra y evalúa diversas alternativas en pro de mejorar la posición competitiva de las organizaciones.
- ✓ Un creador y emprendedor de proyectos útiles e innovadores.
- ✓ Un motivador, consejero y orientador del talento humano de la empresa.
- ✓ Un profesional idóneo para diseñar, dirigir, transformar y mejorar los procesos.
- ✓ Un trabajador proactivo y entusiasta en equipos interdisciplinarios.
- ✓ Un ser humano que busca permanentemente su superación personal y el desarrollo pleno de sus potencialidades.

---

<sup>16</sup>UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER Tomado del Portal Institucional <[www.uis.edu.co](http://www.uis.edu.co)>

## 5. FRAMEWORK

Un framework (marco de trabajo) define, en términos generales, un conjunto estandarizado de conceptos, prácticas y criterios para enfocar un tipo de problemática particular que sirve como referencia, para enfrentar y resolver nuevos problemas de índole similar.

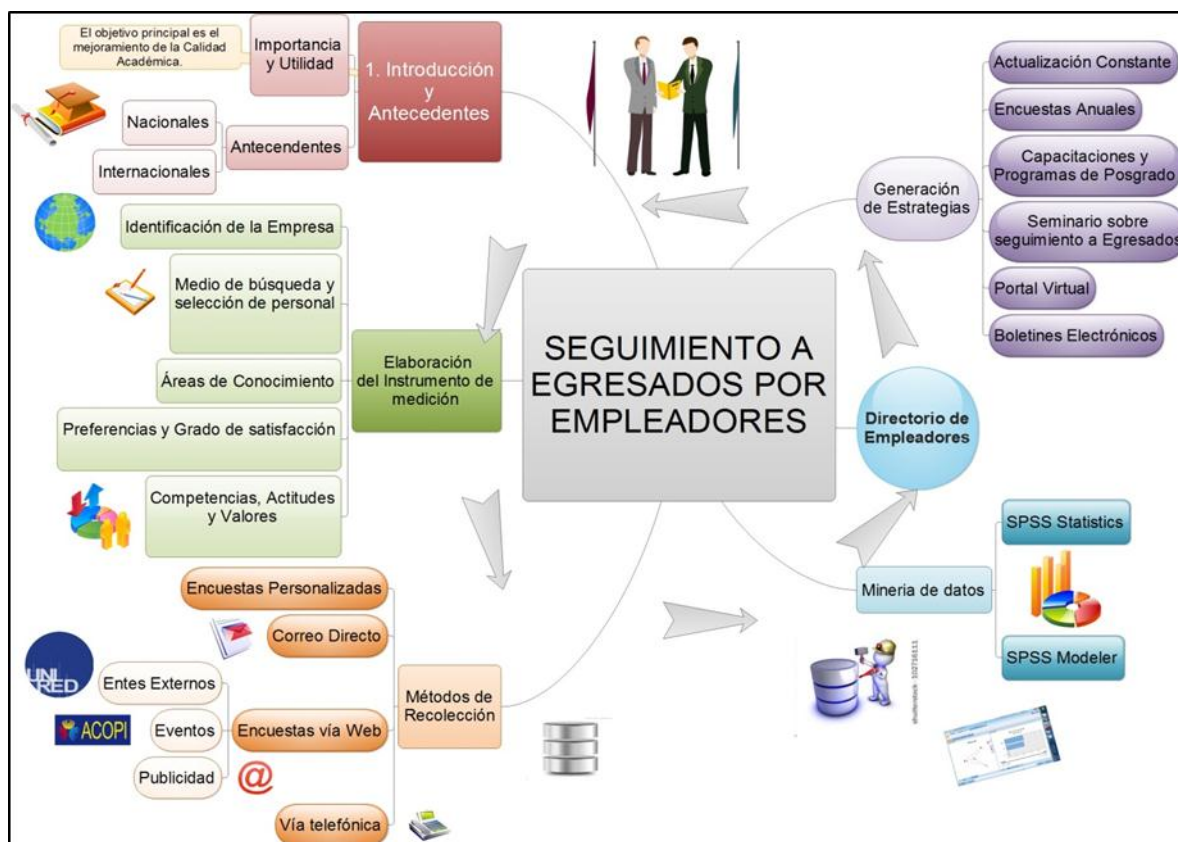
Este framework fue diseñado para articular las metodologías, buenas prácticas, estrategias, acciones de mejora y conceptos que se deben tener en cuenta a la hora de desarrollar un proyecto de seguimiento a egresados desde el punto de vista de los empleadores. Este documento podrá ser utilizado por cualquier unidad académica de cualquier Institución de Educación Superior con el fin de establecer un criterio propio para llevar a cabo este tipo de proyectos. No es una taxonomía, un modelo o una teoría, debe ser usado en conjunto con el conocimiento y la experiencia con la que cuente la institución.

En el documento framework se presenta de manera secuencial la forma más adecuada de abordar el análisis de pertinencia de los diferentes programas académicos en las universidades.

A continuación se hará una breve descripción del contenido de las secciones planteadas con la Ilustración 3 que muestra su desarrollo y el documento completo se encuentra en el ANEXO P.

*Introducción y Antecedentes*, en esta sección se conceptualizará y se involucrará al lector con los diferentes estudios de opinión a empleadores realizados en Colombia y en el exterior, además se analizará la importancia y utilidad que ofrecen para el apoyo a diversos grupos de interés como las instituciones educativas, los profesionales y el sector productivo; por último se definirán los principales objetivos presentados en el proyecto desarrollado.

Ilustración 3. Diseño del Framework



Fuente. Autores

- ❖ *Módulo 1. Elaboración del instrumento de medición*, etapa del proyecto donde se considera la construcción del instrumento de medición, se registran cuales son sus componentes principales y el objetivo de cada uno de ellos.
- ❖ *Módulo 2. Recolección de datos*, esta sección describe la parte de mayor esfuerzo dentro de los estudios de seguimiento a egresados, que incluye actividades como el entrenamiento del equipo de investigación, la elaboración cronogramas, la identificación de la población objetivo, la elaboración del directorio de empleadores, así como otras labores tales como las estrategias de contacto y el trabajo de campo subsecuente para poder tener la mayor

cobertura posible y permitir tener mayor grado de significancia en la investigación.

- ❖ *Módulo 3. Análisis de los datos y elaboración del informe*, en esta sección se describe la metodología utilizada para analizar los datos obtenidos, la forma de procesamiento de la información y la interpretación de los resultados. Para el análisis de la información se utilizan técnicas estadísticas de minería de datos, las cuales son detalladas a medida que se presentan los resultados.
- ❖ *Módulo 4. Estrategias*: finalmente se obtienen las estrategias que se deben desarrollar para convertir este proyecto en un proceso continuo y que proporcione información efectiva y productiva que apunte al objetivo de mejorar la calidad académica del programa.

## **6. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN**

Luego de la identificación de los parámetros y características utilizadas en los proyectos estudiados, se seleccionaron algunos elementos que se consideran importantes y aptos para el desarrollo de esta investigación, y se tomaron como referencia para elaborar el diseño de la investigación.

### **6.1 TIPO DE ESTUDIO**

La razón principal para el desarrollo de este proyecto es el mejoramiento de la calidad educativa en la formación de Ingenieros Industriales. La fuente principal de información es el empleador. El objeto de este estudio son las características relacionadas con el desempeño laboral del Ingeniero Industrial. Se definió un periodo total de 45 días para la recolección de la información teniendo en cuenta que se planea enfatizar en el desarrollo de las encuestas de manera electrónica.

El análisis de datos se llevó a cabo a través de técnicas de minería de datos con el fin de obtener información acerca de los perfiles profesionales, como redes bayesianas, análisis de clúster, árboles de decisión, análisis de correspondencia simple y análisis discriminante las cuales permiten realizar la clasificación de los empleadores, la obtención de relaciones entre las variables y la construcción de grupos con comportamiento homogéneo.

En el caso de las redes bayesianas se construyeron desde redes sencillas que buscaban comprobar algunas dependencias/independencias entre variables específicas hasta redes complejas que buscaban la obtención de nueva información para optimizar la toma de decisiones.

En cuanto a los árboles de decisión (CART), éstos permitieron re-clasificar tanto a los empleadores como a los egresados a través de diferentes criterios.

Se utilizó un diseño de investigación transversal donde el instrumento de recolección de información se aplicó durante un solo momento temporal a la muestra de empleadores de Ingenieros Industriales de la Universidad Industrial de Santander, con el interés de conocer la percepción de estos sobre el desempeño del graduado en el momento actual.

Para algunas de las técnicas la herramienta utilizada fue SPSS Statistics y otras como Redes Bayesianas y Análisis Discriminante requirieron el uso de SPSS Modeler, el cual ha permitido la optimización del tiempo para el procesamiento de los datos y la obtención de nueva información.

## **6.2 FUENTES DE INFORMACIÓN**

Durante el desarrollo de este estudio se utilizaron fuentes primarias como son las opiniones de los empleadores tomadas a través del instrumento de medición y otras fuentes secundarias donde se incluyen las bases de datos y la documentación pertinente al tipo de estudio.

Las fuentes primarias de información son:

- Encuestas realizadas a los egresados de Ingeniería Industrial a través de Alianza Industrial y ASEDUIS (Asociación a Egresados UIS) para conocer su lugar de trabajo actual y la información de contacto de su jefe inmediato, lo cual permitió obtener información actualizada y de primera mano.
- Cuestionarios aplicados a empleadores del graduado de Ingeniería Industrial de la Universidad Industrial de Santander, que componen la muestra definida para este estudio (Ver Anexo C).

Dentro de las fuentes secundarias de información se encuentran:

- Trabajos de grado y publicaciones nacionales e internacionales afines a la temática del proyecto que sirven como fundamentos teóricos y referencia en la elaboración del mismo.
- Base de datos de empresas de la ciudad de Bucaramanga, que contiene: nombre, teléfono y dirección, correo electrónico y actividad de la empresa (Ver Anexo A).

## **7. DISEÑO DE MUESTREO**

La selección de la población a encuestar se realizó a través de un procedimiento no probabilístico, ya que el muestreo empleado fue a conveniencia, el criterio utilizado fue que la empresa o institución tuviera contratados en el momento de aplicación de la encuesta, a egresados de Ingeniería Industrial de la Universidad Industrial de Santander.

Inicialmente no se tenía conocimiento del lugar de trabajo de los empleadores de Ingenieros Industriales de la Universidad Industrial de Santander, por esto un censo no fue viable.

Aplicar el instrumento de recolección de información a la población no es factible en términos de costo y tiempo. Pero para lograr una muestra de empleadores considerada objetiva se envió la información y se ubicó la una gran cantidad de empresas, que se identificaron como más fácilmente accesibles, en algunos casos específicos fueron aquellos que decidieron responderla voluntariamente.

### **7.1 POBLACIÓN**

La población está compuesta por empleadores a nivel nacional que tienen actualmente contratados Ingenieros Industriales graduados de la Universidad Industrial de Santander.

Cada empresa es representada por un empleador quien debe cumplir los siguientes requisitos:

- Tener un cargo superior al que ocupa el Ingeniero Industrial de la Universidad Industrial de Santander dentro de la empresa.
- Tener un contacto laboral con el Ingeniero Industrial de la Universidad Industrial de Santander que le permite ofrecer una opinión acerca de la labor realizada por el graduado.

## 7.2 TIPO DE MUESTREO

Dadas las características y naturaleza del estudio, el procedimiento de muestreo utilizado es no probabilístico, debido a que los empleadores no tienen una probabilidad definida de ser parte de la muestra.

Los diseños de muestreo no probabilísticos son aquellos en los que las unidades de análisis se recogen utilizando métodos en los que no interviene el azar, de modo que no es posible estimar la probabilidad que tiene cada elemento de ser parte de la muestra y no todos los elementos tienen posibilidad de ser incluidos.

Entre los muestreos no probabilísticos se encuentran:

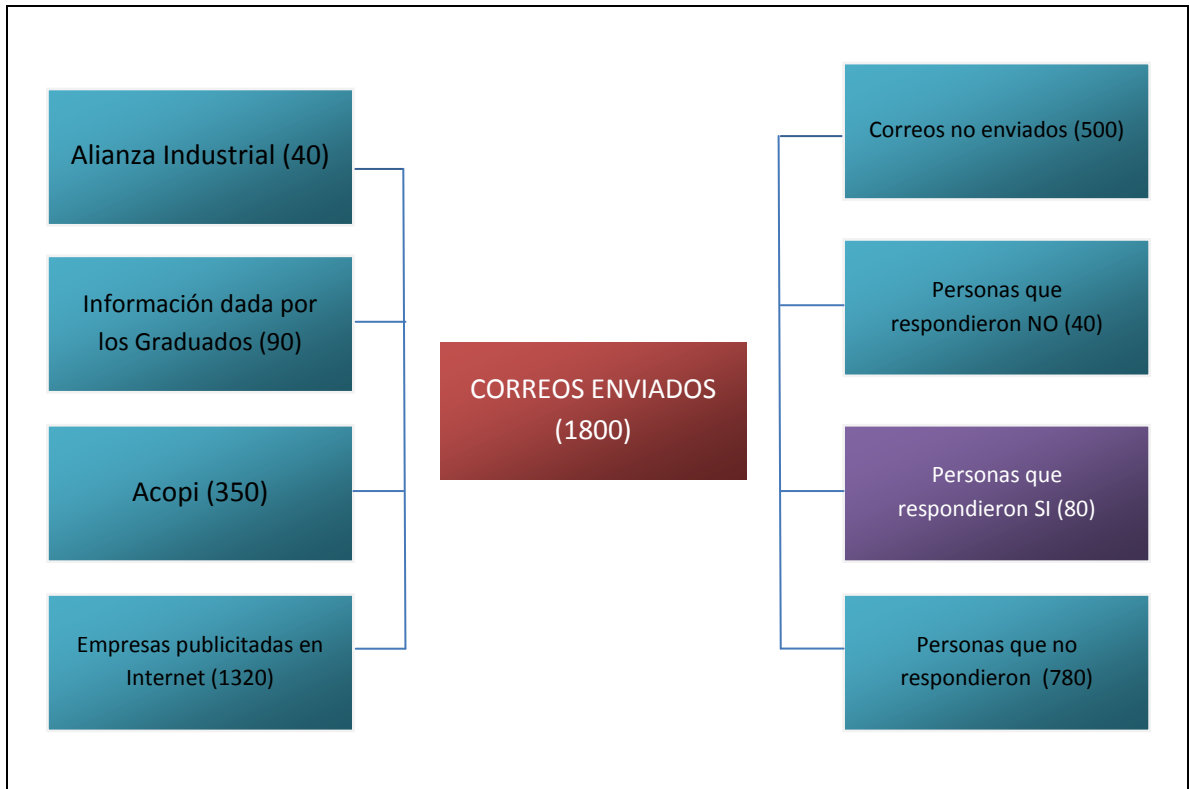
- Muestreo consecutivo
- Muestreo a criterio
- Muestreo de conveniencia

Para el presente proyecto se seleccionó el último de estos. La muestra está conformada por los elementos de la población elegidos por el grupo de trabajo, que fueron más fácilmente accesibles o que después de recibir la invitación para participar vía correo electrónico o vía correspondencia, la aceptaron. Este tipo de muestreo es comúnmente utilizado.

Para lograr la muestra deseada se recurrió a la Base de datos de empresas con la que cuenta la oficina de Alianza Industrial desde donde se envió la invitación para hacer parte del proyecto, también se realizó una encuesta inicial a egresados para solicitarle información acerca de su lugar de trabajo y su empleador directo con el fin de contactarlo, también se contactó a la oficina de ACOPI (Asociación colombiana de las micro, pequeñas y medianas empresas) donde se obtuvo una base de datos de empresas en la Ciudad de Bucaramanga y adicionalmente se consultó en buscadores en internet a cerca de correos electrónicos de empresas públicas, universidades y bases de datos de empresas que realicen e-commerce.

A continuación se presentan los totales de las cantidades de información entre correo electrónico, teléfonos y direcciones de las empresas contactadas y finalmente la muestra obtenida.

Ilustración 4. Diseño muestral obtenido



Fuente. Autores

### 7.3 TAMAÑO DE LA MUESTRA

El tamaño de la muestra es 80 empleadores a nivel nacional (Ver Anexo E). El entorno laboral de los Ingenieros Industriales de la Universidad Industrial de Santander es determinante al momento de establecer el tamaño de la muestra, ya que presentó una serie de situaciones que restringieron el número de empleadores a encuestar:

- Presencia de más de un Ingeniero Industrial de la Universidad Industrial de Santander laborando en una empresa.

- Desempleo de algunos Ingenieros Industriales de la Universidad Industrial de Santander.
- Algunos Ingenieros Industriales de la Universidad Industrial de Santander están actualmente laborando o estudiando fuera del país.
- Falta de disponibilidad de los empleadores para participar en este estudio, muchos coincidieron en responder a las citas telefónicas e incluso a los correos que no tenían tiempo para responder la encuesta.
- No fue posible contactar la totalidad de empleadores. Por más que se envió el correo en cuatro diferentes momentos y las insistentes llamadas telefónicas fue imposible localizar algunos de los ellos.
- Presencia de Ingenieros Industriales de la Universidad Industrial de Santander ocupando el cargo más alto de la empresa, por lo cual no existe una persona de rango superior que los pueda evaluar.
- La empresa contactada no tenía certeza de la existencia de Ingenieros Industriales en su nómina o no tenía claro el nombre de la Institución de Educación Superior en la cual cursó el pregrado el Ingeniero Industrial.
- El empleador directo o gerente de la compañía contactada no tenía conocimiento acerca de la información laboral y de contratación del Ingeniero Industrial por tanto delegaba la encuesta al personal de Recursos Humanos.

## 8. MARCO MUESTRAL

Una vez definido el muestreo, se estableció un procedimiento para identificar empleadores pertenecientes a la población objetivo.

