

Maestría en Ingeniería Industrial

**METODOLOGÍA DE IDENTIFICACIÓN Y MEDICIÓN DEL RIESGO
OPERATIVO DE DESERCIÓN ESTUDIANTIL EN EL DEPARTAMENTO DE
INGENIERÍA INDUSTRIAL DE LA PONTIFICIA UNIVERSIDAD
JAVERIANA.**

Presentado por:

FANNY ANDREA CAMACHO ORTIZ

Ingeniera Industrial

Tutor Trabajo de Grado:

ING. JUAN CARLOS GARCÍA DÍAZ



FACULTAD DE INGENIERÍA

MAESTRÍA EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

2018

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	9
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	10
2. JUSTIFICACIÓN	11
3. MARCO TEÓRICO	13
3.1. Riesgos y Metodologías de Gestión o Administración de Riesgos	14
3.1.1. Concepto de Riesgo.....	14
3.1.2. Administración y Gestión del Riesgo.....	14
3.1.3. Concepto de Riesgo Operativo y Aspectos Generales	15
3.1.4. Buenas Practicas para la Gestión del Riesgo Operativo: Identificación, Evaluación, Medición, Monitoreo y Control	17
3.1.5. Metodologías para Gestión del Riesgo Operativo Aplicadas en Diversidad de Campos.....	19
3.1.6. Recolección de Datos para la Medición del Riesgo Operativo	24
3.1.7. Metodologías para la Medición de Riegos	25
3.1.8. Metodologías de Gestión del Riesgo en Instituciones Educativas y en Deserción Estudiantil	33
3.2. Deserción Estudiantil.....	39
3.2.1. Definición de Deserción y Deserción Estudiantil.....	39
3.2.2. Análisis de la Deserción según ámbitos relacionados	39
3.2.3. Factores sobre Deserción Estudiantil	40
4. OBJETIVOS	42
4.1. Objetivo General.....	42
4.2. Objetivos Específicos	42
5. METODOLOGIA	42
5.1. Diseño Metodológico.....	42
5.2. Descripción de las Etapas Metodológicas.....	43

6. ESTRUCTURACIÓN DEL PROBLEMA Y CARACTERIZACIÓN DE PROCESOS.....	46
6.1. Estructuración del Problema	46
6.1.1. Conceptos Institucionales sobre Deserción y Estado Actual de la Pontificia Universidad Javeriana.....	46
6.1.2. Principales Aspectos del Problema.....	48
6.1.3. Principales Actores Relevantes	48
6.1.4. Relación Entre Actores Relevantes	49
6.2. Etapa 1: Análisis de Procesos de la Pontificia Universidad Javeriana y del Departamento de Ingeniería Industrial	50
6.3. Selección de los Procesos Operativos Relacionados	54
7. METODOLOGÍA DE ANÁLISIS DE RIESGOS	54
7.1. Etapa 2: Categorizar los Posibles Eventos de Pérdida.....	54
7.2. Etapa 3: Nivel de Severidad.....	55
7.3. Etapa 4: Identificar Indicadores de Riesgo	55
7.4. Etapa 5: Establecer la Relación entre los Indicadores de Riesgo y los Eventos de Pérdida	57
7.5. Etapa 6: Selección y Construcción del Modelo Cuantitativo Idóneo para la Metodología de Riesgos en Estudio.....	60
7.5.1. Viabilidad del Método de Mapas de Riesgo (Matriz RAM)	61
7.5.2. Viabilidad del Método de Redes Bayesianas	61
8. APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA AL DEPARTAMENTO DE INGENIERA INDUSTRIAL	62
8.1. Construcción del Modelo Cuantitativo de Redes Bayesianas	62
8.1.1. Modelo Cuantitativo de Redes Bayesianas-Enfoque Universidad	62
8.2. Etapa 7: Resultados y Validación del Modelo de Redes Bayesianas	69
8.2.1. Resultados Aplicación del Modelo de Redes Bayesianas	69
8.2.2. Modelo Cuantitativo de Redes Bayesianas-Enfoque Estudiante.....	71

8.2.3.	Modelo Cuantitativo de Redes Bayesianas-Enfoque Entorno.....	76
8.2.4.	Análisis de Resultados Modelo Redes Bayesianas.....	82
8.3.	Etapa 8: Obtención de la Distribución de Pérdida	82
8.3.1	Análisis de Resultados de las Distribuciones de Perdida	86
9.	ESTRATEGIAS PARA MITIGACIÓN DEL RIESGO.....	88
9.1.	Etapa 9: Formulación Medidas de Mitigación.....	88
9.1.1.	Medida de Mitigación por Medio de la Mejora del Indicador De Orientación Vocacional.....	88
9.1.2.	Medida de Mitigación con la Mejora del Indicador de Relación Profesor-Estudiante	90
9.1.3.	Medida de Mitigación con la Mejora del Indicador de Estado y Mantenimiento de Equipos de Estudio.....	92
10.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	94
10.1.	Conclusiones	94
10.2.	Recomendaciones	95
	REFERENCIAS	96

TABLA DE TABLAS

Tabla 1.	Tasa de deserción y número de matriculados en los programas de la Facultad de Ingeniería.	11
Tabla 2.	Tasa de deserción y número de matriculados en los programas de la Facultad de Ingeniería Vs Costos de Matricula.....	12
Tabla 3.	Proceso seleccionado para análisis y descripción del proceso	54
Tabla 4.	Indicadores de Riesgo para la Categoría de Deserción con enfoque a la Universidad.....	55
Tabla 5.	Indicadores de Riesgo para la Categoría de Deserción con enfoque al estudiante	56