### 8.1 ELABORACIÓN DE LA BASE DE DATOS

Se elaboró una base de datos de empresas de Bucaramanga y a nivel nacional considerando características de las empresas tales como su trayectoria, ventas y activos. La base de datos se consolidó a partir de diferentes fuentes:

- a) Base de datos de Alianza Industrial de las empresas que realizan solicitudes de convocatorias para egresados o practicantes. Alianza Industrial está encargada de promover las prácticas empresariales en la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales de la Universidad Industrial de Santander.
- b) La base de datos conformada a partir de las empresas publicadas en la página web “500 empresas generadoras de Santander”<sup>17</sup>. La página en lista las 500 empresas más importantes del departamento que se consideran generadoras de desarrollo para el departamento.
- c) La lista de empresas en las que laboran Ingenieros Industriales de la Universidad Industrial de Santander conformada a partir de una encuesta electrónica realizada a los egresados de Ingeniería Industrial y desarrollada por el grupo de trabajo a través de la plataforma Google Drive. Se envió la invitación a través de correo electrónico desde las oficinas de Alianza Industrial y ASEDUIS (Asociación de Egresados UIS) con el siguiente diseño.

---

<sup>17</sup> 500 empresas generadoras de Santander. En: Vanguardia Liberal, Bucaramanga. Disponible en Internet: <<http://www.vanguardia.com/empresasgeneradoras/>>[Citado en 05 de Octubre de 2013]

Ilustración 5. Invitación egresados.

**MUY BUENOS DÍAS APRECIADOS EGRESADOS  
INGENIERÍA INDUSTRIAL**

Con el propósito de seguir afianzando los procesos de aseguramiento de la calidad que se llevan a cabo dentro de la Universidad en los distintos factores que afectan nuestros que hacer profesional, la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales y el grupo de investigación OPALO se encuentran realizando un proyecto de seguimiento a graduados. Ud. ha sido escogido para participar de este estudio, respondiendo la encuesta que encontrará en el siguiente link:

<https://docs.google.com/forms/d/1uKGVFAcjNCvPmBoMfF5iw11UzZTjMQoutN-sA-I9I30/viewform>

Por último, la Escuela de estudios Industriales y Empresariales los invita a unirse al grupo de Facebook: **Agrupación de Egresados de Ingeniería Industrial UI\$.**

Fuente Autores.

La encuesta solicitaba información acerca de año y mes de graduación, la empresa en la que actualmente labora y el nombre, dirección y correo electrónico del empleador directo. La Ilustración 6 muestra el diseño en el que se presenta la encuesta a los egresados. En total se recibieron 98 respuestas de egresados con la información completa a cerca de sus lugares de trabajo y sus empleadores directos las cuales se presentan en el Anexo D.

Una vez organizados estos listados, se consolidó una base de datos final con un total de 898 empresas, la cual contiene: nombre, teléfono, dirección, correo electrónico y actividad de las empresas (Ver Anexo A).

Ilustración 6. Encuesta a egresados.

**Impacto Ingeniería Industrial Universidad Industrial de Santander**

\*Obligatorio



**Nombre del Egresado de Ingeniería Industrial \***

**Año y Mes de Graduación como Ingeniero Industrial UIS \***

**Empresa donde labora \***

**Sector de la empresa donde actualmente labora \***

**Nombre del Empleador Directo \***

**Dirección de contacto con su empleador directo \***

**Teléfono de contacto de su empleador**

**Email de contacto de su empleador \***



Nunca envíes contraseñas a través de Formularios de Google.

Con la tecnología de  Google no creó ni aprobó este contenido.

[Denunciar abuso](#) - [Condiciones del servicio](#) - [Condiciones adicionales](#)

Fuente. Autores

## **9. VALIDEZ, CONFIABILIDAD Y OBJETIVIDAD DEL INSTRUMENTO DE MEDICIÓN**

Un instrumento de medición adecuado es aquel que registra datos observables que representan verdaderamente a los conceptos o variables que el investigador tiene en mente. La Metodología de la Investigación exige que todo instrumento de recolección de datos y todo tipo de medición debe poseer tres requisitos fundamentales; se requiere de instrumentos que sean válidos como primera medida, que obtenga resultados confiables y que sea un instrumento objetivo.

### **9.1 LA VALIDEZ**

Hace referencia al grado en el que el instrumento diseñado mide cada una de las variables establecidas para el estudio<sup>18</sup>, y para encontrar evidencia del concepto de validez se pueden medir tres diferentes argumentos; la validez del contenido, la validez del constructo y la validez del criterio.

**9.1.1 La validez del contenido:** Consiste en determinar si el instrumento diseñado abarca complemente y de manera adecuada los conceptos y aspectos importantes de la investigación.<sup>19</sup>

Se debe determinar inicialmente cual es el fenómeno que se desea medir y presentar todas las formas en las cuales este se presenta en el medio.

Este paso se puede llevar a cabo a través de una revisión bibliográfica del tema correspondiente y de fuentes confiables y consultando con expertos en dicha materia (Silva 2006).

Para la investigación presente la validez de contenido de las escalas usadas se realizó mediante una revisión bibliográfica exhaustiva, se usaron variables observadas en diversas investigaciones anteriores acerca de estudios de

---

<sup>18</sup> Validez Y Confiabilidad Del Estudio Socioeconómico SILVA ARCINIEGA, Ma. Del Rosario, BRAIN CALDERÓN Ma. Luisa Universidad Nacional Autónoma de México 2006.

<sup>19</sup> HERNANDEZ, FERNANDEZ, BAPTISTA, Metodología de la Investigación 1991 Editorial Mc GrawHill pág. 289

seguimiento a graduados desde el punto de vista de los empleadores los cuales se encuentran en el Estado del Arte diseñado en este estudio que se encuentra en el Capítulo 4.1; también se revisaron conceptos establecidos internacionalmente como lo son las Competencias Tuning, y se presentaron ante expertos algunas de las preguntas del cuestionario.

**9.1.1.1 Revisión por Expertos:** Se sometió a la revisión por parte de varios profesores de la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales, de dos preguntas de la encuesta concernientes a las áreas de conocimiento y las funciones de los Ingenieros Industriales, el objetivo de este procedimiento era obtener desde el punto de vista de los especialistas en las temáticas, los ítems que se están desarrollando en la academia dentro de la institución, cuales son aquellas áreas de conocimiento en las cuales se están enfocando los esfuerzos en la Escuela y así identificar si son esas áreas las que el empresario busca en sus Ingenieros Industriales. Luego de la consulta con los expertos se concluyó que algunos de los ítems tratados en la encuesta base se encontraban desactualizados, y ellos, según cada una de sus especializados aportaron algunas características que luego del análisis respectivo fueron incluidas en las preguntas. Finalmente estas fueron las preguntas que se incluyeron en la encuesta.

1. Ante las exigencias del ejercicio profesional, ¿Cuáles considera usted que son las áreas de conocimiento más importantes de un Ingeniero Industrial?  
(Múltiple respuesta)

Tabla 1. Áreas de conocimiento Encuesta empleadores

Economía y Finanzas	Control de la Calidad	Logística	Dirección de Procesos
Sistema de Gestión de la Calidad	Talento Humano	Evaluación de proyectos	Sistemas de Información
Mercadeo	Salud ocupacional	Gestión Ambiental	Otro (Especifique)
Investigación de Operaciones	Administración	Planeación Estratégica	Otro (Especifique)

Fuente Autores

2. Según su percepción como empleador, por favor marque las funciones que le corresponden a un Ingeniero Industrial en una empresa. (Múltiple respuesta)

Tabla 2. Funciones Encuesta empleadores

Asegurar la ejecución de los programas de producción.	Diseñar y administrar planes de mantenimiento de equipos.
Coordinar y dirigir actividades de la cadena de suministro.	Tomar decisiones basándose en análisis matemáticos y financieros.
Diseñar y mejorar sistemas de control de procesos	Elaborar diagnósticos empresariales y proponer estrategias de mejora.
Planificar y gestionar proyectos de la empresa	Diseño de plantas y mejoramiento de la producción.
Crear e implementar planes de mercadeo efectivos.	Analizar y definir los cargos y la estructura salarial.
Supervisar los niveles de inventario, diseñando sistemas y procedimientos para la gestión efectiva de los mismos	Implementar y hacer seguimiento al sistema de gestión de calidad, ambiental y Syso de la empresa.
Establecer procedimientos y políticas para el control total de la calidad.	Gestionar el talento humano.
Evaluar la factibilidad económica de las actividades y proyectos de la empresa	Analizar e interpretar los informes financieros.
Dirigir grupos de trabajo.	Otra(s). ¿Cuál(es)?

Fuente Autores

**9.1.1.2 Universidades:** Se identificó las áreas de conocimiento establecidas en otras universidades con el fin de comparar y establecer las adecuadas y actualizar la información en el Instrumento de medición. Estas son las áreas de conocimiento establecida en las principales universidades que tienen en su portafolio Ingeniería Industrial.

## UNIVERSIDAD DE LOS ANDES<sup>20</sup>

- Modelos Matemáticos Aplicados, Optimización y Simulación
- Ingeniería de la Información, Minería de Datos y Manejo de Información
- Ingeniería Financiera
- Creación de empresa, Estrategia Organizacional y Gestión Empresarial
- Análisis de decisiones, Evaluación de Riesgo y Negociación
- Ingeniería de Producción, Planeación de Producción, Logística, Dirección de la Producción y Calidad
- Salud y Aplicaciones médicas
- Ingeniería de Desarrollo de Producto, Innovación e Ingeniería de Mercadeo
- Diseño de Sistemas Sociales y Sistemas Públicos
- Nanomateriales y Nanotecnología
- Gerencia de Proyectos.

## UNIVERSIDAD NACIONAL<sup>21</sup>

- Un sólido desarrollo de las ciencias básicas y de la ingeniería aplicada.
- El estudio de las tecnologías propias de los procesos productivos.
- La gestión de los procesos productivos en sus aspectos de planificación, innovación, optimización, seguridad y normas de calidad, así como en la preservación del medio ambiente y el desarrollo del talento humano.

## UNIVERSIDAD PONTIFICIA JAVERIANA<sup>22</sup>

- Mercadeo
- Logística
- Gestión de la Producción de Bienes y Servicios

---

<sup>20</sup> Ingeniería Industrial. En: Universidad de los Andes, Bogotá. Disponible en Internet: <<https://industrial.uniandes.edu.co/web/?seccion=34&ver=12&lenguaje=es>> [Citado en 05 de Octubre de 2013]

<sup>21</sup> Ingeniería Industrial Estructura Plan de Estudios. En Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá. Disponible en Internet: <[http://www.unal.edu.co/paginas/programas\\_pregrado/programa\\_bogota\\_ingeneria\\_industrial.html](http://www.unal.edu.co/paginas/programas_pregrado/programa_bogota_ingeneria_industrial.html)> [Citado en 05 de Octubre de 2013]

<sup>22</sup> Áreas de desempeño. Facultad de Ingeniería Industrial. En: Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá. Disponible en Internet: <[http://puj-portal.javeriana.edu.co/portal/page/portal/Facultad%20de%20Ingenieria/plt\\_car\\_industrial/1](http://puj-portal.javeriana.edu.co/portal/page/portal/Facultad%20de%20Ingenieria/plt_car_industrial/1)> [Citado en 05 de Octubre de 2013]

- Procesos Productivos de Manufactura y Servicios.
- Investigación de Operaciones
- Gestión de Proyectos.

### **9.1.1.3 Competencias Tuning<sup>23</sup>**

El Proyecto Tuning América Latina: Innovación Social y Educativa. Es un proyecto independiente, impulsado y coordinado por Universidades de distintos países, tanto latinoamericanos como europeos. Participan más de 230 académicos y responsables de educación superior de Latinoamérica (Argentina, Bolivia, Brasil, Colombia, Costa Rica, Cuba, Chile, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, Uruguay y Venezuela) y Europa (Alemania, Bélgica, Dinamarca, Eslovenia, España, Francia, Grecia, Irlanda, Italia, Lituania, Países Bajos, Portugal y Rumania). Conformados en 16 redes de áreas temáticas y una red de Responsables de Política Universitaria.

El propósito de los grupos de trabajo es elaborar la lista de Competencias Genéricas de los profesionales a través de consensos, que serán validadas mediante cuestionarios por académicos, estudiantes, graduados y empleadores de América Latina.

Actualmente se ha definido la lista de competencias específicas para las áreas de Administración de Empresas, Arquitectura, Derecho, Educación, Enfermería, Física, Geología, Historia, Ingeniería Civil, Matemáticas, Medicina y Química. La lista completa de las competencias Tuning versión Latinoamérica se encuentra en el Anexo Q.

Se revisaron las Competencias establecidas en esta lista y se compararon con las establecidas dentro de la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales para actualizar la lista de competencias, actitudes y valores que serían evaluadas con el Instrumento de medición que se deseaba aplicar.

---

<sup>23</sup> Competencias Tuning América Latina. Disponible en Internet: < <http://www.tuningal.org/es/competencias>> [Citado en 05 de Octubre de 2013]

## 9.2 LA CONFIABILIDAD

Cuando se dice que un instrumento es confiable, se afirma que al aplicar repetidamente ese instrumento a un mismo sujeto, los resultados obtenidos van a ser los mismos. Para determinar este nivel de confiabilidad existen diferentes métodos, entre los más utilizados se encuentra:

- Medidas de estabilidad.
- Coeficiente alfa Cronbach.
- Coeficiente KR-20.
- Método de mitades partidas.

El que se aplicó para este análisis es el Coeficiente alfa Cronbach ya que requiere una sola administración del instrumento de medición y no es necesario dividir a los ítems del instrumento en dos mitades como si ocurre en otros métodos, además es muy efectivo para analizar como mejoraría o empeoraría la confiabilidad de un instrumento al excluir alguno de los ítems<sup>24</sup>, este factor oscila entre cero y uno, representando nula confiabilidad (0) y máxima (1).

Este índice es un modelo de consistencia interna o grado de relación, basado en el promedio de las correlaciones entre los ítems. Un instrumento es poco fiable, en el caso que una porción de la varianza se origina debido a que los ítems son distintos.

Para el concepto de “Influencia de las características de contratación el análisis de fiabilidad entregó los siguientes resultados:

---

<sup>24</sup> Validez Y Confiabilidad Del Estudio Socioeconómico Escrito por Silva Arciniega, Ma. Del Rosario, Brain Calderón, Ma. I uisa Universidad Nacional Autónoma de México 2006 pág. 65

Tabla 3. Resultados alfa de Cronbach

<b>Alfa de Cronbach</b>	<b>Alfa de Cronbach basada en los elementos tipificados</b>	<b>N de elementos</b>
0,550	0,573	9

Para el concepto referente a las Competencias, actitudes y valores se realizaron los análisis de confiabilidad en SPSS y estos fueron los resultados obtenidos:

Tabla 4. Alfa de Cronbach para las Competencias, Actitudes de Valores.

<b>Alfa de Cronbach</b>	<b>Alfa de Cronbach basada en los elementos tipificados</b>	<b>N de elementos</b>
0,928	0,933	13

También se calcularon los estadísticos de Cronbach para los dos factores extraídos en el Análisis de Factores y estos son los resultados.

Tabla 5. Estadístico de fiabilidad por factores.

<b>FACTOR</b>	<b>Nombre del Factor</b>	<b>Alfa de Cronbach</b>	<b>Alfa de Cronbach basada en los elementos tipificados</b>	<b>N de elementos</b>
FACTOR 1	Interpersonales	0,91	0,92	8,00
FACTOR 2	Conocimiento y creatividad	0,83	0,85	5,00

Fuente SPSS

Teniendo en cuenta que a mayor alfa mayor es la confiabilidad del instrumento evaluado, en las tres tablas se puede observar alfas mayores a 0.5, lo que muestra que existe una alta correlación entre la primera puntuación de un ítem y los demás ítems de las escalas. Es correcto concluir en este caso que el instrumento es confiable.

### 9.3 OBJETIVIDAD

La objetividad se refiere al grado en que el instrumento es permeable a la influencia de los sesgos y tendencias de los investigadores que lo administran,

califican e interpretan. Los aparatos y sistemas calibrados son más objetivos que otros sistemas que solicitan cierta interpretación<sup>25</sup>.

Que las instrucciones no sean las mismas para todo los participante, o bien, que los instrumentos de observación no sean equivalentes son faltas de estandarización que afectan la objetividad.

La objetividad aumenta, al reducirse la incertidumbre. Desde luego, la certidumbre total no existe; el comportamiento es aceptado como verdadero, hasta que nueva evidencia demuestra lo contrario. La objetividad se refuerza mediante la estandarización en la aplicación del instrumento (mismas instrucciones y condiciones para todos los participantes) y en la evaluación de los resultados.

---

<sup>25</sup> Obando, T. Modelación geo mecánica y temporal de la licuefacción en suelos de minas no metálicas. Estudio Caso: Ciudad de Managua (Nicaragua). Tesis Doctoral. Editorial Universidad Internacional de Andalucía UNÍA (Huelva, España). Huelva. 900pág. (2,009).

## 10. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

### 10.1 FICHA TÉCNICA DEL ESTUDIO

Tabla 6. Ficha técnica de la investigación.

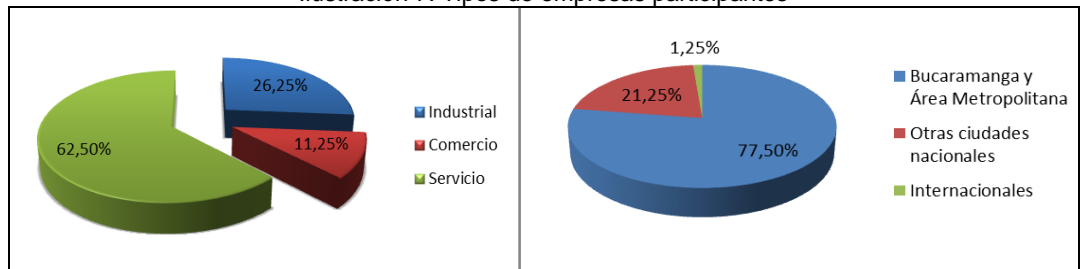
FICHA TÉCNICA DE LA INVESTIGACIÓN	
Nombre del proyecto de Investigación	EVALUACIÓN DE LOS EGRESADOS DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER DESDE LA PERSPECTIVA DE LOS EMPLEADORES A NIVEL NACIONAL
Grupo Encuestador	Ana Julieth Calderón Márquez Leidy Johana Cerón Chaparro Estudiantes Ingeniería Industrial
Director de Proyecto	PhD Henry Lamos Díaz
Grupo Objetivo	Empleadores de Ingenieros Industriales egresados de la Universidad Industrial de Santander
Diseño Muestral	Muestreo de Conveniencia
Marco Muestral	Bases de datos propia Base de datos de Alianza Industrial Base de datos Acopi
Tamaño de la muestra	80 Encuestados
Técnica de recolección	Encuestas electrónicas Personalizadas con cita previa solicitada vía telefónica
Cobertura Geográfica	Nivel Nacional

Fuente Autores.

### 10.2 TIPIFICACIÓN DE LA MUESTRA

La muestra está conformada por empresas de los tres principales sectores empresariales en su mayoría del Sector Servicio, a demás el 77,50% de las empresas que participaron son de la ciudad de Bucaramanga.

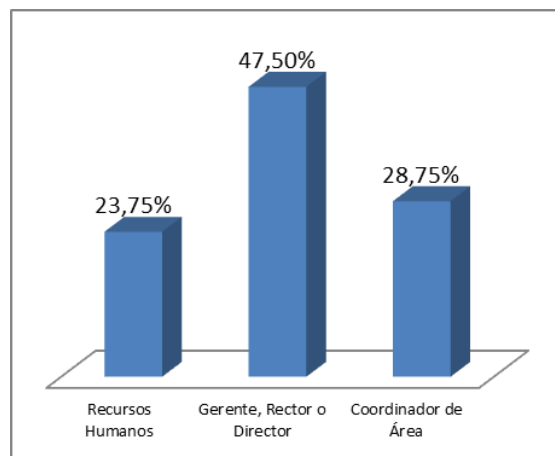
Ilustración 7. Tipos de empresas participantes



Fuente. Autores

Los encuestados fueron: un 47,5% los Gerentes o Directores de las compañías participantes; un 28,75% coordinadores de área quienes son los jefes inmediatos de los Ingenieros Industriales y por tanto los indicados para evaluar su labor.

Ilustración 8. Tipos de empleadores participantes



Fuente. Autores

Las empresas encuestadas tienen en promedio 4 Ingenieros Industriales laborando.

Las entidades participantes en el proyecto cuentan en sus nóminas con una media de 2 Ingenieros Industriales UIS.

Tabla 7. Cantidad de Ingenieros Industriales laborando en empresas participantes

	Mínimo	Máximo	Suma	Media	Desviación Típica	Varianza
Número de Ingenieros Industriales	1,00	24,00	323,00	4,8209	5,92101	35,058
Ingenieros Industriales UIS	1,00	20,00	197,00	2,9403	3,41955	11,693

Fuente Autores.

### **10.3 RESULTADOS DEL CUESTIONARIO**

Los resultados obtenidos en el presente trabajo de grado se tomaron a partir de la información recolectada por medio de las encuestas realizadas a los empleadores (Ver Anexo C), las cuales fueron diseñadas con el fin de identificar el grado de satisfacción de los empleadores con los egresados de Ingeniería Industrial de la Universidad Industrial de Santander (UIS), así como la comparación en cuanto a las preferencias de los empleadores frente a los graduados en otras Instituciones de Educación Superior (IES). Igualmente se pretende conocer las características de las empresas donde estos profesionales laboran, las particularidades en los procesos de reclutamiento y contratación, y otras variables que permitan medir la pertinencia del programa con el sector productivo a nivel nacional.

La información obtenida es fundamental para la toma de decisiones en la institución, la cual debe hacerse después de un análisis exhaustivo de los datos. Para esto se contó con el uso de diferentes herramientas estadísticas descritas con anterioridad. A partir de los resultados obtenidos se pueden efectuar recomendaciones acerca de las necesidades del mercado laboral con el programa académico.

El análisis de componentes principales (ACP) utilizado para consolidar variables en factores, así como la aplicación del análisis clúster, árboles de decisión, redes bayesianas, correspondencia simple y análisis por discriminantes permitieron no solo construir el perfil del Ingeniero Industrial de la Universidad Industrial de Santander, sino también evaluar la calidad académica del programa y su pertinencia respecto al sector productivo.

#### **10.3.1 Análisis de Clúster**

Se realizó inicialmente un Análisis de Factores de componentes principales (ACP), con el fin de reducir las competencias a un número menor de dimensiones y así analizar cómo se agrupan en función del grado de percepción que tienen los Empleadores sobre los Ingenieros Industriales UIS.

El análisis de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO= 0,84) y la prueba de esfericidad de Bartlett (Prueba de esfericidad de Bartlett= 697,95) nos permiten concluir que es apropiada la utilización del análisis de factores.

Tabla 8. Resultados del KMO y Prueba de esfericidad.

Medida de adecuación muestral de Kaiser-Meyer-Olkin.		0,840
Prueba de esfericidad de Bartlett	Chi-cuadrado aproximado	697,95
	gl	78
	Sig.	0,000

Fuente SPSS Statistics

Se extrajeron en total dos grandes factores los cuales explican el 67,64% de la varianza total explicada.

Tabla 9. Varianza total explicada.

Componente	Autovalores iniciales			Sumas de las saturaciones al cuadrado de la extracción		
	Total	% de la varianza	% acumulado	Total	% de la varianza	% acumulado
1	7,27	55,95	55,95	7,27	55,95	55,95
2	1,52	11,69	67,64	1,52	11,69	67,64
3	1,00	7,67	75,31			
4	0,75	5,80	81,12			
5	0,59	4,56	85,68			
6	0,54	4,13	89,81			
7	0,38	2,92	92,73			
8	0,29	2,25	94,98			
9	0,22	1,67	96,65			
10	0,16	1,20	97,86			
11	0,13	0,97	98,83			
12	0,09	0,70	99,53			
13	0,06	0,47	100,00			

Fuente SPSS Statistics

Los factores resultantes y las variables que los conforman se muestran a continuación:

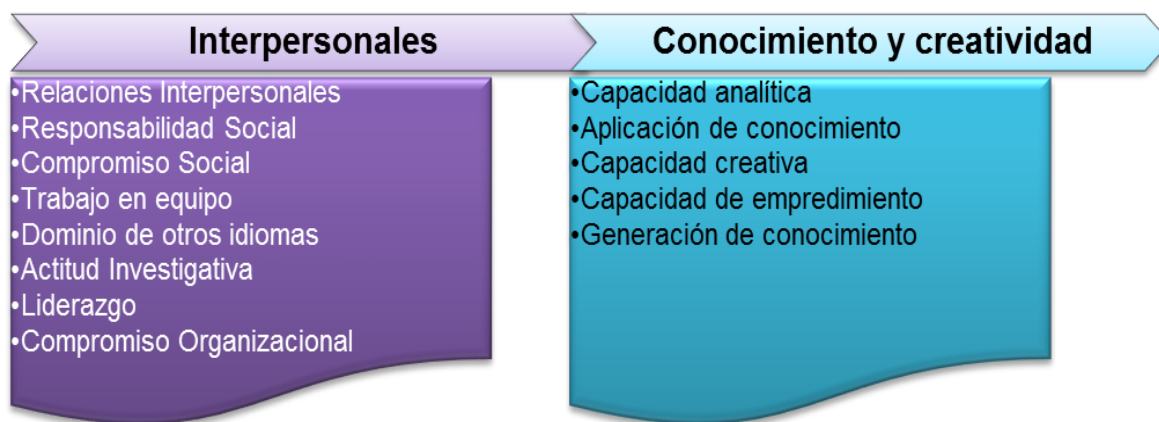
Tabla 10. Factores obtenidos

VARIABLES	Componente	
	1	2
Relaciones Interpersonales	0,91	0,12
Responsabilidad Social	0,90	0,15
Compromiso Social	0,79	0,23
Trabajo en equipo	0,68	0,47
Dominio de otros idiomas	0,68	0,27
Actitud Investigativa	0,64	0,52
Liderazgo	0,58	0,57
Compromiso Organizacional	0,55	0,53
Capacidad analítica	0,11	0,92
Aplicación de conocimiento	0,09	0,91
Capacidad creativa	0,52	0,72
Capacidad de emprendimiento	0,35	0,52
Generación de conocimiento	0,46	0,47

Fuente Autores.

En la siguiente gráfica se presentan los dos factores con sus correspondientes variables.

Ilustración 9. Factores y sus variables.

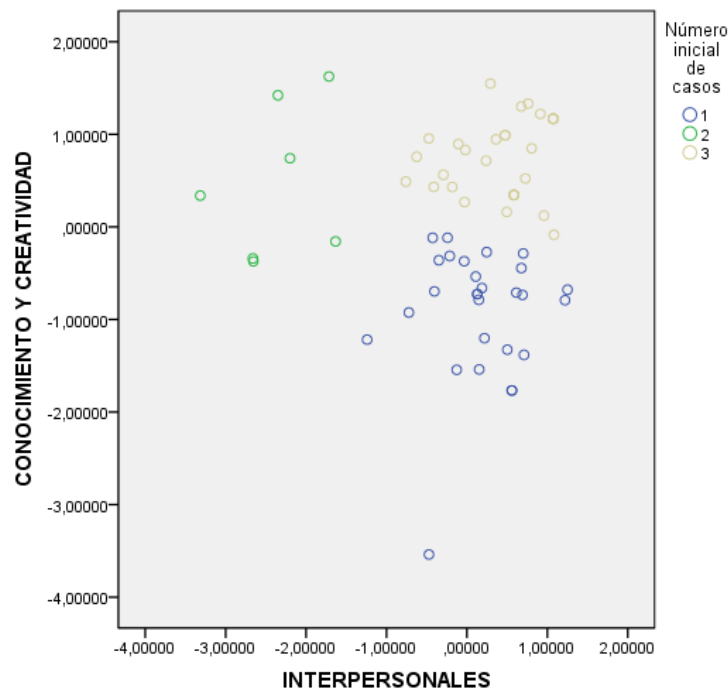


Fuente Autores

Todas las variables saturan en mayor forma en algunos de los 2 factores extraídos y ninguna de ellas presenta indicios que nos permitan concluir una falta de adecuación a la solución.

Posteriormente se establecieron perfiles diferenciales de competencias de los graduados. El propósito de este estudio fue establecer a través de técnicas de análisis multivariado, cuáles eran los perfiles profesionales identificables en la población, resultado de las evaluaciones hechas por sus empleadores. Para ello se llevó a cabo un análisis de conglomerados (método kmeans) con las puntuaciones factoriales que los participantes obtuvieron en los dos factores. Como resultado del análisis se obtuvieron tres conglomerados que clasifican de la mejor forma a los factores obtenidos. La gráfica de puntuaciones muestra el resultado de las evaluaciones por cada conglomerado.

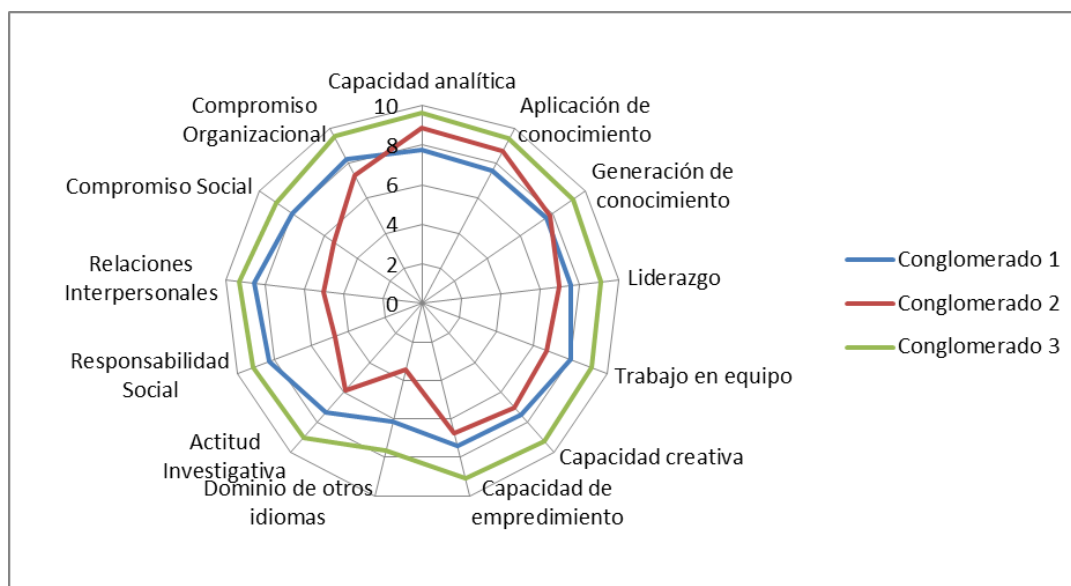
Ilustración 10. Puntuaciones Análisis de Clúster



Fuente. SPSS Statistics

Para ver que tan bien evaluaron los Empleadores a los egresados en cada una de las variables en los conglomerados correspondientes se muestra la ilustración 11, donde a través de las medias de cada competencia, actitud o valor se puede observar las diferentes evaluaciones en cada grupo.

Ilustración 11. Medias de las competencias clasificadas en tres grupos



Fuente. SPSS Statistics

Respecto a las ilustraciones anteriores y haciendo un recuento de los conglomerados con las demás variables analizadas en el estudio, se permite elaborar el siguiente perfil de los conglomerados:

**Conglomerado 1:** Este grupo está conformado por los empleadores que evaluaron a los egresados en un buen nivel en cuanto a sus competencias interpersonales y en un nivel bajo a las competencias relacionadas con el conocimiento y la creatividad.

- Este conjunto está compuesto por el 43% de las empresas de la muestra.
- El 57% del grupo son empresas del sector Servicios.
- En su mayoría eran empresas grandes (46%).
- El 82% de los egresados evaluados en este grupo reciben sueldos por debajo de los 5 SMMLV (Salario mínimo mensual legal vigente) (\$ 589.500).
- El 50% de estos egresados se han desempeñado en la empresa evaluadora por menos de 3 años.
- El 60% de los empleadores de este grupo dijeron estar SATISFECHOS con el Ingeniero Industrial UIS con el que cuenta en su empresa.

- El 50% de los egresados de Ingeniería Industrial de la UIS que laboran en las empresas pertenecientes a este conglomerado están contratados por un término indefinido.

**Conglomerado 2:** Este pequeño grupo de empleadores considera que los Ingenieros Industriales UIS cuentan con altos niveles en la competencias referentes a CONOCIMIENTO Y CREATIVIDAD pero realmente bajas en las INTERPERSONALES.

- Está compuesto solo por el 10% de los empleadores encuestados.
- El 57% de estas empresas son de gran tamaño.
- El 42% de los Ingenieros Industriales UIS evaluados en este grupo se encuentran en un cargo asesor de la empresa. El 57% de ellos reciben mensualmente más de 5 SMMLV.
- El 71% de los empleadores de este grupo evaluaron en el nivel más alto de satisfacción (MUY SATISFECHO) a los Ingenieros Industriales UIS que se encuentran en su empresa.

**Conglomerado 3:** Este es el grupo que considera que los Ingenieros Industriales UIS tienen un alto nivel en todas las competencias evaluadas.

- El 23% de este grupo son empresas del sector Industrial.
- El 80% de los Ingenieros Industriales UIS evaluados en este grupo ganan menos de 5 SMLMV.
- El 47% están contratados a Término fijo.
- Y finalmente el 67% de los evaluadores de este grupo consideran estar MUY SATISFECHOS con los Ingenieros Industriales con los que cuentan en su empresa.

### 10.3.2 Árboles de Decisión

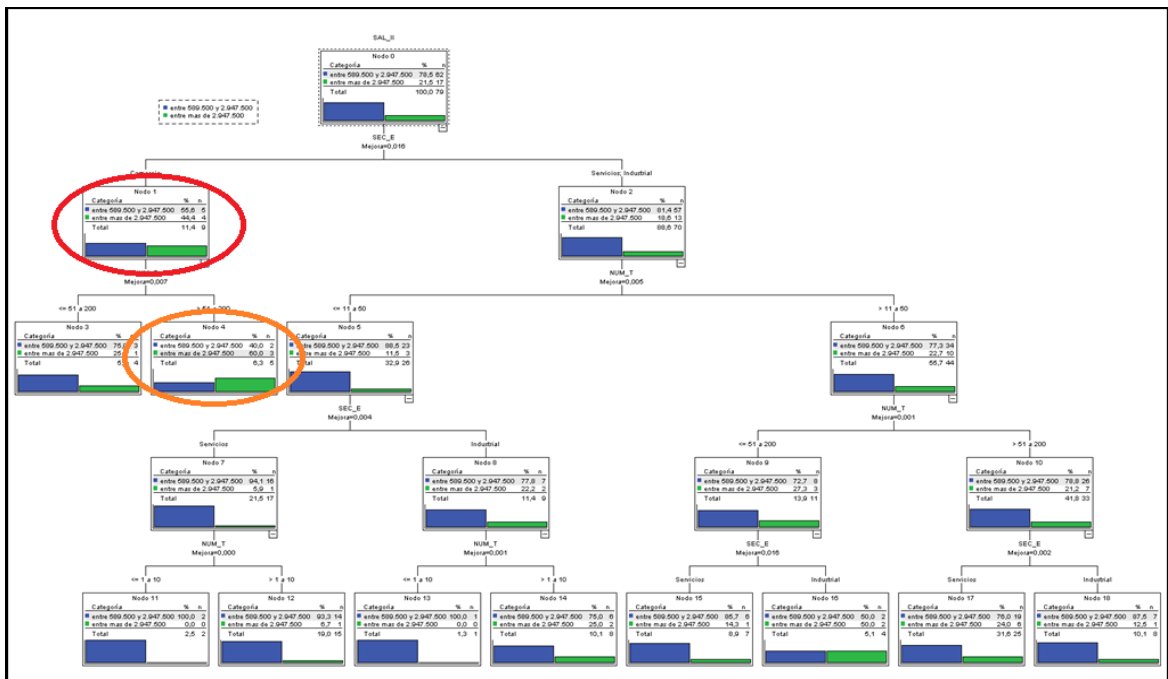
Los árboles de decisión (CART) permitieron re-clasificar a los Ingenieros Industriales y a las empresas que participaron del proyecto a través de diferentes

critérios. A continuación se muestra un árbol que los clasificó de acuerdo al salario.

El árbol catalogó a los Ingenieros Industriales mediante la variable *SALARIO*, la cual da información acerca de los tipos de empresas que contratan Ingenieros Industriales y los salarios que estas ofrecen. La clasificación se realiza mediante las variables predictoras (clasificadoras) “Sector de la Empresa” y “Número de Trabajadores en la Empresa”; ésta inicia de acuerdo al Sector al que pertenece la empresa y el tamaño de la misma, clasificados teniendo en cuenta la información del Número de trabajadores.