Tabla 6. Indicadores de Riesgo para la Categoría de Deserción con enfoque al entorno	57
Tabla 7. Relación Indicadores - Deserción con enfoque a la Universidad.....	57
Tabla 8. Relación Indicadores - Deserción con enfoque al estudiante.....	58
Tabla 9. Relación Indicadores - Deserción con enfoque al entorno.....	59
Tabla 10. Relación de las Metodologías y técnicas cuantitativas – ventajas y desventajas.....	60
Tabla 11. Costos matricula IING en universidades de similar estamento académico...	63
Tabla 12. Total profesores semestrales de planta/catedra-Promedios semestrales de tutorías profesores planta/catedra en IING.....	67
Tabla 13. Probabilidad de aprobar o reprobado materias de componentes básicos IING semestres cohortes (2013-2017).....	72
Tabla 14. Análisis de Sensibilidad Indicadores Subcategoría Costos altos y disponibilidades para estudiar.....	77
Tabla 15. Análisis de Sensibilidad Indicadores Subcategoría Expectativas incumplidas Dpto. / Universidad	77
Tabla 16. Análisis de Sensibilidad Indicadores Subcategoría Calidad y experiencia en el personal docente.....	78
Tabla 17. Análisis de Sensibilidad Indicadores Subcategoría Deserción por Insuficientes recursos de estudio.....	78
Tabla 18. Análisis de Sensibilidad Indicadores Subcategoría Motivos psicológico de motivación y emocionales del estudiante.....	79
Tabla 19. Análisis de Sensibilidad Indicadores Subcategoría Bajo rendimiento académico.....	79

Tabla 20. Análisis de Sensibilidad Indicadores Subcategoría Características socioeconómicas de bajos ingresos	80
Tabla 21. Análisis de Sensibilidad Indicadores Subcategoría Influencias familiares y del entorno del estudiante.	80
Tabla 22. Análisis de Sensibilidad Indicadores Subcategoría Estado macroeconómico	81
Tabla 23. Distribuciones de Probabilidad para las categorías/eventos de Deserción enfocadas a Universidad, Estudiante y Entorno.	81
Tabla 24. Distribuciones de probabilidad del monto de pérdida. Subcategoría costos y disponibilidades para estudiar.	83
Tabla 25. Distribuciones de probabilidad del monto de pérdida.	84
Tabla 26. Pérdida Total por estudiantes desertores en el Dpto. de Ingeniería Industrial de la PUJ.	86
Tabla 27. Análisis de Sensibilidad para el Indicador de Orientación Vocacional, Medida de mitigación	88
Tabla 28. Análisis de Sensibilidad para el Indicador de Relación profesor con el estudiante, Medida de mitigación	90
Tabla 29. Análisis de Sensibilidad para el Indicador de Estado y Mantenimiento de Equipos de Estudio, Medida de mitigación	92

TABLA DE FIGURAS

Figura 1. Grafo de una red bayesiana	29
Figura 2. Ejemplo de un Mapa de Riesgos Inherentes (análisis cualitativo).....	32
Figura 3. Ciclo de la gestión de riesgos.....	33
Figura 4. Integración de los sistemas de lógica difusa por medio del código.	36
Figura 5. Sistema de gestión integral del riesgo.....	37

Figura 6. Mapa de Procesos Institucionales	51
Figura 7. Red Bayesiana para la Subcategoría de Deserción por Costos altos y disponibilidades al estudiar.	63
Figura 8. Niveles Actuales Indicadores Subcategoría Costos altos y disponibilidades para estudiar.....	64
Figura 9. Red Bayesiana para la Subcategoría de Deserción por expectativas incumplidas en plan de estudio y/o programa académico.	65
Figura 10. Red Bayesiana de la Subcategoría Deserción por Deficiencias en el personal docente.....	66
Figura 11. Red Bayesiana para la Subcategoría Deserción por insuficientes recursos de estudio.....	68
Figura 12. Probabilidades condicionales para la Subcategoría de Deserción por Costos altos y disponibilidades para estudiar.	69
Figura 13. Red Bayesiana y Distribución de Probabilidades para la Subcategoría Deserción por Costos altos y disponibilidades para estudiar.	70
Figura 14. Red Bayesiana para la Subcategoría Motivos Psicológicos, emocionales y de motivación.	71
Figura 15. Red Bayesiana para la Subcategoría Bajo rendimiento académico.....	72
Figura 16. Red Bayesiana para la Subcategoría Características socioeconómicas de ingresos para estudiar.	73
Figura 17. Red Bayesiana para la Subcategoría Influencias por relaciones familiares y de entorno individual del estudiante.....	75
Figura 18. Red Bayesiana para la Subcategoría Entorno macroeconómico del país. ...	76
Figura 19. Distribución de pérdidas para la Subcategoría de costos altos y disponibilidades para estudiar.	85

Figura 20. Descripción de la Distribución de pérdidas para la Subcategoría de costos altos y disponibilidades para estudiar.	85
Figura 21. Distribución de pérdidas Total por estudiantes desertores en el Dpto. de Ingeniería Industrial de la PUJ.	87
Figura 22. Descripción de la Distribución de pérdidas Total por estudiantes desertores en el Dpto. de Ingeniería Industrial de la PUJ.	87
Figura 23. Distribución de Pérdida Total con variación de mejora del indicador de Orientación Vocacional.	89
Figura 24. Descripción de la Distribución de Pérdida Total con variación de mejora del indicador de Orientación Vocacional.	89
Figura 25. Distribución de Pérdida Total con variación de mejora del indicador de Relación profesor con el estudiante.....	91
Figura 26. Descripción de la Distribución de Pérdida Total con variación de mejora del indicador de Relación profesor con el estudiante.....	91
Figura 27. Distribución de Pérdida Total con variación de mejora del indicador de Estado y Mantenimiento de Equipos de Estudio.....	93
Figura 28. Descripción de la Distribución de Pérdida Total con variación de mejora del indicador de Estado y Mantenimiento de Equipos de Estudio.....	93

TABLA DE DIAGRAMAS

Diagrama 1. Procedimiento para el análisis de riesgos.....	34
Diagrama 2. Estado del arte de los determinantes de la deserción estudiantil.....	41
Diagrama 3. Etapas metodológicas para la identificación y medición del riesgo de deserción estudiantil en el Departamento de Ingeniería Industrial de la PUJ, adaptado de Mendoza y Castillo (2004).....	43

RESUMEN

En cualquier plantel de educación superior es permanente la preocupación por la deserción estudiantil y su continuo ascenso. Por tanto, la deserción es considerada como un riesgo que las universidades enfrentan actualmente afectando su auto sostenimiento y razón social.

Es cada vez más común el estudio de estrategias que disminuyan esta problemática en nuestro país. Por consiguiente, se propone la construcción de una metodología de identificación y calificación del riesgo de deserción por medio de una metodología de gestión del riesgo operativo que utilice instrumentos como datos históricos, opinión de expertos y estudios relevantes sobre el tema; que logren clasificar las principales variables, causas y eventos presentes para la materialización de este riesgo.

Teniendo en cuenta la metodología de gestión del riesgo operativo en el campo petrolero y financiero (Mendoza y Castillo-2004) se elabora la construcción de un modelo de análisis cuantitativo adaptado al contexto de la problemática en el Departamento de Ingeniería Industrial de Pontificia Universidad Javeriana, para de esta forma lograr evaluar las pérdidas derivadas a la posible materialización del riesgo de deserción por medio de distribuciones de probabilidad y del desarrollo de una simulación aplicada, que deduzca un monto económico de pérdida.

En la aplicación de esta metodología se hace visible el aporte de la identificación y cuantificación de riesgos en la investigación sobre deserción con la continua utilización de herramientas de ingeniería y simulación que generan una clara información de las posibles pérdidas económicas que incide la universidad por factores asociados a deserción estudiantil. Además, proporciona un panorama global y mejorado por medio de las estrategias de mejora de indicadores, permitiendo disminuir el monto total de pérdida económica por deserción universitaria en el Departamento de Ingeniería Industrial.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En Colombia se evidencia el incremento del ingreso de estudiantes a la educación superior pero también el abandono a esta decisión de formación, es cada vez más ascendente entre los estudiantes. Tanto así, que solo la mitad de estudiantes matriculados consigue graduarse en Latinoamérica, y en nuestro país esta cifra asciende al 37% (Revista Dinero, 2017).

De acuerdo con la situación de deserción estudiantil, el Ministerio de Educación Nacional, año tras año revela estadísticas sobre esta problemática que ronda cifras cada vez más altas; donde se puede decir que de cada 10 alumnos solo tres se gradúan.

A la vez según cifras de Spandies (Sistema para la Prevención de la Deserción de la Educación Superior del Ministerio de Educación Nacional) el área de la salud tiene la mayor tasa de culminación de estudios entre la población estudiantil matriculada en un principio con un 44.3%, seguido de áreas de la ciencia de la educación con un 38%, bellas artes con 37.8% y áreas como economía, administración entre otras por este ámbito cuentan con 36.4% de graduados. Hay que resaltar que en áreas especializadas en ingeniería su cifra llega al 29.1%.

En la Pontificia Universidad Javeriana de Bogotá, se puede indicar que no se aleja de la realidad de las estadísticas anteriormente descritas, ya que, según el Departamento de Planeación de la universidad el año anterior (2017) la deserción estudiantil rebaso a más de la tercera parte de los alumnos matriculados y en general desde año 2010 la decisión de deserción ha venido incrementando en un 5.15%.

Específicamente en el programa de Ingeniería Industrial la tasa de deserción fue de 18.92% de un total de 2.764 alumnos matriculados, dando un panorama de esta problemática que sigue generando una gran preocupación para la institución, los estudiantes y sus familias.

Es por esto que la deserción estudiantil debe tomarse como un riesgo latente que puede ser gestionado y mitigado, por medio de metodologías que permitan identificar aquellos eventos de posible materialización. Todo esto con el fin de proporcionar herramientas eficaces que eviten posibles pérdidas y combatir esta problemática que como se refleja en muchos ámbitos tanto personales, académicos, institucionales y sociales.

2. JUSTIFICACIÓN

La deserción estudiantil en la educación superior no solo genera dificultades en instituciones que se dedican a formar estudiantes en su economía y en la estabilidad del negocio, sino también en el patrimonio y el progreso del país; ya que disminuye las oportunidades de crecimiento debido a la escasez de personal preparado y aumenta los índices de pobreza (Organización de las Naciones Unidas para la Educación la Ciencia y la Cultura UNESCO, 2017).

Además, genera en el estudiante presiones sociales de frustración que contribuyen a la decisión de abandonar la posibilidad de su desarrollo para la sociedad. Por tanto, es evidente la necesidad de crear estrategias y planes de acción para disminuir esta decisión entre la población estudiantil de nuestro país.

Es preciso evaluar el tema de deserción estudiantil como un riesgo latente para cualquier institución de educación superior, ya que afecta de manera muy significativa su sostenibilidad. Según datos del Departamento de planeación de la Pontificia Universidad Javeriana se pueden observar las tasas de deserción para el año 2017 en la Facultad de Ingeniería, mostradas a continuación en la Tabla 1.

Tabla 1. Tasa de deserción y número de matriculados en los programas de la Facultad de Ingeniería.