Los Ingenieros Industriales ganan dos tipos de Salarios diferentes Tipo 1: entre 589.500 y 2.975.500 pesos (entre 1 y 5 salarios mínimos) y Tipo 2, los que ganan más de 5 salarios mínimos.

Ilustración 12. Árbol de decisión para el salario según el sector en el que trabajan los Ingenieros Industriales.



Fuente. SPSS Statistics

- La información de este árbol se puede obtener siguiendo cada una de las ramas desde el nodo origen (Salario) hasta cualquier rama del árbol. La utilidad

de estas técnicas en la construcción del modelo conceptual está en la identificación de los tipos de empresas que ofrecen mejores salarios.

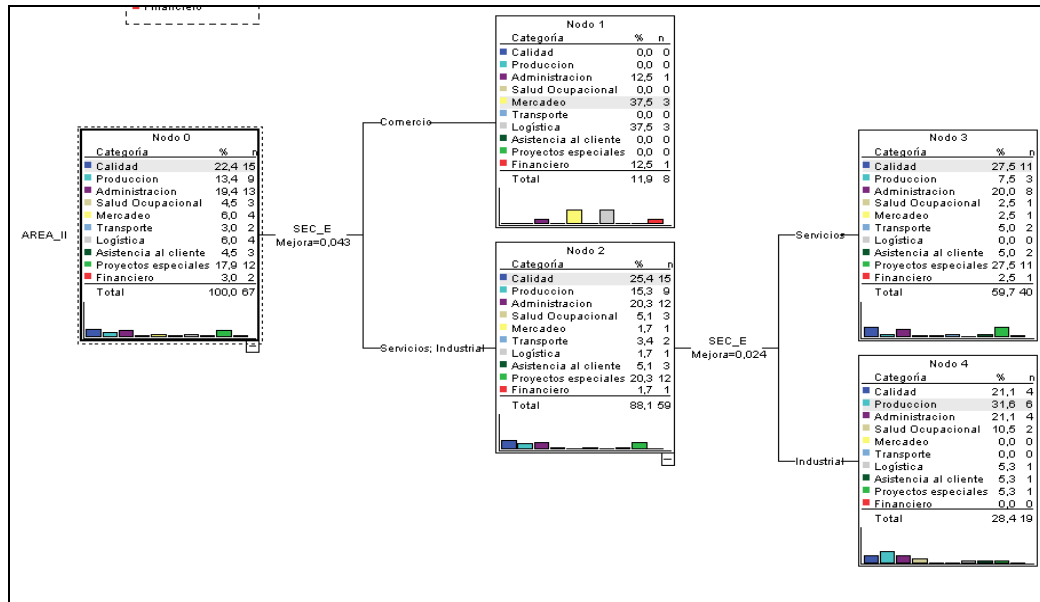
- Se pudo identificar en el estudio realizado, que de los tres tipos de Sectores empresariales (Comercio, Servicio e Industrial), es el Sector Comercio el que ofrece mejores salarios a los Ingenieros Industriales, observando que el 44,4% de los Ingenieros Industriales contratados en empresas de este sector reciben salarios mensuales por encima de los 5 SMLMV.
- Y bajando más en la ramificación del árbol se logra identificar que son las empresas de más de 50 empleados (conocidas como Medianas y Grandes Empresas) quienes ofrecen mejores sueldos que las menores y las pequeñas empresas.
- El árbol de decisión de la Ilustración 13 clasifica los niveles en los cuales laboran los Ingenieros Industriales participantes del proyecto, teniendo como variables predictoras el “*Origen de Capital*” y el “*Sector de la Empresa*”, se puede concluir que las empresas privadas pertenecientes al sector Comercio tienen contratados a sus Ingenieros Industriales en los niveles más altos de la escala laboral (Directivo, Asesor, Ejecutivo y Profesional).
- El nivel en donde se encuentra la mayoría de los ingenieros industriales es el profesional, y el que presenta menor número de contratados es el nivel técnico (refiriéndose a técnico no al técnico profesional sino al especialista en el área técnica) lo cual puede ser una oportunidad de mejora en los programas académicos para suplir esta necesidad en el sector Productivo.

Se realizaron gran cantidad de iteraciones con el fin de obtener datos concluyentes que aporten información acerca de las empresas que contratan Ingenieros Industriales (Ver Anexo F).



En la Ilustración 15 se puede observar que en general, Calidad, Administración y Proyectos Especiales son las áreas en las que mayormente se desempeñan los Ingenieros Industriales egresados de la Universidad Industrial de Santander.

Ilustración 15. Árbol de decisión de las áreas de desempeño de los Ingenieros Industriales

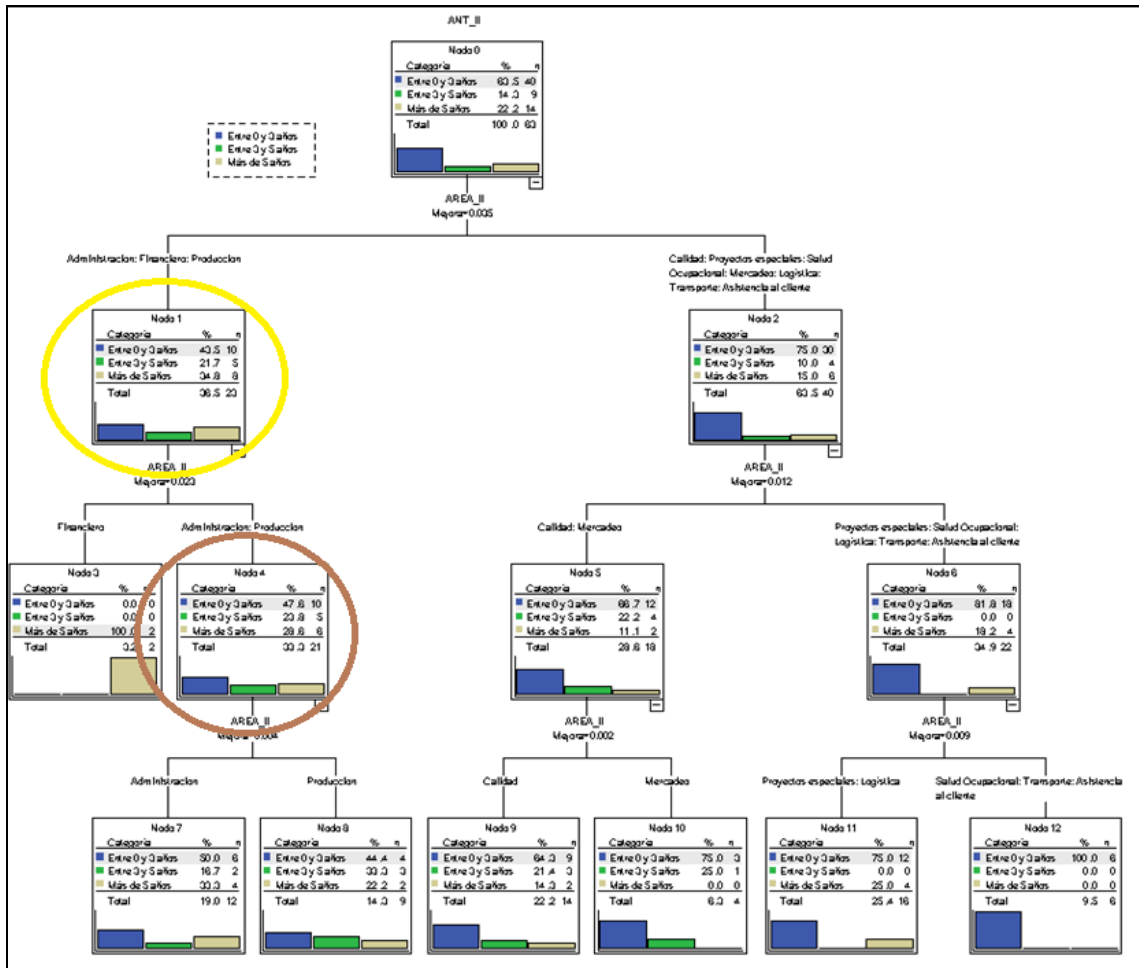


Fuente. SPSS Statistics

En el sector Comercio se desempeña principalmente en el área de Mercadeo y Logística y en el sector Industrial en el área de Producción. Es muy baja la participación de estos profesionales en áreas como Compras, Salud Ocupacional y Asistencia al Cliente.

- También se logró concluir que las áreas de desempeño donde mayormente se presenta continuidad en el tiempo de contratación son Financiero y Administración donde se observa que hay una gran cantidad de ingenieros que llevan más de 5 años con su cargo.

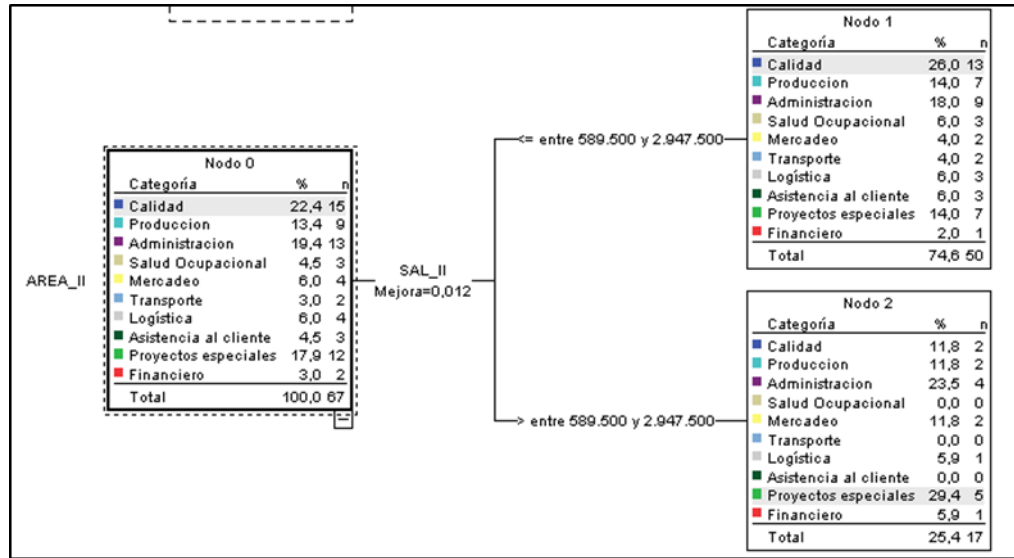
Ilustración 16. Árbol de decisión para la antigüedad y los niveles



Fuente. SPSS Statistics

Las áreas que sobresalen en el grupo de los Ingenieros de los mejores sueldos son Administración y Proyectos Especiales, por el contrario Calidad es el área de desempeño más común en los Ingenieros Industriales UIS con sueldos más bajos.

Ilustración 17. Árbol de decisión para las áreas de trabajo y los salarios

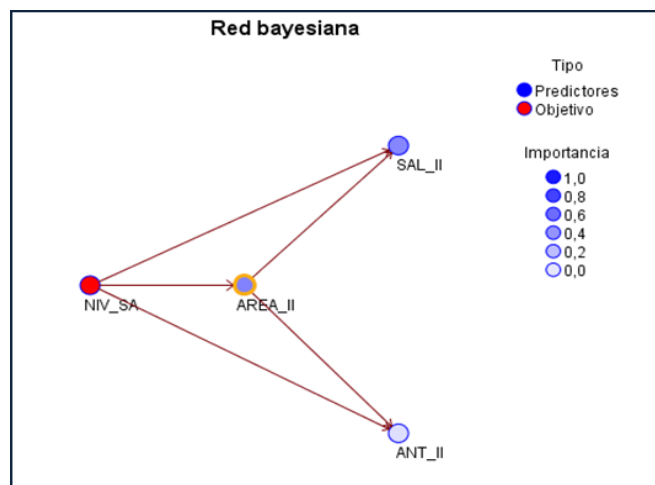


Fuente. SPSS Statistics

### 10.3.3 Redes Bayesianas

Con las Redes Bayesianas se busca mostrar las dependencias/independencias entre las variables específicas, como también la importancia que tienen ciertas variables en la predicción del nivel de satisfacción de los empleadores encuestados sobre los egresados de Ingeniería Industrial.

Ilustración 18. Red Bayesiana para el Nivel de Satisfacción



Fuente. SPSS Modeler

Para cada una de las redes construidas se identifica o define la variable de salida o de respuesta, así como cada una de las variables predictivas.

En el caso de la Ilustración 18, el modelo se construyó a partir de la estimación del Nivel de Satisfacción (variable de salida) y soportado en las variables predictivas *Área de desempeño*, *Salario* y *Antigüedad* del Ingeniero Industrial UIS.

Se desea estimar el Nivel de Satisfacción de los empleadores el cual fue evaluado con la siguiente escala de 1 a 5:

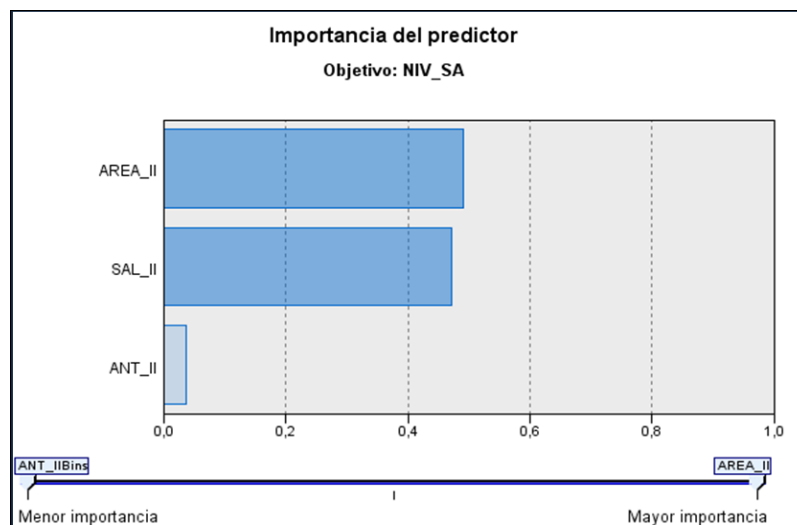
Tabla 11. Escala de la variable.

VALOR	NIVEL
1	Insatisfecho
2	Poco satisfecho
3	Medianamente satisfecho
4	Satisfecho
5	Muy Satisfecho

Fuente Autores

En la Ilustración 19 se observa el grado de Importancia de las variables predictivas para conocer el nivel de satisfacción. Se puede observar que las variables *Área de desempeño* y *Salario* tienen el más alto nivel de predicción con 49% y 47% respectivamente.

Ilustración 19. Importancia de las variables predictivas.



Fuente. SPSS Modeler

En la Ilustración 20 se encuentra la probabilidad de que el Ingeniero Industrial pertenezca a un área de desempeño dado el nivel de satisfacción que tenga el empleador respecto a su labor.

Ilustración 20. Probabilidades condicionales del área de desempeño dado el nivel de satisfacción

AREA_II											
Principales	Probabilidad										
NIV_SA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	0,40	0,40	0,00	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4	0,27	0,13	0,23	0,00	0,00	0,00	0,03	0,07	0,07	0,20	0,00
5	0,18	0,06	0,21	0,06	0,09	0,00	0,03	0,06	0,00	0,26	0,06

Fuente. SPSS Modeler

De los Ingenieros Industriales de la muestra que recibieron una evaluación de “MUY SATISFECHOS” por parte de sus empleadores, existe una probabilidad del 26% de que pertenezcan al área de Proyectos Especiales. Por otra parte, los Ingenieros Industriales que recibieron una evaluación de “SATISFECHO” por parte de sus empleadores tienen una probabilidad del 27% de que pertenezcan al área de Calidad. Llama la atención que los egresados de la muestra que recibieron una calificación de “MEDIANAMENTE SATISFECHO” pertenecen en su mayoría al área de Calidad y Producción.

Tabla 12. Áreas de Desempeño y su respectivo Código

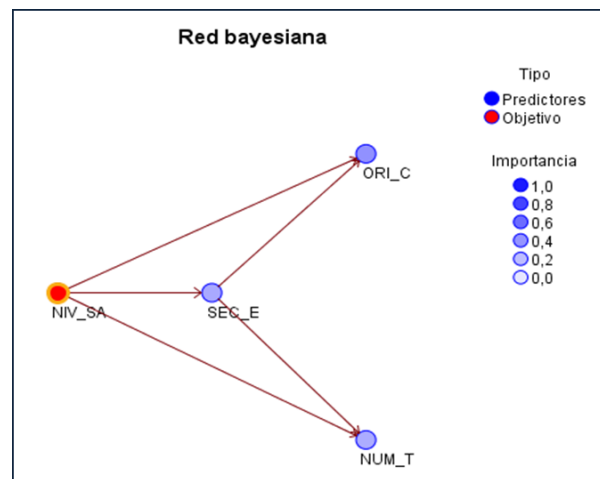
CÓDIGO	RESPUESTA
1	Calidad
2	Producción
3	Administración
4	Salud Ocupacional
5	Mercadeo
6	Compras
7	Transporte
8	Logística
9	Asistencia al cliente
10	Proyectos especiales
11	Financiero

Fuente Autores

El significado de los códigos de las áreas de desempeño se pueden observar en la tabla 12.

Además se construyó una red bayesiana a partir de la estimación de Nivel de Satisfacción (variable de salida) y soportado en las variables predictivas Origen de Capital, Sector de la Empresa y Número de Trabajadores. Esta red se observa en la ilustración 21.

Ilustración 21. Red Bayesiana para predecir el Nivel de Satisfacción



Fuente SPSS Modeler

Ilustración 22. Probabilidades Condicionales para el Nivel de Satisfacción según el Sector de la Empresa

SEC_E			
Principales	Probabilidad		
NIV_SA	1	2	3
2	0,00	0,00	1,00
3	0,80	0,20	0,00
4	0,29	0,11	0,60
5	0,18	0,11	0,71

Fuente SPSS Modeler

Se puede identificar que de los Ingenieros Industriales de la muestra con una evaluación de “MUY SATISFECHA” por parte de sus empleadores, tienen una probabilidad del 71% de pertenecer a una empresa del Sector de Servicios. Además se puede observar que, de los evaluados “MEDIANAMENTE SATISFECHOS” por sus empleadores, hay una probabilidad del 80% que pertenezcan al Sector Industrial, es una evaluación bastante baja que se debe llevar a analizar las razones por las que los empleadores de este sector no se encuentran satisfechos con los Ingenieros Industriales UIS.