Programa	Número Matriculados	Tasa deserción 2017
Ingeniería Civil	1683	21,93%
Ingeniería Sistemas	793	30,54%
Ingeniería Industrial	2764	18,92%
Ingeniería Electrónica	1156	25,89%

Fuente: Datos del Departamento de planeación de la Pontificia Universidad Javeriana

Haciendo el cálculo correspondiente a las pérdidas que pudo tener la Facultad de Ingeniería debido a la tasa de deserción descrita anteriormente por cada programa, se

observan las cifras presentadas en la Tabla 2 correspondientes a la pérdida económica que tiene del Departamento de Ingeniería debido a la deserción de estudiantes.

Tabla 2.Tasa de deserción y número de matriculados en los programas de la Facultad de Ingeniería Vs Costos de Matricula

Programa	N° de Matriculados	Tasa Deserción 2017	Total \$ Matriculados	Total \$ Matriculados Vs TD
Ingeniería Civil	1683	21,93%	\$ 18.290.844.000	\$ 4.011.182.089
Ingeniería Sistemas	793	30,54%	\$ 8.618.324.000	\$ 2.632.036.150
Ingeniería Industrial	2764	18,92%	\$ 30.039.152.000	\$ 5.683.407.558
Ingeniería Electrónica	1156	25,89%	\$12.563.408.000	\$ 3.252.666.331
Total \$ Matriculados FI			\$ 6.511.728.000	\$ 15.579.292.128
Total \$ Matriculados Vs TD				

Fuente: Autor

Cabe resaltar que el ingreso total de acuerdo al número de alumnos matriculados Vs el costo de la matrícula (\$ 10.868.000) para los diferentes programas de Ingeniería en el año 2017 es de \$ 69.511.728.000.

Por consiguiente, dada la tasa de deserción por el Departamento de Planeación de la Pontificia Universidad Javeriana en este mismo año, se puede concluir que la facultad de Ingeniería perdió a causa de la deserción estudiantil un ingreso aproximado de \$15.579.292.128 en todos sus programas ofrecidos. Estas cifras demuestran el comportamiento que este riesgo tiene en la parte económica de la universidad, por esto es de suma importancia crear iniciativas para su estudio y control eficiente.

Comúnmente en la literatura este ámbito es relacionado con la minería y análisis de datos para detectar variables relevantes a este problema, pero son pocos los estudios que enfatizan esta problemática como un riesgo para evaluar, medir y controlar de manera continua. Sin embargo, como la deserción es un riesgo latente que según cifras anteriormente descritas va en crecimiento para la población estudiantil, se establecen estudios de deserción bajo el contexto de gestión de riesgos.

Uno de estos estudios es desarrollado por estudiantes de maestría de la Universidad Católica de Colombia donde, según un modelo de gestión de riesgo aplicando lógica

difusa; concluyen que este tipo de estudios logró evidenciar la aceptabilidad en un 91% en el pronóstico de deserción para los estudiantes matriculados entre el primer período y el sexto período de los cuatro programas ofrecidos por la Facultad de Ingeniería (Robechi Severiche & Jácome Fernandez, 2014).

A la vez en la Universidad Autónoma de Manizales, se establece un estudio basado en un Sistema Integral de Gestión del riesgo de deserción, donde se evalúa los factores y perfiles de los estudiantes que toman tal decisión y por medio de alertas tempranas y acompañamiento específico fomentan la estabilidad de este indicador para esta institución educativa (Davila Correa & Naranjo Aristizabal, 2015).

Con base en estos estudios, referentes a la problemática y por medio de datos históricos evaluados en la Facultad de Ingeniería de manera más específica en el Departamento de Ingeniería Industrial, se pretende desarrollar una metodología de identificación y medición del riesgo de deserción por medio de la adaptación de la gestión del riesgo operativo, que permita mitigar la posible materialización de este o de eventos inherentes a los procesos operativos relacionados.

De acuerdo con la problemática expuesta y las características que se pretenden lograr, la pregunta de investigación central es descrita en los siguientes términos:

¿Es posible establecer una metodología de identificación y medición del riesgo de deserción estudiantil en el Departamento de Ingeniería Industrial, por medio de un análisis cualitativo y un modelo cuantitativo adaptado bajo una metodología de gestión de riesgos operativos que logre mitigar la materialización de este riesgo?

3. MARCO TEÓRICO

Este proyecto indaga diferentes definiciones, investigaciones y estudios sobre el tema de riesgos, su gestión y sus diferentes metodologías de identificación y medición. A la vez relaciona este tema con la problemática sobre deserción estudiantil.

Esta problemática representa un riesgo sumamente importante en muchos ámbitos como lo son los individuales que específicamente se refiere a los estudiantes, institucionales que representa a las universidades o la educación superior, y finalmente el ámbito social que concierne al impacto sobre el país y la sociedad. De acuerdo con lo anterior, es

preciso realizar una labor de investigación sobre estos dos ámbitos, de manera que puedan dar un panorama amplio y eficaz para el desarrollo y el resultado de la metodología que se pretende desarrollar.

3.1. Riesgos y Metodologías de Gestión o Administración de Riesgos

3.1.1. Concepto de Riesgo

Según la Norma Técnica Colombiana NTC ISO 31000, el riesgo es el efecto de la incertidumbre sobre los objetivos (INCONTEC, 2012) donde un efecto es una desviación de aquello que se espera, ya sea positivo, negativo o ambos. Otra definición de riesgo incluye la consideración de la volatilidad ante los resultados esperados (Jorion, Phillip, 2000).

El concepto de riesgo ha sido de gran importancia en variedad de ámbitos y especialidades científicas; Nicklas Luhmann, trata sobre los tratamientos estadísticos y cálculos sobre riesgos, y la teoría de la incertidumbre que genera el riesgos para los beneficios empresariales (Luhmann, 2000). En ámbitos financieros el termino de riesgo es sumamente importante y es objetivo de muchas implementaciones de modelos y estudios para contrarrestar posibles pérdidas, pues el riesgo es considerado como la incertidumbre de la pérdida que se obtiene de toda multiplicación de la vulnerabilidad de ocurrencia de cierto evento con su impacto o magnitud del daño que esté trae consigo (Bravo & Sanchez , 2012).

3.1.2. Administración y Gestión del Riesgo

El concepto de administración del riesgo se puede definir bajo un contexto técnico y organizacional, como un ciclo integrado de identificación, valoración, evaluación y monitoreo colectivo de todos los riesgos que pueden llegar a afectar algún tipo de actividad, proceso u objetivo (Castillo & Mendoza, 2009).

En el caso del Ministerio de Educación Nacional la gestión del riesgo se refiere a los principios y metodologías para una gestión eficaz del riesgo; sea cual sea el contexto y su fundamento es aplicar metodologías para administrarlo de forma óptima.

Sobre las metodologías de gestión y administración de riesgos, es de resaltar la Norma Técnica NTC ISO 31000 donde relaciona distintas actividades coordinadas para dirigir y controlar una organización respecto al riesgo, el cual conlleva un efecto de

incertidumbre ante los objetivos planteados (Normas Técnicas NTC ISO 31000, 2011). Dentro de esta estructura se relacionan unas etapas para la adecuada administración y gestión del riesgo las cuales enfatizan en:

- El compromiso de alta y media dirección que logre estimular una continua cultura de prevención de riesgos, junto con la definición de políticas para su identificación y medición, con el fin de definir canales inmediatos de comunicación y apoyo de las actividades emprendidas para reducir la ocurrencia de los posibles riesgos identificados.
- Liderar la metodología por medio de la conformación de un equipo o grupo interdisciplinario con el objetivo de ser un canal directo de comunicación de acuerdo con las actividades correspondientes a la metodología según el contexto de los riesgos a evaluar.
- Continúa capacitación de la metodología, empezando por el grupo interdisciplinario líder, para de esta forma divulgar esta información clave e incentivar al mismo tiempo la cultura del riesgo según los parámetros dados en la metodología de gestión.

3.1.3. Concepto de Riesgo Operativo y Aspectos Generales

El riesgo operativo es muy destacado ya que es foco de diversidad de estudios en muchos ámbitos; es comúnmente tratado por las organizaciones financieras, petroleras entre muchas otras. En los últimos años ha tomado mucha fuerza, de tal manera que instituciones de todo tipo lo abordan para obtener mayor eficiencia y certeza del logro de sus objetivos.

Un concepto sobre el riesgo operativo es dado por el Comité de Basilea, el cual lo define como el riesgo de sufrir pérdidas debido a la inadecuación o a las fallas de los procesos, personas o sistemas internos, o bien a causa de acontecimientos externos (Comite de Supervisión Bancaria de Basilea, 2003). Esta definición enmarca el riesgo legal, pero excluye los riesgos estratégicos y de reputación. Este tipo de riesgo a su vez tiene una clasificación, que se identifican como posibles fuentes de pérdidas sustanciales:

- Fraude interno: corresponde a errores intencionados por parte de personal interno (robos, utilización de información confidencial en beneficio personal, entre otros).

- Fraude externo: corresponde a eventos externos (atracos, falsificación, suplantación, daños por intrusión en los sistemas informáticos, entre otros.)
- Relaciones laborales y seguridad en el puesto de trabajo: solicitud de indemnizaciones por parte de los empleados, infracción de las normas laborales de seguridad e higiene, organización de actividades laborales, acusaciones de discriminación, responsabilidades generales, etc.
- Prácticas con los clientes, productos y negocios: corresponde a abusos de confianza, abuso de información confidencial sobre el cliente, negociación fraudulenta, venta de productos no autorizados, entre otros.
- Daños a activos materiales: relacionado con terrorismo, vandalismo, terremotos, incendios, inundaciones, etc.
- Alteraciones en la actividad y fallos en los sistemas: errores en hardware o del software, dificultades en las telecomunicaciones, complicación en la prestación de servicios públicos, entre otros.
- Ejecución, entrega y procesamiento: errores en la introducción de datos, fallos en la administración de las garantías, documentación jurídica incompleta, concesión de acceso no autorizado a las cuentas de los clientes, prácticas inadecuadas de contrapartes distintas de clientes, litigios con distribuidores.

Si hablamos del riesgo operativo, cabe resaltar que este es el riesgo más antiguo de todos y está presente en cualquier clase de negocio y en la mayoría de actividades; a la vez es inherente a toda actividad en que intervengan personas, procesos y plataformas tecnológicas por esto se puede considerar que es un riesgo complejo como consecuencia de la gran diversidad de causas que lo originan y las pérdidas que puede llegar a ocasionar. De acuerdo con lo anterior hay que mencionar la clasificación de importancia que de este riesgo se desprende:

- **Riesgo operativo significativo**: por su importancia se puede definir como el nivel de riesgo con un impacto potencial adverso en el logro de objetivos y la consecución de metas. Es tan importante que puede llegar a afectar la continuidad de las actividades o la existencia de cualquier entidad u organización si este llegase a ser significativo.

- **Riesgo operativo intrínseco:** Es un riesgo que se deriva de la realización de las actividades propias al interior de la organización o entidad, este nivel de riesgo puede ser medible, gestionable y mitigable.
- **Mitigación del riesgo operativo:** Es la parte del riesgo intrínseco con posibilidad de ser eliminado con estrategias de control y un monitoreo continuo de las mismas.
- **Riesgo operativo residual:** se refiere al riesgo remanente y se presenta en posibles eventos de pérdidas, una meta de tratar este nivel de riesgo es minimizarlo de forma continua.