#### **10.3.4 Análisis Discriminante**

El análisis discriminante es un método estadístico mediante el cual se puede conocer las variables que explican de mejor forma el grupo de graduados. Permite identificar en qué medida las variables independientes (predictoras) pueden ayudar a clasificar y a predecir los grupos de una variable dependiente (objetivo) y cuántas de estas variables son necesarias para alcanzar la mejor clasificación posible. Además permite cuantificar su poder de discriminación en la relación de pertenencia de un sujeto u objeto a un grupo u otro.

El objetivo del análisis discriminante dentro del presente proyecto, es estudiar el comportamiento de las variables y en qué medida puede clasificarse la variable independiente y como se discrimina cada uno de los grupos establecidos.

A través de esta metodología se pudo encontrar cuales competencias permiten predecir el grupo de pertenencia dentro de las clases de Salarios y Antigüedad.

Luego de realizar varias iteraciones del Análisis Discriminante se obtuvo el siguiente resultado:

Para las variables que conforman las competencias, actitudes y valores se realizó el análisis discriminante para saber cuáles pueden predecir el salario que ganan dentro de la compañía. Se pudo concluir que las “Relaciones interpersonales” y la “Capacidad creativa” pueden ayudar a identificar el intervalo de salario que recibe el Ingeniero Industrial UIS ya que son las variables que tienen mayor peso para definir los grupos.

Tabla 13. Coeficientes estandarizados de las funciones discriminantes canónicas

VARIABLES	Función
	1
Capacidad analítica	-0,113
Aplicación de conocimiento	-0,438
Generación de conocimiento	-0,614
Liderazgo	0,028
Trabajo en equipo	-0,629
Capacidad creativa	1,262
Capacidad de emprendimiento	0,156
Dominio de otros idiomas	0,195
Actitud Investigativa	0,283
Responsabilidad Social	-0,258
Relaciones Interpersonales	1,053
Compromiso Social	-0,003
Compromiso Organizacional	-0,626

Fuente SPSS Statistics

Tabla 14. Estadísticos de la prueba.

Lambda de Wilks				
Contraste de las funciones	Lambda de Wilks	Chi-cuadrado	gl	Sig.
1	,732	17,656	13	,171

Fuente SPSS Statistics

Se obtuvo una única función discriminante que explica el 100% de la varianza ( $\lambda$  de Wilks = 0,73,  $\chi^2 = 17,65$ ,  $gl = 12$ ,  $p = 0,17$ ).

En la tabla de probabilidades previas se pueden observar los porcentajes de casos pertenecientes a cada uno de los grupos inicialmente.

Tabla 15. Probabilidades previas para los grupos

SALARIO	Previas	Casos utilizados en el análisis	
		No ponderados	Ponderados
entre 589500 y 2947500	0,769	50	50,000
más de 2947500	0,231	15	15,000
Total	1,000	65	65,000

Fuente SPSS Statistics

El último paso del análisis es el cuadro resumen de la clasificación de los sujetos a partir de la aplicación de la función discriminante obtenida. Para el análisis realizado se puede concluir que se han clasificado correctamente un 83,1% de los casos iniciales.

Tabla 16. Resultados de la clasificación

SALARIO	Grupo de pertenencia pronosticado		Total
	entre 589500 y 2947500	más de 2947500	
entre 589500 y 2947500	47	3	50
más de 2947500	8	7	15
entre 589500 y 2947500	94,0	6,0	100,0
más de 2947500	53,3	46,7	100,0

Fuente SPSS Statistics

El modelo permite clasificar particularmente bien al grupo de “entre 589.500 y 2.947.500” pero mal a los del segundo grupo.

Con el fin de conocer las competencias que ayudan a predecir la Antigüedad de los Ingenieros Industriales UIS, se realizó igualmente el análisis de Discriminante y se encontró que hay dos competencias (Capacidad de Emprendimiento y la Responsabilidad Social) que permiten percibir a que grupo de los establecidos para la variable antigüedad, pertenecen los Ingenieros Evaluados.

Tabla 17. Coeficientes estandarizados de las funciones discriminantes canónicas

VARIABLES	FUNCIÓN 1
Capacidad analítica	-0,090
Aplicación de conocimiento	0,020
Generación de conocimiento	-0,161
Liderazgo	-0,595
Trabajo en equipo	-0,725
Capacidad creativa	-0,279
Capacidad de emprendimiento	1,313
Dominio de otros idiomas	0,047
Actitud Investigativa	0,484
Responsabilidad Social	-1,150
Relaciones Interpersonales	0,876
Compromiso Social	0,242
Compromiso Organizacional	0,508

Fuente SPSS Statistics

Se obtuvieron dos funciones discriminantes de las cuales la primera explica el 81,5% de la varianza ( $\lambda$  de Wilks =0,426,  $\chi^2 = 42,68$ ,  $gl = 26$ ,  $p = 0,021$ ). Y el 72,9% de los casos se clasificaron correctamente.

### 10.3.5 Análisis de Correspondencia Simple

El análisis de correspondencia simple (ACS) es el método factorial apropiado para la lectura de tablas de contingencia y se extiende a otras tablas de frecuencia. A continuación se realiza el análisis de correspondencia simple con el fin de encontrar relaciones existentes entre las variables “Nivel del cargo” y “Sector de la empresa”. Inicialmente se muestra la tabla de frecuencia absoluta de relación entre las variables.

Tabla 18. Tabla de frecuencias absolutas de los niveles del cargo

Sector Empresa	Nivel del Cargo							Margen activo
	Directivo	Asesor	Ejecutivo	Profesional	Técnico	Administrativo	Operativo	
Industrial	5	1	0	5	0	7	2	21
Comercio	2	2	1	3	0	0	0	8
Servicios	6	5	3	21	0	10	2	48

Fuente SPSS Statistics

El objetivo es entender cómo se relacionan los sectores y los niveles entre sí, para tal fin se presentan los perfiles de filas y columnas con sus respectivas gráficas en las cuales se pueden observar los pesos del cruce de las variables con el fin de encontrar similitudes en los comportamientos.

De acuerdo con la tabla 19, en el sector Industrial la mayor concentración se presenta en el nivel Administrativo, pero en los sectores Comercio y Servicios sobresale el nivel Profesional.

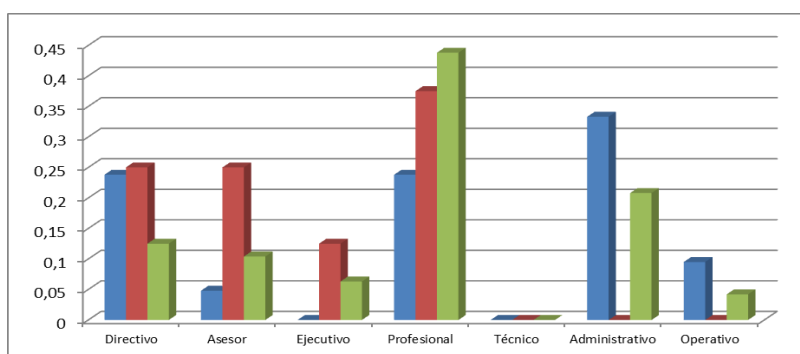
Tabla 19. Tabla perfiles de fila.

Sector de la Empresa	Nivel del Cargo						
	Directivo	Asesor	Ejecutivo	Profesional	Técnico	Administrativo	Operativo
Industrial	0,238	0,048	0	0,238	0	0,333	0,095
Comercio	0,250	0,250	0,125	0,375	0	0	0
Servicios	0,125	0,104	0,063	0,438	0	0,208	0,042

Fuente SPSS Statistics

La Ilustración 23 permite observar más claramente estos resultados.

Ilustración 23. Gráfico perfiles de fila.



Fuente Autores

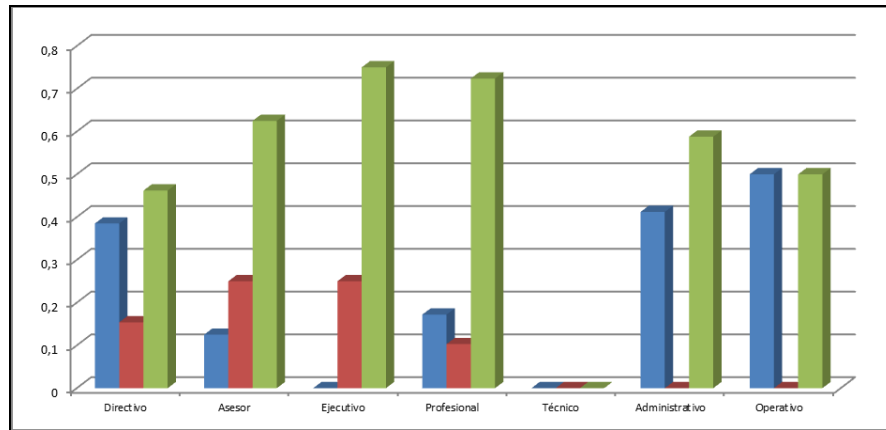
Observando ahora la Tabla 20, Perfiles de Columna se observa que la mayor proporción se encuentra en el Sector Servicios para el nivel de Profesionales, también se puede concluir que la distribución de los sectores en los niveles del Cargo Asesor y Profesional, son bastante semejante con valores [0,125; 0,250; 0,625] y [0,172; 0,103; 0,724], respectivamente.

Tabla 20. Perfiles de columna

Sector Empresa	Nivel de Cargo						
	Directivo	Asesor	Ejecutivo	Profesional	Técnico	Administrativo	Operativo
Industrial	0,385	0,125	0	0,172	0	0,412	0,500
Comercio	0,154	0,250	0,250	0,103	0	0	0
Servicios	0,462	0,625	0,750	0,724	0	0,588	0,500

Fuente SPSS Statistics

Ilustración 24. Gráfica perfiles de columna



Fuente Autores

En la tabla 21 se puede observar que el análisis factorial arroja dos dimensiones, la primera explica el 0,798 y la segunda el 0,202 de la varianza total explicada.

Tabla 21. Análisis de dimensiones realizado

Resumen								
Dimensión	Valor propio	Inercia	Chi-cuadrado	Sig.	Proporción de inercia		Confianza para el Valor propio	
					Explicada	Acumulada	Desviación típica	Correlación
1	0,356	0,127			0,798	0,798	0,091	-0,053
2	0,179	0,032			0,202	1	0,118	
Total		0,159	12,208	,590 <sup>a</sup>	1	1		

a. 14 grados de libertad

Fuente SPSS Statistics

En las tablas 22 y 23 se observa el porcentaje de contribución de las variables en cada uno de los factores, se puede determinar que los sectores Industrial y Comercio contribuyen con el factor 1 y que Servicios con el número 2.

Tabla 22. Variables que contribuyen por fila.

Examen de los puntos de fila									
SEC_E	Masa	Puntuación en la dimensión		Inercia	Contribución				
		1	2		inercia de la dimensión		De la dimensión a la inercia del punto		
					1	2	1	2	Total
Industrial	0,27	-0,84	0,35	0,07	0,54	0,19	0,92	0,08	1,00
Comercio	0,10	1,18	0,92	0,07	0,41	0,49	0,77	0,23	1,00
Servicios	0,62	0,17	-0,31	0,02	0,05	0,33	0,38	0,62	1,00
Total activo	1,00			0,16	1,00	1,00			

Fuente SPSS Statistics

Tabla 23. Variables que contribuyen por columna.

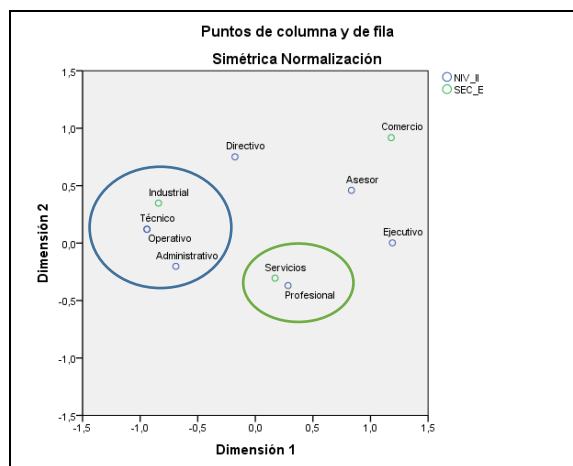
Examen de los puntos columna									
NIV_II	Masa	Puntuación en la dimensión		Inercia	Contribución				
		1	2		De los puntos a la inercia de la dimensión		De la dimensión a la inercia del punto		
					1	2	1	2	Total
Directivo	0,17	-0,18	0,75	0,02	0,01	0,53	0,10	0,90	1,00
Asesor	0,10	0,83	0,46	0,03	0,20	0,12	0,87	0,13	1,00
Ejecutivo	0,05	1,19	0,00	0,03	0,21	0,00	1,00	0,00	1,00
Profesional	0,38	0,28	-0,37	0,02	0,09	0,29	0,54	0,46	1,00
Técnico	0,03	-0,94	0,12	0,01	0,06	0,00	0,99	0,01	1,00
Administrativo	0,22	-0,69	-0,20	0,04	0,30	0,05	0,96	0,04	1,00
Operativo	0,05	-0,94	0,12	0,02	0,13	0,00	0,99	0,01	1,00
Táctico	0,00								
Total activo	1,00			0,16	1,00	1,00			

Fuente SPSS Statistics

En cuanto a las columnas, los niveles Asesor, Ejecutivo y Administrativo son los de mayor contribución con el factor 1 y el Directivo para el factor 2.

Finalmente, se tiene en la gráfica de puntos de Factor 1 contra Factor 2 (Véase Ilustración 25), donde se representan las columnas y las filas (cada una con un color diferente), esta gráfica es bastante concluyente ya que muestra la cercanía que hay entre los niveles Técnico, Operativo y Administrativo con el Sector Industrial, lo que puede reflejar que son los profesionales con estos tipos de perfiles los que se buscan en dicho sector. Por otro lado, se observa que el sector Servicios cuenta en su nómina mayormente con Ingenieros Industriales con cargo de nivel Profesional.

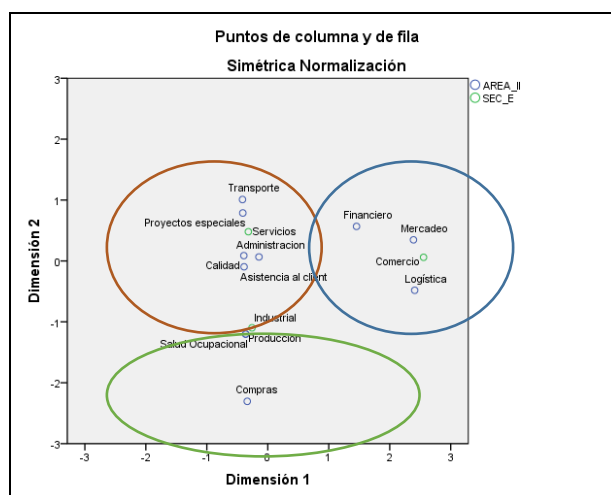
Ilustración 25. Gráfica de puntos de Columna y Fila



Fuente SPSS Statistics

El análisis se realizó de la misma forma para las variables “Área de desempeño”, “Tipo de contratación” y “Salario”, las tablas de correspondencia, perfiles y dimensiones se encuentran en el Anexo K; es interesante el análisis de la gráficas de puntos resultantes, donde se pudo concluir sobre las características del mercado laboral al cual se enfrentan los Ingenieros Industriales en los 3 sectores empresariales.

Ilustración 26. Área y Sector correspondencia simple

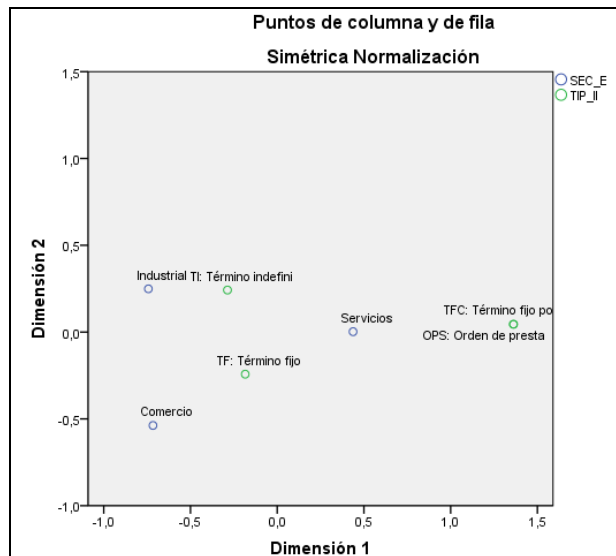


Fuente SPSS Statistics

Para la variable área de desempeño se observa que en el sector Servicios se tiene una gran variedad (Transporte, Proyectos Especiales, Administración, Calidad y Asistencia al cliente), y las demás áreas están distribuidas entre los sectores Industrial (Salud Ocupacional, Producción y Compras) y Comercio (Mercadeo, Financiero y Logística).

En lo que tiene que ver con el Tipo de Contratación no se encuentra mucha cercanía con los Sectores, se puede observar únicamente que en el Sector Industrial se prefieren contratos a término indefinido, en cambio en el Sector Servicios es un tema poco concreto ya que se encuentran lejos de todos los tipos.

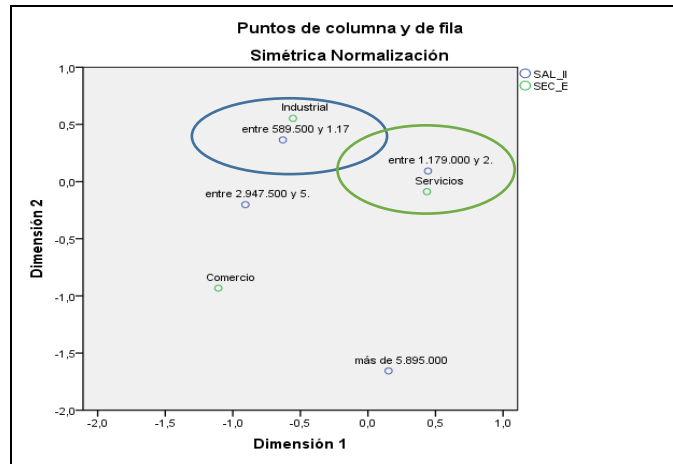
Ilustración 27. Gráfica de Puntos de Fila y Columna (Sector Empresarial - Tipo de Contratación)



Fuente SPSS Statistics

El tema de los salarios que ofrecen los sectores empresariales es importante a la hora de conocer el mercado laboral que existe para los Ingenieros Industriales, después de realizar el análisis de correspondencia simple entre el Salario y el Sector de la empresa, se obtiene que los Ingenieros Industriales de la muestra que laboran en el sector Industrial devengan entre 1 y 2 SMLMV y en contraste en el Servicios tiene más correspondencia con salarios de entre 2 y 5 SMLMV.

Ilustración 28. Gráfica de Puntos de Fila y Columna (Sector Empresarial y Salarios)



Fuente SPSS Statistics

### 10.3.6 Tablas de contingencia para variables de respuesta múltiple

En el análisis de ciertas preguntas que son de múltiple respuesta, se realizaron tablas de contingencia para determinar según las características de las empresas (sector, tamaño y origen de capital) como se realizan los procesos de reclutamiento y selección, cuales consideran son las áreas de conocimiento y las funciones de los Ingenieros Industriales en el Sector Productivo.

A continuación se presentan los resultados obtenidos para cada una de las variables mencionadas.

#### • PROCESOS DE RECLUTAMIENTO Y SELECCIÓN EN LAS EMPRESAS

Las tablas muestran la preferencia en medios de búsqueda y selección de personal de las empresas encuestadas según el sector económico, el origen de capital y el tamaño.

En la tabla 24 presentada a continuación se muestran los porcentajes en los que los empleadores encuestados prefieren ciertos medios de búsqueda de personal. Como se puede observar en el Sector Industrial con un porcentaje de 57,9% se

prefiere a la hora de buscar candidatos tener un conocimiento previo de estos, por ejemplo, en prácticas realizadas con anterioridad en la empresa. Por otro lado, el sector Comercial con un porcentaje de 66,7% prefiere utilizar el banco de recursos humanos propio y por último, el sector de Servicios tiene predilección por las redes sociales, las cuales entraron en auge en los procesos de reclutamiento, con un porcentaje de 51,2%.

Tabla 24. Medios de Búsqueda según el Sector de Empresa

MEDIOS DE BÚSQUEDA	SECTOR EMPRESA		
	INDUSTRIAL	COMERCIO	SERVICIOS
Agencias especializadas de empleo	36,80%	22,20%	24,40%
Banco de recursos humanos de la empresa	36,80%	66,70%	39,00%
Avisos en prensa	26,30%	22,20%	34,10%
Internet	36,80%	22,20%	36,60%
Bolsa de empleo de las universidades	21,10%	44,40%	34,10%
Bolsas de empleo públicas	5,30%	0,00%	0,00%
Conocimiento personal (Ej. Prácticas anteriores en la empresa)	57,90%	22,20%	46,30%
Proceso de Reclutamiento	31,60%	11,10%	12,20%
Redes sociales	36,80%	22,20%	51,20%
Recomendación de terceros	26,30%	44,40%	46,30%

Fuente SPSS Statistics.

Por otra parte, los métodos de búsqueda más utilizados según el origen de capital de la empresa se presentan en la tabla 25. Se puede identificar que en las empresas públicas predomina el conocimiento previo del personal a la hora de empezar a buscar profesionales aptos para cubrir las vacantes de empleo con un 50% de participación, seguido muy de cerca de otros medios tales como Banco de recursos humanos de la empresa, Internet, redes sociales y bolsas de empleo de las universidades. En las organizaciones privadas con un porcentaje de 43,6% de entre los encuestados, los procesos realizados son a través de las redes sociales y Conocimientos previos del personal.

Tabla 25. Medios de Búsqueda según el Origen de Capital

MEDIOS DE BÚSQUEDA	ORIGEN DE CAPITAL			
	ONG	PUBLICA	PRIVADA	MIXTA
Agencias especializadas de empleo	100,00%	25,00%	27,30%	0,00%
Banco de recursos humanos de la empresa	0,00%	41,70%	41,80%	100,00%
Avisos en prensa	0,00%	33,30%	29,10%	100,00%
Internet	0,00%	41,70%	34,50%	0,00%
Bolsa de empleo de las universidades	0,00%	41,70%	30,90%	0,00%
Bolsas de empleo públicas	0,00%	0,00%	1,80%	0,00%
Conocimiento personal (Ej. Prácticas anteriores en la empresa)	100,00%	50,00%	43,60%	100,00%
Proceso de Reclutamiento	100,00%	16,70%	16,40%	0,00%
Redes sociales	0,00%	41,70%	43,60%	100,00%
Recomendación de terceros	100,00%	33,30%	41,80%	0,00%

Fuente SPSS Statistics.

Por último, las preferencias en cuanto al medio de búsqueda de personal según el tamaño de las empresas se presentan en la tabla 26. Como se puede observar las microempresas (1 a 10 trabajadores) utilizan mayormente las redes sociales y las recomendaciones de terceros con un porcentaje de 66,7% cada una. Las pequeñas empresas (11 a 50 trabajadores) prefieren un conocimiento del personal con un 69,6%, seguida de cerca por las redes sociales con un porcentaje de 52,2%.

Además, se observa que las medianas empresas (51 a 200 trabajadores) utilizan mayormente recomendación de terceros con un porcentaje de 66,7%, y con un 50% el banco de recursos humanos propio de la empresa y los avisos en prensa. Por último en las grandes empresas (más de 200 trabajadores) prefieren utilizar el banco de recursos humanos propio con un porcentaje cercano al 50% de entre las empresas estudiadas.

Tabla 26. Medios de Búsqueda según el Tamaño de Empresa

MEDIOS DE BÚSQUEDA	NÚMERO DE TRABAJADORES			
	1 A 10	11 A 50	51 A 200	MÁS DE 200
Agencias especializadas de empleo	33,30%	34,80%	33,30%	19,40%
Banco de recursos humanos de la empresa	33,30%	30,40%	50,00%	48,40%
Avisos en prensa	0,00%	13,00%	50,00%	38,70%
Internet	33,30%	43,50%	33,30%	29,00%
Bolsa de empleo de las universidades	33,30%	21,70%	41,70%	35,50%
Bolsas de empleo públicas	0,00%	4,30%	0,00%	0,00%
Conocimiento personal (Ej. Prácticas anteriores en la empresa)	0,00%	69,60%	25,00%	41,90%
Proceso de Reclutamiento	0,00%	17,40%	8,30%	22,60%
Redes sociales	66,70%	52,20%	25,00%	41,90%
Recomendación de terceros	66,70%	43,50%	66,70%	25,80%

Fuente SPSS Statistics.

Luego de la fase de reclutamiento en las empresas, siguen las pruebas de selección las cuales son muy importantes para encontrar la persona idónea para las vacantes de empleo existentes en la compañía. También se realizaron tablas de contingencia para encontrar el porcentaje de participación que tienen las empresas con cierto tipo de pruebas, clasificándolas nuevamente según el sector, origen de capital y tamaño. Estas tablas se encuentran en el Anexo M. Tablas de contingencia Procesos de Selección.

La validación de la hoja de vida y las entrevistas individuales son las pruebas que se usan primordialmente en todos los sectores. Otras pruebas que toman auge de forma equitativa en los diferentes sectores son las pruebas psicotécnicas, las cuales evalúan las habilidades concretas que se requieren en el puesto de trabajo. La validación de la hoja de vida y las entrevistas individuales se presentan con los mayores porcentajes igualmente, al clasificarlas según el origen de capital y el tamaño de la empresa.

Es importante mencionar que en las empresas públicas y privadas, las pruebas de conocimiento y capacidad, así como las pruebas psicotécnicas se presentan casi en la mitad de los casos, lo cual es un porcentaje relevante para los egresados quienes deben prepararse igualmente en este tipo de evaluaciones.

- **ÁREAS DE CONOCIMIENTO DE LOS INGENIEROS INDUSTRIALES**

El análisis de la pertinencia del programa de Ingeniería Industrial de la UIS se puede realizar a través de la opinión de los empleadores, para conocer dentro del plan curricular del programa académico, donde aumentar los esfuerzos para formar profesionales con mayores competencias laborales.

A través del uso de tablas de contingencia se analizó por sector, tamaño y origen de capital de la empresa las áreas de conocimiento más importantes en cada una de estas, para que los egresados alcancen un alto nivel de desempeño dentro de las organizaciones, tablas que se encuentran en el Anexo L. Tablas de contingencia Áreas de conocimiento.

En el sector Industrial el área de conocimiento que consideran más importante los empleadores en la formación de los egresados es *Dirección de Procesos*, la cual obtuvo un porcentaje de 73,70% entre los encuestados. Por otra parte en el sector Comercial, se obtuvo que *Economía y Finanzas*, *Dirección de Procesos*, *Sistema de Gestión de Calidad*, *Evaluación de Proyectos*, *Administración* y *Planeación Estratégica*, son las áreas de conocimiento más importantes para la formación de profesionales con un porcentaje de 55,6% cada una. Por último, en el sector de Servicios, *Dirección de Procesos*, *Sistema de Gestión de Calidad* y *Evaluación de Proyectos* son las más importantes con porcentajes de 75,60%, 73,20% y 65,90% respectivamente.

Ahora teniendo en cuenta el origen de capital de la empresa, los comportamientos encontrados en el presente estudio respecto a cada una. Se resalta en las empresas públicas que tanto *Control de la Calidad* como *Dirección de Procesos*,

tienen porcentajes muy importantes, con 83,3% cada una, seguidas muy de cerca por Sistema de Gestión de Calidad con un porcentaje de 75 %.

En las empresas privadas se presentan comportamientos similares, se observa que las áreas de conocimiento más importantes son Dirección de Procesos con un porcentaje de 69,10% y Sistemas de Gestión de Calidad con un 60%.

Teniendo en cuenta el tamaño de las empresas según el número de trabajadores, encontramos que las Microempresas optan por preferir Control de la Calidad, Dirección de Procesos y Evaluación de Proyectos como las áreas de conocimiento más importantes en la formación de un Ingeniero Industrial con un porcentaje de 100% cada una.

En las pequeñas empresas el resultado se hace menos radical que en las microempresas, obteniendo que Dirección de Procesos es la área de conocimiento más relevante en los egresados de Ingeniería Industrial con un porcentaje de 66,70%, seguida de Evaluación de Proyectos con un 65,20%.

A medida que aumenta el tamaño de la empresa, se puede notar el cambio de enfoque hacia un nivel más estratégico, Véase Anexo L. En las empresas medianas se obtiene que las áreas de conocimiento más importantes son: Control de Calidad y Planeación Estratégica con porcentajes de 75% cada una. En las grandes empresas es muy importante el conocimiento en Sistemas de Gestión de Calidad con un porcentaje de 71%, seguido por control de Calidad con un 67,7% y Dirección de Procesos con 64,5%, también cabe notar que conocimientos en Evaluación de Proyectos y Planeación Estratégica son muy necesarios en este tipo de organizaciones.

Se les solicito a los empleadores que consideraran en cada una de las áreas de conocimiento los profesionales de otra carrera que considerarían Idóneo para esta labor; los siguientes son los resultados más comunes obtenidos en cada una de las áreas establecidas.

Ilustración 29. Preferencia por profesionales de otras áreas.

Áreas de conocimientos	Profesionales
Economía y Finanzas	Administrador de Empresas, Economista, Ingeniero Financiero
Control de la Calidad	Ingeniero de Calidad
Logística	Ingeniero de Mercados, Administrador de Empresas
Talento Humano	Psicólogo, Trabajador Social
Evaluación de Proyectos	Ingeniero Financiero, Administrador de Empresas
Sistemas de Información	Ingeniero de Sistemas
Mercadeo	Ingeniero de Mercados, Comunicador Social, Publicista
Salud Ocupacional	Médico, Trabajador Social
Gestión Ambiental	Ingeniero Ambiental, Ecólogo, Ingeniero Químico
Administración	Administrador de Empresas, Contador Público, Economista
Planeación Estratégica	Administrador de Empresas

Fuente Autores

## • FUNCIONES DE LOS INGENIEROS INDUSTRIALES

En el estudio de seguimiento a egresados por empleadores una de las preguntas más importantes era conocer cuáles son las funciones que realizan los Ingenieros Industriales según el tipo de empresa. Se realizó un listado de las funciones que se consideraban más trascendentales dadas las áreas de conocimiento propias del programa académico y en el cuestionario que respondían los empresarios se les pidió escoger cuales eran las que predominaban en el profesional a cargo.

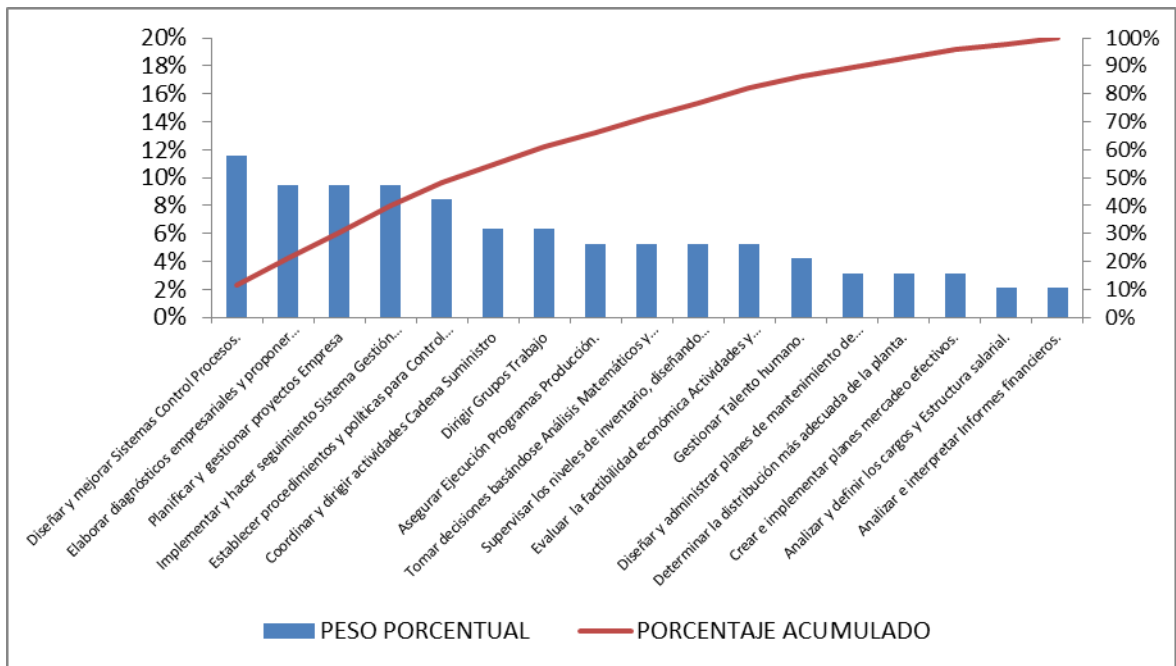
En el Sector Industrial, tal y como se observa en la Ilustración 30, las funciones que predominan son las relacionadas con el Control de procesos, el Control de la Calidad y la Gestión de Proyectos Empresariales.

Las siguientes son las funciones con mayor ocurrencia, que corresponden a más del 60% de las realizadas por los profesionales de Ingeniería Industrial en este sector.

- Diseñar y mejorar Sistemas Control Procesos. 11,58%
- Elaborar diagnósticos empresariales y proponer estrategias Mejora. 9,47%

- Planificar y gestionar proyectos Empresa. 9,47%
- Implementar y hacer seguimiento Sistema Gestión Calidad Empresa. 9,47%
- Establecer procedimientos y políticas para Control Total Calidad. 8,42%
- Coordinar y dirigir actividades Cadena Suministro. 6,32%
- Dirigir Grupos Trabajo. 6,32%

Ilustración 30. Funciones Principales Ingeniero Industrial Sector Industrial



Fuente Autores

Por otra parte en el Sector Comercial, se puede identificar que las tareas que juegan un papel importante son las relacionadas con el Control de procesos, el Control de la Calidad y la Gestión de Proyectos Empresariales, además se puede observar que a diferencia del sector industrial, entra a jugar un papel muy importante la evaluación de la factibilidad económica de los proyectos.

Las siguientes son las funciones más comunes en el sector, que corresponden a casi el 70% de las realizadas por los profesionales de Ingeniería Industrial evaluados en la encuesta.

- Diseñar y mejorar Sistemas Control Procesos. 17,07%
- Implementar y hacer seguimiento Sistema Gestión Calidad Empresa. 17,07%
- Elaborar diagnósticos empresariales y proponer estrategias mejora. 9,76%
- Planificar y gestionar Proyectos Empresa. 9,76%
- Establecer procedimientos y políticas Control Total Calidad. 7,32%
- Evaluar la factibilidad económica de las actividades y proyectos de la empresa. 7,32%

Por último, en el sector Servicios se puede identificar que son las tareas relacionadas con el Control de procesos, el Control de la Calidad y la Gestión de Proyectos Empresariales las que predominan, además a diferencia de los sectores Industrial y Comercial, el proceso de toma de decisiones basadas en análisis financieros entra a ser uno de las principales tareas del Ingeniero Industrial.

Las funciones del control de procesos van perdiendo ocurrencia con respecto a los otros sectores, para enfocarse en la gestión de proyectos y el Análisis Financieros. Las siguientes son las funciones más frecuentes que corresponden a casi el 70% de las realizadas por los profesionales de Ingeniería Industrial de la muestra que laboran en este Sector.