3.1.4. Buenas Practicas para la Gestión del Riesgo Operativo: Identificación, Evaluación, Medición, Monitoreo y Control

Cualquier organización o entidad está expuesta a tener eventos que podrían repercutir en sus actividades normales. Este tipo de eventos se asumen como riesgos operativos que al no ser controlados de manera adecuada pueden causar pérdidas significativas, es por esto que como una primera fase de las buenas prácticas para gestionar este tipo de riesgo se contempla el desarrollo de marco adecuado para la inclusión de la gestión del riesgo (Comite de Supervisión Bancaria de Basilea, 2003). Este marco permite dar directrices y principios que promueven la identificación, medición, control y monitoreo de los riesgos. Es de suma importancia que directivos sean informados de esta gestión y sean agentes culturales de la aplicación dentro de la entidad u organización.

El enfoque que se le da a esta gestión y metodología es considerado de acuerdo con el contexto de la problemática, el tipo de organización y demás características (objeto social, tamaño, naturaleza, complejidad de operaciones, entre otros) que logran adecuarlo para que la implementación del sistema de gestión de riesgos sea óptima. Considerando lo anterior, a continuación, se presentan las etapas de implementación para el sistema de gestión de riesgo operativo:

- **Identificación y Evaluación:** los factores internos y externos deben ser parte muy importante a considerar en la etapa de identificación; si no se tienen en cuenta estos dos tipos de factores se pueden ver en amenaza los objetivos trazados.
En cuanto a los riesgos identificados es preciso decidir y evaluar los procedimientos de control y/o mitigación, o si es el caso estos podrían ser asumidos. En el caso de no existir algún control para algún riesgo identificado se debe evaluar si se acepta, o

se reduce la realización de la actividad, se transfiere la actividad o si definitivamente se elimina.

Por medio de la evaluación del impacto y la probabilidad o también llamada ocurrencia de los riesgos identificados, se considerará si los riesgos pueden llegar a ser aceptados, mitigados o evitados según la estrategia y el apetito al riesgo que se tenga dentro de la institución u organización.

- **Medición:** en esta etapa se debe estimar el riesgo inherente en todas las actividades o contextos evaluados en la etapa de identificación. Con este fin se establecen herramientas cualitativas y cuantitativas que estiman el potencial de las posibles pérdidas operativas.
- **Monitoreo:** la continuidad del monitoreo y la efectividad del mismo es un ámbito esencial para la correcta gestión del riesgo operativo ya que puede llegar a detectar deficiencias en procesos, políticas o procedimientos y corregirlos de forma más rápida. Además, un programa de monitoreo óptimo permite incluir los aspectos de la gestión del riesgo operativo en un ciclo de vida consistente con la naturaleza de sus riesgos y el volumen, tamaño y complejidad de las operaciones.
- **Control:** el seguimiento y control de todo el marco del sistema de gestión de riesgos operativos es de gran importancia para mantener la claridad y efectividad. Además, la instancia de control permite cerciorarse de los planes fijados y puestos en marcha, para lograr pro-actividad en cualquier evento o novedad que pueda existir.
- **Reporte y divulgación de información:** la comunicación de la información relevante es desarrollada con el fin de evaluar estrategias de la gestión de riesgo operativo efectuado, es así como mejorar la disciplina y el conocimiento en estos temas del mercado, además de lograr una gestión más consciente y eficaz.

3.1.5. Metodologías para Gestión del Riesgo Operativo Aplicadas en Diversidad de Campos.

En una aproximación literaria a las metodologías de gestión del riesgo operativo se describen algunas de estas; con el fin de conocer actualmente un panorama de su comportamiento y aplicación en diferentes campos.

- En una primera aproximación, se encuentra el diseño de una metodología para identificación y medición del riesgo operativo en instituciones financieras (Castillo & Mendoza, 2009), referencia base con la cual se establece una metodología adaptada a la problemática de este estudio.

Esta investigación desarrolla una metodología de gestión de riesgo operativo soportada en modelos de redes bayesianas y simulación, y es aplicada inicialmente en una entidad financiera. Sustentado bajo los parámetros del Comité de Basilea, esta metodología tiene en cuenta la información cualitativa, estructurada, la cual incorpora eventos de pérdida por riesgos operativos a medida que se presenten. Se decidió usar esta información cualitativa pues no se cuenta con la mayoría de información histórica sobre este tipo de riesgo que se presenta en entidades financieras.

En una primera etapa se seleccionan las líneas de negocio de la institución las cuales se tendrán en cuenta en la identificación y cuantificación de la exposición al riesgo operativo y el horizonte de tiempo en el cual se va a medir el nivel de exposición al riesgo operativo. Luego se categorizan los eventos según las siete características del comité de Basilea y modificados según criterios de expertos en el área financiera. Se definen los diferentes niveles de severidad para los eventos de pérdida de acuerdo con el monto de los mismos. Este ejercicio es definido por el número de niveles como también el rango de valores asociados a cada nivel. Después se entra a definir los indicadores de riesgo para cada categoría de eventos; estos indicadores pueden tener sub-indicadores para contar con mayor precisión, por tanto se establecen niveles para cada indicador y, según la opinión de expertos, se establece el nivel en el cual se podría ubicar la entidad financiera.

Como una siguiente etapa se define la relación entre los eventos de pérdida y los indicadores de riesgo por medio de un orden de importancia entre los indicadores de riesgo identificados para cada una de las categorías de eventos de pérdida, así como también la relación entre los eventos de pérdida y los indicadores de riesgo.

Posteriormente se monta el modelo de redes bayesianas en dos fases: definición de variables y estimación de probabilidades subjetivas. La relación entre las variables de la red bayesiana es referida por medio de probabilidades condicionales. La estimación de las probabilidades condicionales se realiza para los indicadores que dependen de otros indicadores para luego estimar las probabilidades condicionales para cada categoría de los eventos de pérdida. De acuerdo con lo anterior, se obtiene la distribución de probabilidad para cada categoría de pérdida que presenta a su vez la probabilidad de ocurrencia de cada nivel de severidad definidos anteriormente. Por medio de todas estas etapas se obtiene la distribución de pérdida; esta se define primero con la relación de un número aproximado de transacciones en los que podrían ocurrir eventos de pérdida en el horizonte definido en un principio. Ya con estas características se realiza el proceso de simulación con el fin de obtener la distribución de las pérdidas totales para la línea de negocio durante el horizonte definido. Con la obtención de la distribución de pérdida se calcula la provisión anual por cada línea de negocio; finalmente se suman las provisiones calculadas y se obtiene la provisión total, esta se refiere al monto que tiene que cubrir la entidad para sopesar los posibles eventos de pérdida debido al riesgo operacional (Castillo & Mendoza, 2009).

De acuerdo con los resultados se observa que, con base a la distribución de la pérdida anual total por cliente, se logra calcular la provisión anual que hace la entidad por cada uno de sus clientes. El valor de esta provisión se debe a la pérdida no esperada que genera el riesgo operativo; de esta manera, la metodología logra proporcionar gran detalle de los posibles escenarios que pueden llegar afectar a la entidad con cada uno de sus clientes. A la vez, es un estudio muy representativo en cuanto al tema de riesgos operativos en entidades financieras, ya que la metodología propuesta por medio de modelos robustos tiene en cuenta la escasez de información histórica, para de esta forma proporcionar resultados sobre la exposición al riesgo operativo.

- En una segunda investigación se puede describir la aplicación de una metodología de gestión de riesgos operativos en el abastecimiento de combustibles de la compañía petrolera Ecopetrol (Martinez, 2009). Este estudio está apoyado bajo la metodología anterior realizada por Mendoza y Castillo, pero es aplicada bajo el contexto de una compañía petrolera en el tema de abastecimiento de combustible. Este estudio incorpora la metodología descrita anteriormente con el fin de obtener información teórica acerca de procedimientos para la identificación y medición del riesgo operativo, como lo es la obtención de información cuantitativa y cualitativa.

De acuerdo con la metodología a implementar fue necesario contar con información histórica de la empresa. Inicialmente el estudio comprende una etapa de acopio y análisis de información correspondiente a datos históricos y a entrevistas con el personal experto, con el objetivo de ajustar la metodología de identificación y medición del riesgo operativo designada al contexto de la empresa y al abastecimiento de hidrocarburos refinados junto con los modelos que la soportan. De acuerdo con el diseño de esta metodología específica para gestionar el riesgo operativo en el abastecimiento de combustibles de Ecopetrol, se incorpora el modelo de redes bayesianas ya que permite obtener resultados satisfactorios en la estimación de la distribución de probabilidades para la severidad de los eventos de pérdida, facilitando la identificación, monitoreo y control de los indicadores de riesgo. Sin embargo, Las redes bayesianas no tienen en cuenta la estimación de la frecuencia de ocurrencia de los eventos de pérdida, por tanto, no permiten obtener las distribuciones de pérdida debido al riesgo operativo; es por esto que sin tener suficiente información histórica de eventos de pérdida y su causalidad se toma la referencia metodológica de Mendoza y Castillo (Castillo & Mendoza, 2009).

La metodología consta primero de la definición de los procesos importantes según los expertos, que van a ser considerados sobre el abastecimiento normal de combustibles para así establecer los posibles eventos de pérdida debidos al riesgo operativo, mediante la categorización de dichos eventos, a partir de los parámetros identificados. Posteriormente se definen los niveles de severidad para los eventos de pérdida seleccionados. A partir de estos, se estima cuantitativamente el impacto producido por el evento en caso de llegar a producirse.

Para cada nivel se asocia un rango de valores que depende de la variable más crítica que permita medir la entrega oportuna de los productos a los clientes y a la vez se define el horizonte de tiempo. También se definen indicadores y sub-indicadores para cada una de las categorías de pérdida, se precisan los posibles niveles para cada uno de los indicadores identificados, para luego establecer el nivel en el cual se podría ubicar el sistema o proceso que se está evaluando y el orden de importancia en donde ciertos indicadores dependen de otros de acuerdo con la opinión de los expertos. Finalmente, después de la trazabilidad anterior se declaran la relación entre los indicadores de riesgo y los eventos de pérdida. El modelo de redes bayesiana se construye primero con una definición de variables, correspondientes a las diversas categorías de los eventos de pérdida y a los indicadores y sub-indicadores de cada categoría y segundo con la estimación de las probabilidades condicionales.

El principal resultado obtenido es la distribución de probabilidad para cada una de las categorías de eventos de pérdida. Esta distribución corresponde a la probabilidad de ocurrencia de cada uno de los niveles de severidad definidos anteriormente. De acuerdo con este modelo se obtiene la distribución de pérdida debida al riesgo operativo, por medio de la simulación de Monte Carlo, en la cual, en cada una de las categorías se define una frecuencia con que podrían ocurrir los eventos de pérdida en el horizonte de tiempo. Se logró observar resultados útiles; uno de estos es en el modelo de redes Bayesianas, el cual permitió identificar los indicadores que están influyendo en el tiempo de duración de los eventos, facilitando poder tener un mejor control sobre estos para minimizar su impacto.

Un resultado muy importante de esta metodología fue observar que los poliductos que transportan Gas Licuado del Petróleo (GLP), generan un mayor impacto en la duración de los eventos de pérdida, lo cual puede ocasionar pérdidas significativas a la compañía.