- Planificar y gestionar proyectos de la empresa. 11,17%
- Implementar y hacer seguimiento al sistema de gestión de calidad de la empresa. 10,66%
- Elaborar diagnósticos empresariales y proponer estrategias de mejora. 9,64%
- Diseñar y mejorar sistemas de control de procesos. 8,63%
- Establecer procedimientos y políticas para el control total de la calidad. 7,61%

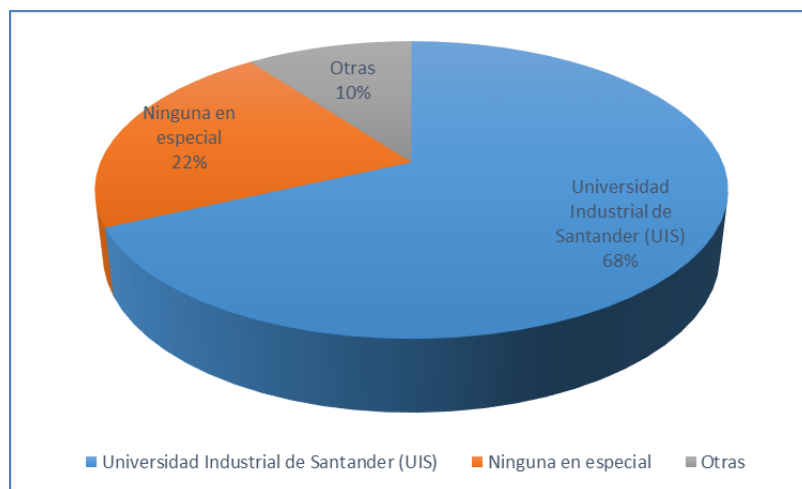
- Coordinar y dirigir actividades de la cadena de suministro. 6,60%
- Tomar decisiones basándose en análisis matemáticos y financieros. 6,60%
- Dirigir grupos de trabajo. 6,09%

### 10.3.7 Institución de Educación Superior de Preferencia

Con el fin de conocer el grado de preferencia que tiene los empleadores encuestados respecto a los profesionales de Ingeniería Industrial de la Universidad Industrial de Santander, se les pregunto cuál era su institución de preferencia y cuál era el motivo de su escogencia. A continuación se presentan los resultados obtenidos.

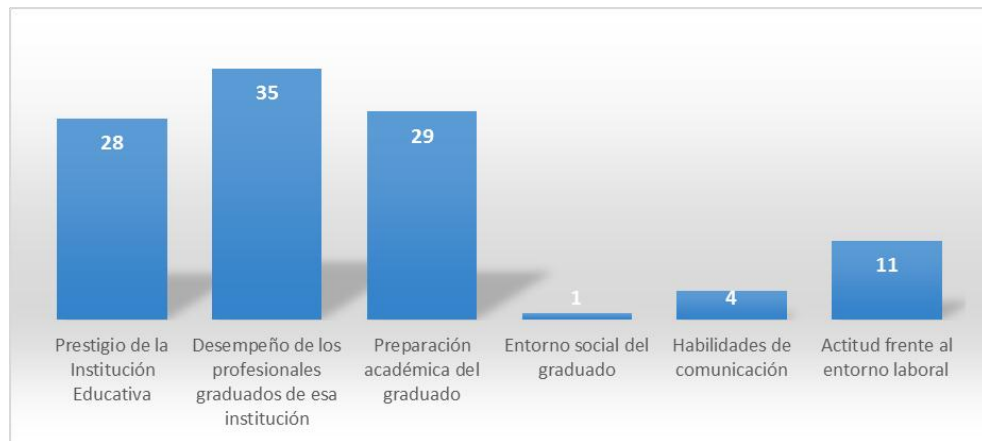
Del total de los encuestados el 68% tienen preferencia por los profesionales de Ingeniería Industrial de la Universidad Industrial de Santander. Al analizar los motivos se observa que las razones más comunes son el desempeño de los profesionales, la preparación académica y el prestigio de la Institución educativa. Entre otras de las respuestas dadas por los encuestados se resalta que los empleadores tienen afinidad con la institución, los consideran como profesionales más económicos en comparación con otras instituciones y tienen habilidades como la recursividad.

Ilustración 31. Institución de Preferencia



Fuente Autores

Ilustración 32. Características en la Contratación de mayor Influencia en el Sector Productivo



Fuente Autores

Es importante revisar en posteriores investigaciones que sucede con la imagen que tienen las empresas acerca del entorno social en que el que se mueve el graduado de ingeniería industrial, sus habilidades de comunicación y su actitud frente al entorno laboral en búsqueda de aumentar el nivel de preferencia.

Un 10% de los encuestados tiene preferencias por otras instituciones (Universidad Nacional de Colombia, Universidad de los Andes y la Universidad Pontificia Javeriana) que ofrece también este programa académico.

Adicionalmente, se les solicito a los empleadores que compararan con una escala de 1 a 10 el dominio de las características por parte de los graduados de Ingeniería Industrial de la UIS frente al dominio mostrado por los profesionales con perfiles afines de otras Universidades de la región o del país. A continuación se presentan los resultados obtenidos.

Según el punto de vista de los empleadores que participaron en el proyecto, las características en las cuales los Ingenieros Industriales de la UIS tienen un nivel más bajo en comparación con perfiles afines de otras universidades son el Dominio de Otros Idiomas, la Responsabilidad Social y la Capacidad Creativa.

Ilustración 33. Comparación Competencias Actitudes y Valores con otras Instituciones



Como un insumo adicional se les pregunto a los empleadores cuales son los software que utilizan en la empresa para sus labores. En la mayoría de los casos las empresas usan software de diseños propios para contabilidad, talento humano y gestión del negocio, también se usa programas para gestión de proyectos como (Microsoft Project) y para diseño como (Solid Edge, Solid Works y Corel Draw) y programas ERP. A continuación se presentan algunos de los software que se usan en las empresas y se pueden encontrar en el mercado, y su funcionalidad. Es importante que los profesionales se familiaricen con los usos de estos programas durante su actividad académica, por tanto se muestran los más comunes con el fin de ofrecer a la Escuela opciones en programas que se podrían adquirir en próximas oportunidades.

Tabla 27. Software Especializado en las Empresas

SOFTWARE ESPECIALIZADO	TEMA
SIIGO	Contabilidad
Gamasof	Software especializado
Goldfire Insight	Software de Innovación
Vantage Point	Búsqueda de conocimiento
Shivam	Consultoría
ZEUS	Contabilidad
Contapyme,	Contabilidad
Nómina Sistem	Talento Humano
Aplicativos Ambientales	Software Gestión Ambiental
Sap	software para la administración de negocios
Nuxeo	Administración de contenidos
STONE	Calidad
Facturación pos	Contabilidad
SAR	Uso de datos de búsqueda y salvamento
SEVEN ERP	ERP
SAGUT	Aplicación para presupuesto

Fuente Autores.

### 10.3.8 Retos Cotidianos del Ingeniero Industrial

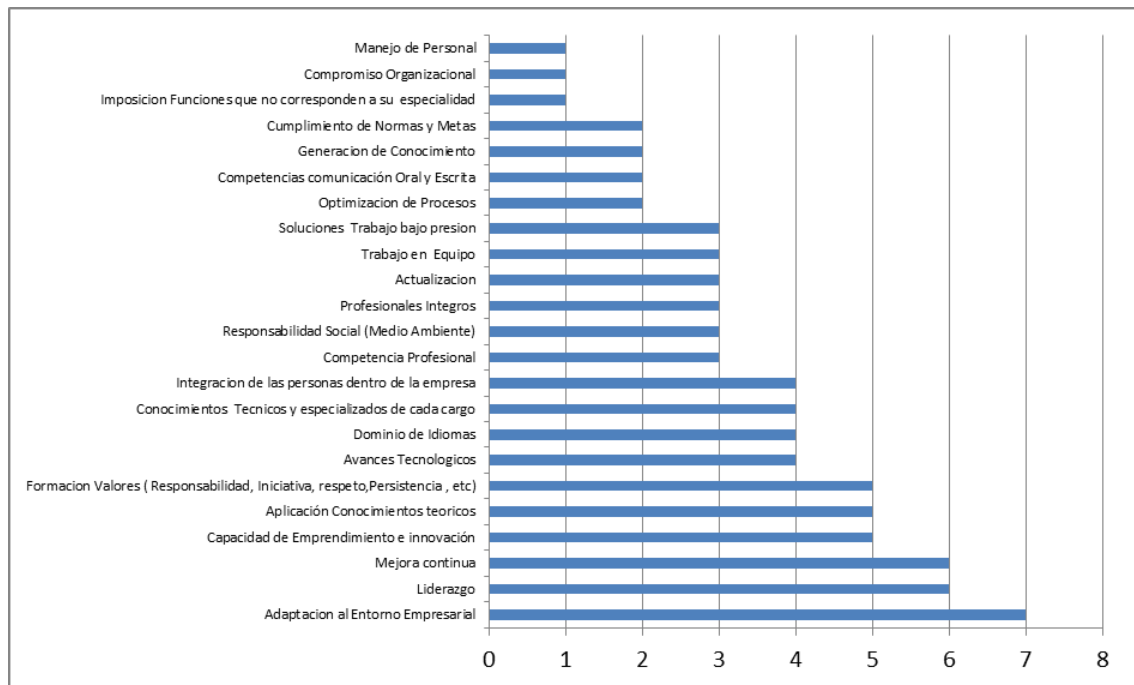
Se les solicitó a los empleadores que consideraran el entorno laboral actual y plantearan cuales eran los retos cotidianos que los Ingenieros Industriales enfrentaban en el desempeño de sus actividades. Esta pregunta fue hecha de forma abierta para poder obtener más información acerca de lo que ellos consideraban importante.

Según la percepción del empleador los retos cotidianos más frecuentes a los cuales se debe enfrentar el graduado de Ingeniería Industrial de la Universidad Industrial de Santander en el ejercicio de su profesión son:(Véase Ilustración 35).

- Adaptación al Entorno Empresarial
- Aptitudes de Liderazgo
- Mejora continua
- Capacidad de Emprendimiento e Innovación
- Aplicación Conocimientos Técnicos
- Formación en Valores

Se puede observar dentro de las opiniones de los empleadores que los Ingenieros Industriales en el sector productivo tienen el principal reto de adaptarse al constante cambio que se ve en el entorno empresarial, tales como las entradas de nuevas tecnologías y nuevos métodos que ayudan a optimizar los recursos. Para esto se debe contar con aptitudes de liderazgo, capacidad de emprendimiento e innovación, debe ser capaz de proponer soluciones rápidas y efectivas ante las situaciones que emergen dentro de la empresa, tener un pensamiento flexible y ser receptivos ante las opiniones de terceros para poder enfrentarse a los desafíos que enfrentan día a día las organizaciones.

Ilustración 34. Retos Cotidianos para los Ingenieros Industriales



Fuente Autores

El Ingeniero Industrial de la UIS debe ser capaz de generar valor agregado a los procesos de las compañías, sus aptitudes de liderazgo y creatividad deben permitirle a estas una mejora continua, haciéndolas más eficientes y competitivas. El profesional debe tener en cuenta que no solo debe desarrollar sus

competencias de conocimiento sino que debe ser integro con las personas que hacen parte de su entorno laboral.

### **10.3.9 Actitud Egresados Ingeniería Industrial UIS**

Los empleadores también respondieron de manera abierta a la pregunta sobre la actitud de los graduados de Ingeniería Industrial frente a los retos que anteriormente habían considerado como los más importantes en el desempeño de las actividades.

Se considera que los egresados de Ingeniería Industrial de la UIS presentan las siguientes actitudes frente a los retos cotidianos a los que se enfrentan en el cumplimiento de sus labores. (Véase Ilustración 35)

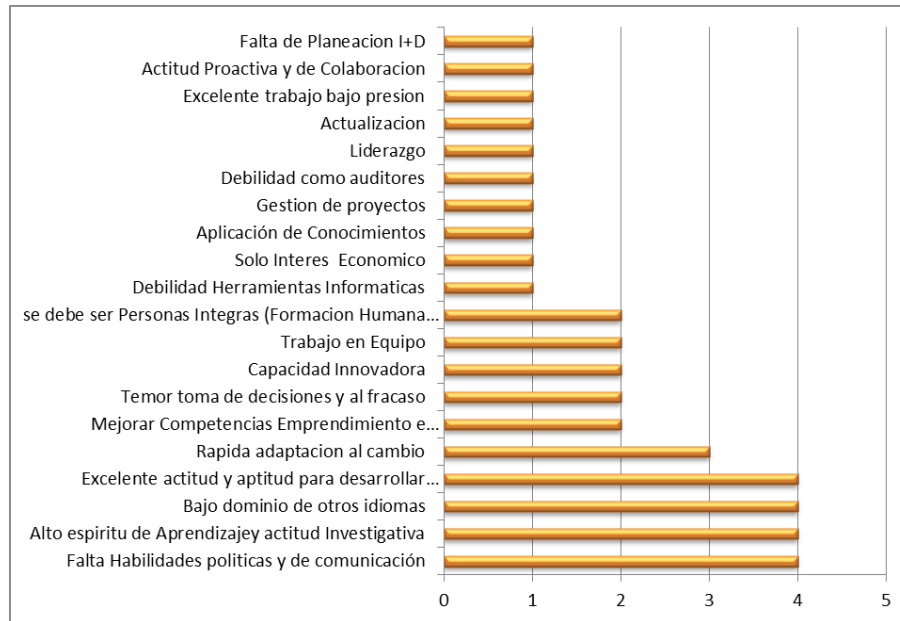
- Falta Habilidades políticas y de comunicación
- Alto espíritu de Aprendizaje y actitud Investigativa
- Bajo dominio de otros idiomas
- Excelente actitud y aptitud para desarrollar actividades
- Rápida adaptación al cambio

Después de analizar las opiniones de los empleadores frente a las actitudes de los Ingenieros Industriales egresados de la UIS, se pudo notar que muchas de ellas apuntaban a la falta de habilidades políticas y comunicativas, las cuales son primordiales para fortalecer los lazos entre los equipos de trabajo y aun más allá, con los clientes y proveedores de la empresa. Además el profesional como parte de su trabajo debe manejar grupos de personas, por lo tanto debe enfocarse en renovar las relaciones humanas, convirtiéndose en una persona social y activa que le permita integrarse de mejor manera en los equipos y actividades de la organización.

Otra actitud que fue mencionada de forma reiterada fue el alto espíritu de aprendizaje y actitud investigativa, el cual hace que sea una persona proactiva y entusiasta en la realización de sus actividades. Además, debido a ese espíritu que

poseen tienden a ser innovadores, creativos y persistentes en sus tareas, notándose un alto nivel de desempeño en comparación con egresados de perfiles afines de otras universidades. Todo esto les permite adaptarse fácil y rápidamente a los requerimientos que el entorno empresarial exige de ellos.

Ilustración 35. Actitudes de los Ingenieros Industriales de la UIS frente a los Retos Cotidianos



Fuente Autores

Una de las deficiencias que poseen los Ingenieros Industriales de la UIS de la muestra, es el bajo dominio de idiomas en comparación con graduados de otras Universidades, esto hace que en muchas ocasiones sea visto como una debilidad dentro de su perfil profesional.

### 10.3.10 Recomendaciones en la Formación Académica de los Ingenieros Industriales

Finalmente se les pidió a los Empleadores que teniendo en cuenta las transformaciones económicas, sociales y tecnológicas, nos brindarán cuales eran sus recomendaciones en la formación académica de los Ingenieros Industriales de la UIS para que alcancen un desempeño laboral satisfactorio. A continuación

se presentan las recomendaciones que los diversos empleadores dieron para que se implementen dentro de la formación de los Ingenieros Industriales en sus programas académicos, o para que los egresados tengan en cuenta a la hora de desempeñarse dentro del Sector Productivo

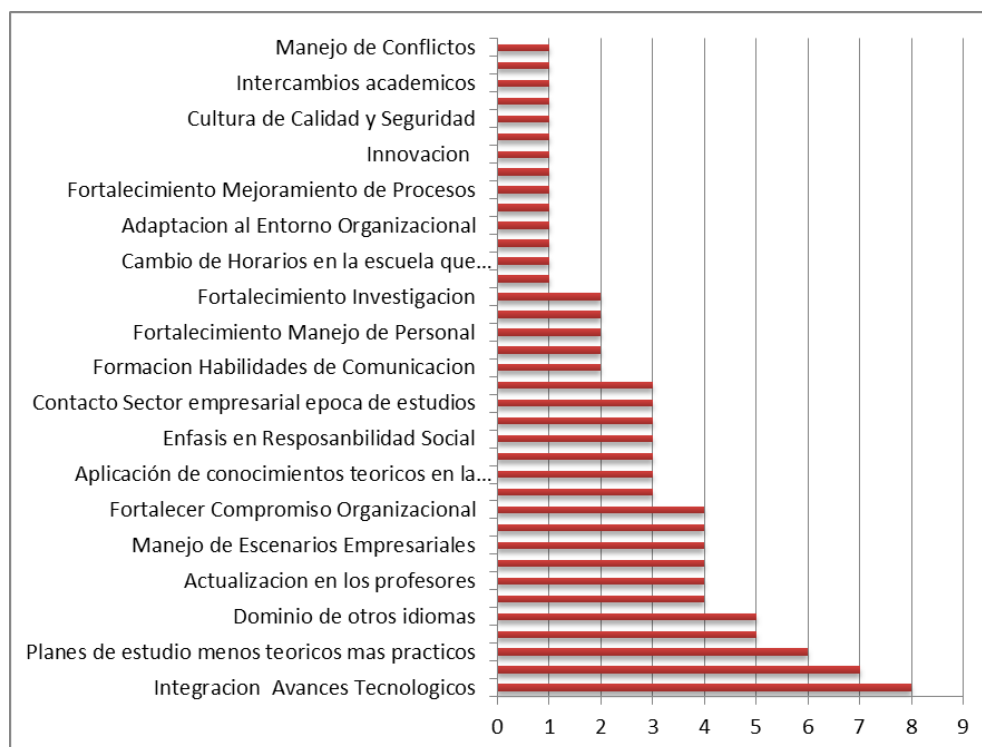
- Integración Avances Tecnológicos
- Desarrollo Competencias de Liderazgo
- Planes de estudio menos teóricos más prácticos
- Educación en Valores
- Dominio de otros idiomas
- Conocimientos teóricos y prácticos en Sistemas de Gestión Integrados
- Actualización en los profesores
- Actualización en todas las áreas de conocimiento
- Manejo de Escenarios Empresariales
- Desarrollo Habilidades Sociales y Presentación Personal

En general los Empleadores recomiendan que se integre la tecnología al proceso académico, profundización en valores relacionados con las relaciones interpersonales, desarrollo de competencias de liderazgo, expresión, manejo de escenarios con diferentes públicos y manejo de conflictos.

También se recomiendan horarios accesibles para permitirle al estudiante trabajar y estudiar al tiempo lo que le permita un acceso al entorno laboral desde su proceso académico. Docentes con experiencia laboral que permiten enseñar con un punto de vista empresarial.

Incluir temáticas académicas como Responsabilidad Social, Normas ISO y OHSAS, desarrollo y experimentación de ERP's, gestión empresarial, emprendimiento y normatividad legal.

Ilustración 36. Recomendaciones Formación Académica Ingenieros Industriales



Fuente Autores

### 10.3.11 Perfil del Ingeniero Industrial

Con el fin de obtener los perfiles de los profesionales solicitados por las empresas se realizó un análisis descriptivo del grado de importancia que tienen las Competencias, Actitudes y Valores para los empleadores que participaron en el estudio y se estableció cual es el perfil de Ingenieros Industriales que desean en su compañía.

- ✓ Profesionales comprometidos con sus empresas y con el crecimiento y desarrollo de las mismas.
- ✓ Personas que desarrollen excelentes relaciones interpersonales lo que involucra una eficiente y adecuada forma de comunicación.
- ✓ Ingenieros capaces de trabajar en equipo y ser un elemento importante de este.

- ✓ Tener la capacidad de analizar los problemas a la cual se enfrentan en su labor diaria y tener la habilidad de aplicar sus conocimientos en la solución de estos.
- ✓ Ser líderes integrales.
- ✓ Responsables con sus deberes y obligaciones tanto con la compañía como con la sociedad.

Tabla 28. Importancia de las variables

<b>Variables</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Media</b>	<b>Varianza</b>	<b>Moda</b>
Compromiso Organizacional	5,00	10,00	9,42	0,92	10,00
Relaciones Interpersonales	5,00	10,00	9,14	1,17	10,00
Trabajo en equipo	5,00	10,00	9,09	1,23	10,00
Capacidad analítica	5,00	10,00	9,08	1,11	10,00
Liderazgo	5,00	10,00	9,00	1,26	10,00
Aplicación de conocimiento	5,00	10,00	8,99	1,18	10,00
Responsabilidad Social	4,00	10,00	8,88	1,40	10,00
Generación de conocimiento	3,00	10,00	8,81	1,45	10,00
Capacidad de emprendimiento	4,00	10,00	8,64	1,34	10,00
Capacidad creativa	5,00	10,00	8,57	1,36	10,00
Compromiso Social	3,00	10,00	8,51	1,55	10,00
Actitud Investigativa	3,00	10,00	8,29	1,63	8,00
Dominio de otros idiomas	1,00	10,00	7,04	2,17	6,00

Fuente SPSS Statistics

A la hora de asociar las características que identifican a los Ingenieros Industriales que requieren los Empleadores evaluadores, con el programa de estudio y/o con las actividades complementarias que ofrece la universidad se pudo obtener las siguientes conclusiones:

- Es importante llevar a las aulas el concepto de compromiso organizacional y mostrar el nivel de importancia que esta competencia tiene a la hora de su desarrollo profesional.
- Eventos y grupos de participación que incentiven el mejoramiento de las Relaciones Interpersonales.
- Los valores deben ser un tema tratado con mayor continuidad.
- Deben crearse actividades que fomenten la comunicación y el manejo efectivo de conflictos.

- Se debe profundizar en el tema del líder integral y mostrarle a los futuros ingenieros lo importante que es para su vida profesional, ser un elemento importante de cualquier grupo de trabajo. Los empleadores no requieren profesionales que solo sigan las reglas, además buscan talento humano que aporte al mejoramiento de todos los componentes del sistema.
- Debe incluirse el concepto de Responsabilidad Social y aprender a identificar la valoración positiva o negativa que tienen las decisiones que se tomen a nivel laboral y personal sobre la sociedad.

## OBSERVACIONES

- Los estudios de seguimiento a egresados desde la perspectiva de los empleadores son una fuente fidedigna del impacto que tienen los profesionales de cada área en el mercado laboral; tal como se presenta en este estudio, se puede obtener información valiosa acerca de las características que requiere el egresado para mejorar su desempeño en el ámbito laboral, así como evidenciar las necesidades del sector productivo respecto a la búsqueda de talento humano idóneo para sus compañías.
- El vínculo de la Universidad con el sector productivo refuerza la obtención de información pertinente para la toma de decisiones a nivel académico y ayuda a las empresas a acceder de primera mano a los perfiles de los egresados, lo que beneficia a los grupos de interés involucrados.
- El aprovechamiento de las redes sociales en estudios de seguimiento a graduados, así como de plataformas electrónicas, facilita la interacción entre los egresados, el sector productivo y la universidad. Esto ayuda a mantener contacto directo entre ellos y a publicitar los diferentes servicios ofrecidos por la Universidad a nivel regional y nacional.
- Las encuestas realizadas a través de medios electrónicos son la forma más eficiente a la hora de desarrollar estudios de seguimiento a egresados desde la perspectiva de los empleadores, a pesar que la participación del sector productivo en este tipo de investigaciones es baja y requiere mayores recursos humanos y financieros.
- Conocer el punto de vista de los empleadores del papel que juega el egresado de Ingeniería Industrial de la UIS dentro de las organizaciones, permite

la generación de estrategias que ayuden a tomar decisiones acordes respecto al fortalecimiento del programa educativo.

- Muchos de los empleadores concuerdan con que el principal reto de los Ingenieros Industriales egresados de la UIS, es la adaptación al constante cambio presente en el entorno empresarial, tales como la entrada de nuevas tecnologías y métodos a favor de la optimización de los procesos.
- Los estudios de seguimiento a egresados desde la perspectiva de los empleadores son una fuente fidedigna del impacto que tienen los profesionales de cada área en el mercado laboral; tal como se presenta en este estudio, se puede obtener información valiosa acerca de las características que requiere el egresado para mejorar su desempeño en el ámbito laboral, así como evidenciar las necesidades del sector productivo respecto a la búsqueda de talento humano idóneo para sus compañías.
- El vínculo de la Universidad con el sector productivo refuerza la obtención de información pertinente para la toma de decisiones a nivel académico y ayuda a las empresas a acceder de primera mano a los perfiles de los egresados, lo que beneficia a los grupos de interés involucrados.
- El aprovechamiento de las redes sociales en estudios de seguimiento a graduados, así como de plataformas electrónicas, facilita la interacción entre los egresados, el sector productivo y la universidad. Esto ayuda a mantener contacto directo entre ellos y a publicitar los diferentes servicios ofrecidos por la Universidad a nivel regional y nacional.

## RECOMENDACIONES

- Realizar los Estudios de Opinión a Empleadores de manera periódica que les permita obtener información de primera mano y de forma continua, con un proceso preliminar de Planificación que resulte en un cronograma periódico de actividades.
- Para reforzar los vínculos entre el sector productivo y la Universidad, se debe mantener el contacto con los egresados, quienes son la fuente principal de información de la Universidad dentro de las organizaciones a través de la creación de espacios virtuales en Redes Sociales y las plataformas institucionales.
- Se recomienda establecer estrategias de integración, donde a través de encuentros empresariales dentro de la institución se puedan debatir temas de interés para ambos; estrategias de empleo, donde la universidad sea un puente de oportunidad de empleo para los egresados y de reclutamiento de personal calificado para las compañías y estrategias de contacto permanente, donde se actualiza de forma constante la información pertinente a las empresas.
- Realizar los Estudios de Opinión a Empleadores de manera periódica que les permita obtener información de primera mano y de forma continua, con un proceso preliminar de Planificación que resulte en un cronograma periódico de actividades.
- Para reforzar los vínculos entre el sector productivo y la Universidad, se debe mantener el contacto con los egresados, quienes son la fuente principal de información de la Universidad dentro de las organizaciones a través de la creación de espacios virtuales en Redes Sociales y las plataformas institucionales.

- Se recomienda establecer estrategias de integración, donde a través de encuentros empresariales dentro de la institución se puedan debatir temas de interés para ambos; estrategias de empleo, donde la universidad sea un puente de oportunidad de empleo para los egresados y de reclutamiento de personal calificado para las compañías y estrategias de contacto permanente, donde se actualiza de forma constante la información pertinente a las empresas.
- El éxito en los estudios de seguimiento a egresados desde la perspectiva de los empleadores se basa en la alta participación de las empresas en el diligenciamiento de las encuestas. Durante el trabajo de campo realizado para recolectar información, existen diferentes formas de hacerlo, si es de forma personal o telefónico se recomienda contar con un equipo de personas acorde a los requerimientos del estudio y con conocimiento suficiente sobre este; si es realizado a través de encuestas electrónicas se debe poseer una plataforma adecuada y publicitar de manera atractiva para que los empleadores sientan que su opinión es de suprema importancia para la institución.
- Es importante reconocer que el instrumento de medición utilizado debe ser sometido a un proceso de revisión por expertos en el tema de la sicometría con el fin de revisar todas las características y mejorar la forma como el instrumento mide las variables que se desean medir y el menor nivel posible de variabilidad en la interpretación de las preguntas por parte de los encuestados.

## BIBLIOGRAFÍA

ACEVEDO Julio Cesar, GALVIS ORTÍZ Carlos Alberto, BOTERO MONTOYA Horacio, Grupo de Investigación en Comunicación y Relaciones Corporativas (CORPUS), Facultad de Comunicación de la Universidad de Medellín, 2009.

ALMALAUREA. [En línea]. Disponible en: <<http://www.almalaurea.it/es>>

ALMONACID Paula, MONTES Isabel Cristina, VÁSQUEZ Juan José REVISTA ECOS DE ECONOMÍA UNIVERSIDAD EAFIT 2009 p. 28

ARIAS TORRES, et al evaluación de la pertinencia social de los programas académicos de pregrado de la facultad de ingenierías Físico-Mecánicas de la Universidad Industrial de Santander; Biblioteca UIS, 2003

ARIZA ALDANA Mónica Bibiana, CHANAGÁ MEZA Liliana Andrea, DÍAZ MELGAREJO Cristhian Guillermo, GARCÍA DUARTE Diego Andrés, PIMIENTO VALENCIA Ruth Marcela 2003 Tesis (Ingeniería Industrial) Universidad Industrial de Santander.

BERLANGA SILVENTE Vanesa, RUBIO HURTADO María José, VILÀ BAÑOS Ruth. Cómo aplicar árboles de decisión en SPSS. Universitat de Barcelona. España, 2013.

BERMÚDEZ GOMEZ, Mary. CONSTRUCCIÓN Y APLICACIÓN DE UN INSTRUMENTO PARA LA EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO ACADÉMICO Y LABORAL DE LOS EGRESADOS DE UN PROGRAMA DE MEDICINA, Pontificia Universidad Javeriana, Diciembre 2005.

CALLEJA GÓMEZ, Agustín José. Minería de datos con weka para la predicción del precio de automóviles de segunda mano. España, 2010, 95 h. Proyecto fin de carrera (ingeniería informática). Universidad Politécnica De Valencia. Escuela Técnica Superior De Informática Aplicada.

CAMPOS RUEDA, Ramón Alberto; DEVIA ANGARITA, Carolina; PARRA ORTEGA, Oscar Javier; DELGADO, Diego Julián; POSSO CUELLAR, Julián; BECERRA ARDILA, Luis Eduardo, DIR.; QUINTERO DUARTE, Marcell Alexander; ROJAS COTE, Diego Fernando; CORREDOR MONTAGUT, Martha Vitalia, DIR. 2003 Tesis (Ingeniería Industrial). Universidad Industrial de Santander.

CENTRO UNIVERSITARIO DE DESARROLLO. Proyecto ALFA Nro. DCI-ALA/2008/42. "Aseguramiento de la Calidad: políticas públicas y gestión universitaria". [On Line]. Chile, 2009. Disponible en:[http://www.cinda.cl/proyecto\\_alfa/download\\_finales/8MarcodereferenciaparaelProyectosobreAQ.pdf](http://www.cinda.cl/proyecto_alfa/download_finales/8MarcodereferenciaparaelProyectosobreAQ.pdf)

COSSIO, Liliana y Otros. Creación de un sistema piloto de información para seguimiento a los graduados de la Universidad Pontificia Bolivariana-Facultad de Trabajo Social. Medellín: Universidad Pontificia Bolivariana, 2009

DALLAS Johnson MÉTODOS MULTIVARIADOS APLICADOS AL ANÁLISIS DE DATOS EDITORIAL THOMSON PARANINFO, S.A. 2000

Desde AlmaLaurea hasta EAL-NET. [En línea]. Disponible en: <[http://www.mineducacion.gov.co/cvn/1665/articles-137378\\_archivo\\_pdf17.pdf](http://www.mineducacion.gov.co/cvn/1665/articles-137378_archivo_pdf17.pdf)>

DUQUE SALAZAR, Juan Alejandro et al. BOLENTÍN N° 3 OBSERVATORIO DE GRADUADOS – EGRESADOS ANDINA [disponible en: <[http://www.funandi.edu.co/Akira2\\_bk/images/stories/pdf/ogea.pdf](http://www.funandi.edu.co/Akira2_bk/images/stories/pdf/ogea.pdf)>; 2012

ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES Consultado en la página web <[carpintero.uis.edu.co](http://carpintero.uis.edu.co)>

ESTACIO Alexander, MILLÁN Natalia, OLIVERA Mauricio, PARRA TORRADO Mónica. FEDESARROLLO Versión Ejecutiva 2010

ESTATUTOS UNIANDINOS. Asociación de egresados de la Universidad de los ANDES Bogotá, 2001.

FELGAER, Pablo. Optimización de redes bayesianas basado en técnicas de aprendizaje por inducción. Buenos Aires, 2005, 145 p. Tesis (Maestría en Ingeniería Informática). Universidad de Buenos Aires. Facultad de Ingeniería.

GALLARDO ARANCIBIA, José Alberto. Metodología para el desarrollo de proyectos de minería de datos CRISP-DM [en línea]. [Consultado 10 de mayo de 2013]. Disponible en: [http://www.oldemarrodriguez.com/yahoo\\_site\\_admin/assets/docs/Documento\\_CRISP-DM.2385037.pdf](http://www.oldemarrodriguez.com/yahoo_site_admin/assets/docs/Documento_CRISP-DM.2385037.pdf) .

GARTNER ISAZA Lorena. LINEAMIENTOS PARA EVALUAR LA PERTINENCIA DE LOS PROGRAMAS ACADÉMICOS DE LA UNIVERSIDAD DE CALDAS Manizales 2010.

GRADUADOS COLOMBIA, Observatorio Laboral para la Educación “Quienes Somos” [en línea] [consultado el 6 de mayo de 2013] Disponible en: <<http://www.graduadoscolombia.edu.co/html/1732/article-143157.html>>

HAIR Joseph, ANDERSON Rolph, TATHAM Ronald, BLACK William ANÁLISIS MULTIVARIANTE 5 Edición PRENTICE-HALL 2007 p 492

LOWDEN Kevin, HALL Stuart, ELLIOT Delly, LEWIN Jon, Employers’ Perceptions of the Employability Skills of New Graduates. University of Glasgow. Escocia, 2011.

MEMORIAS DEL PRIMER encuentro nacional de oficina de egresados. Medellín, 2005. p. 345.

MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL. Convocatoria para conformar un banco de elegibles para el fomento a la acreditación institucional [en línea] MINISTERIO DE EDUCACIÓN Disponible en: <<http://www.mineduccion.gov.co/1621/w3-article-318589.html>>[Actualizado Mayo 31 de 2013]

MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL. Acreditación de alta calidad garantiza a recién graduados universitarios un mayor salario y vinculación laboral. En: Centro Virtual de Noticias de la Educación [en línea]. Disponible en: <http://www.mineduccion.gov.co/cvn/1665/w3-article-312791.html>

MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL. Convocatoria para apoyar proyectos que fortalezcan el proceso de seguimiento a graduados en las instituciones de educación superior. [En línea]. MINISTERIO DE EDUCACIÓN. Disponible en: <<http://www.mineduccion.gov.co/1621/article-174910.html>> [Actualizado el 28 de Octubre de 2008]

Nivel de satisfacción de los empleadores con los egresados graduados UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA OFICINA DE PLANEACIÓN ADMINISTRACIÓN DE LA INFORMACIÓN ESTRATÉGICA; 2011

OBSERVATORIO LABORAL PARA LA EDUCACIÓN- RED SEIS [En línea] Ministerio de Educación Nacional [disponible en:] <<http://www.graduadoscolombia.edu.co/html/1732/article-142275.html>>

PARRA CASTRILLÓN Eucario, LONDOÑO GIRALDO Eliana, Revista Virtual Universidad Católica del Norte”, [en línea], ISSN 0124-5821, #22, [Sep. – Dic. 2007]. Acceso a través de: [www.ucn.edu.co](http://www.ucn.edu.co)

PEÑA Daniel, ANÁLISIS DE DATOS MULTIVARIANTES 1ª Edición Mc Graw Hill Interamericana de España 2002 p 201

POLITICAS Y SEGUIMIENTO A GRADUADOS DE LA RED DE OFICINAS Y CENTROS DE GRADUADOS DEL SUROCCIDENTE COLOMBIANO [disponible en la web]; <[http://www.graduadoscolombia.edu.co/html/1732/articles-142270\\_.pdf](http://www.graduadoscolombia.edu.co/html/1732/articles-142270_.pdf)>

RAMÍREZ CARDONA, Ricardo; Presentación OGEA – [En línea] Ponencia [disponible en:]; <<http://prezi.com/mejpb6tyedf26/presentacion-ogea-ponencia/>>

RAMOS, Teófilo MANUAL DE INSTRUMENTOS Y RECOMENDACIONES SOBRE EL SEGUIMIENTO DE EGRESADOS. RED GRADUA2 / ASOCIACIÓN COLUMBUS. Monterrey, Nuevo León, México, 2006.

RED CARIBE ANTECEDENTES [En línea] Ministerio de Educación Nacional [disponible en:]; <<http://www.graduadoscolombia.edu.co/html/1732/article-142272.html>>

SAAVEDRA, Gustavo Andrés. Estructura observatorio laboral para la educación. Bogotá, 2007.

SCHOMBURG Harald, Manual para Estudios de Seguimiento de Graduados Universitarios. CENTRO PARA LA INVESTIGACIÓN SOBRE LA EDUCACIÓN SUPERIOR Y EL TRABAJO (UNIVERSIDAD DE KASSEL), Alemania, 2004.

UNIVERSIDAD DE COLIMA. Estudio de Opinión de Empleadores. [En línea]. México, Agosto 2008. Disponible en: <<http://www.ucol.mx/acerca/coordinaciones/cgd/pregrado/files/estest/Empleadores.pdf>>

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER Tomado del Portal Institucional [www.uis.edu.co](http://www.uis.edu.co)

VILLAMIZAR LEÓN, Maryory; Et al. Evaluación de la Pertinencia Social de los Programas Académicos de la Universidad Industrial De Santander - Facultad De Salud. Universidad Industrial de Santander .2003