- En una tercera investigación se puede observar la realización de un modelo cuantitativo basado en el enfoque de pérdidas agregadas (LDA), para mejorar la gestión y medición de los riesgos operativos (Bernal Gaviria & Lochmuller, 2014). Específicamente, este estudio desarrolla una matriz donde se relacionan las líneas de negocio y diferentes tipos de riesgo asociado a cada una, con la intención de ajustar

distribuciones estadísticas especiales a variables de frecuencia y severidad. De esta manera se puede obtener resultados en términos monetarios, sobre la máxima pérdida posible en que puede incurrir una entidad causado por la ocurrencia de eventos de riesgo operativo inherentes al negocio.

De acuerdo con el modelo estadístico que plantea esta investigación, se tienen en cuenta datos simulados tomados de distribuciones comunes para el riesgo operativo. Como un primer paso se desarrolla la construcción de una matriz de relación entre las líneas de negocio y los diferentes tipos de riesgo operativo con el fin de recolectar información estructurada que brinde un panorama amplio sobre los diferentes sucesos de riesgo y el entorno global que rodea a la empresa.

En un segundo paso se realiza una estimación de la función de severidad y de la frecuencia utilizando datos internos y externos, en donde se computan las pérdidas operacionales acumuladas. Es en este momento donde se efectúa el ajuste o modelización de distribuciones estadísticas, entre las cuales se puede llegar a mencionar la Distribución de Poisson y la Distribución Binomial para variables discretas de frecuencia. Además, también se tiene en cuenta la Distribución Lognormal y la Distribución Weibull para variables continuas referentes a la severidad del riesgo.

Para cada una de las celdas de la matriz se parte de una distribución de pérdidas agregadas, la cual, por medio de una Simulación Monte Carlo, proporciona variedad de escenarios de pérdidas, de acuerdo con las características y comportamientos de los datos. Es así que, los intervalos de confianza, el cálculo del OpVaR (valor en riesgo por riesgo operativo) llegan a ser efectivos y de aplicabilidad dentro de este modelamiento. Al finalizar la construcción del modelo se realiza una medida de “calidad o ajuste” en el cual se comparan las pérdidas operacionales estimadas con las pérdidas reales obtenidas para lograr una medida de calidad de las predicciones, que permite tomar decisiones.

Una de las conclusiones importantes de este estudio es que la recopilación de datos es un proceso clave, ya que el modelo cuantitativo propuesto depende de un punto de vista estadístico de la calidad de los datos sobre eventos de riesgo operativo.

También se determina que las mediciones a través de un modelo se tienen que repetir periódicamente, pues el control y la gestión del riesgo operativo son más significativos para una organización o entidad que una cuantificación puntual.

3.1.6. Recolección de Datos para la Medición del Riesgo Operativo

La recolección de información es un procedimiento vital para una gestión eficiente de cualquier riesgo. A continuación se describen algunas técnicas de recolección de datos e información para realizar la evaluación de riesgos y oportunidades (Lodge, 2009).

- **Entrevistas:** esta técnica de recolección de información es muy utilizada ya que permite por medio de preguntas al personal con experiencia y conocimiento del contexto del estudio, tener apreciaciones respecto a eventos ya ocurridos, además que aborda también posibles eventos que pueden llegar a pasar.
- **Análisis de flujo de procesos:** esta técnica contempla una representación pictórica de los pasos en proceso. Es muy útil para determinar cómo funciona realmente el proceso para producir un resultado, observar interacciones, verificar las entradas y salidas de los procesos. Este análisis y esquema permite dar una visión global y detallada al mismo tiempo, y es una herramienta muy utilizada en la actualidad para la toma de decisiones.
- **Talleres de trabajo:** promueven la diversidad de conocimientos; son desarrollados por medio de grupos interdisciplinarios de personas seleccionadas para exponer conocimientos, apreciaciones y acontecimientos relacionados a un contexto. La clave principal para el éxito de un taller de trabajo es definir el grado de información que se requiere y llegar a ella por medio de la participación de los participantes.
- **Inventario de Eventos:** esta técnica se refiere al listado de eventos de cierto proceso o actividad específica. Normalmente es elaborado por agentes internos del entorno a la problemática a investigar, los cuales evalúan el registro de esos eventos y los caracterizan para adecuar mejoras en relación con los riesgos establecidos, en el caso de un listado de eventos en la gestión del riesgo.
- **Cuestionarios/encuestas:** proporcionan una alternativa muy útil para la entrevista y permiten obtener información por medio de la descripción de escenarios para que los participantes que lo responden referencien su conocimiento sobre los factores internos y externos que han dado lugar o pueden dar lugar a un evento.

- **Seguimiento de datos de eventos de pérdida:** para esta técnica es necesario el uso de bases de datos sobre eventos verídicos dentro del contexto o problemática abordada. Este seguimiento permite identificar eventos ya ocurridos y su impacto, así como dar una descripción primaria de las posibles pérdidas asociadas. Igualmente, permiten comprender las interdependencias entre eventos con pérdidas asociadas y desarrollar modelos predictivos y causales.
- **Indicadores de eventos/alarmas:** muy relacionados con la gestión del riesgo, ya que son mediciones cualitativas o cuantitativas que facilitan información sobre posibles riesgos potenciales. Existen mecanismos para que estos indicadores sean eficientes y proporcionen información de manera completa y oportuna.

3.1.7. Metodologías para la Medición de Riesgos

De acuerdo con la problemática y el contexto del riesgo, se pueden abordar diferentes metodologías para la evaluación del riesgo, las cuales incluyen una combinación de técnicas de análisis de tipo cualitativo, semi-cuantitativo o cuantitativo o una combinación de ellas.

En busca de la eficiencia de una primera hipótesis, el análisis cualitativo suele ser utilizado como medida inicial para lograr un marco general del nivel de riesgo, en el cual se evalúa la probabilidad de ocurrencia o también llamado vulnerabilidad y el impacto de cada riesgo de acuerdo con una escala descriptiva. Como una segunda instancia, es necesario realizar un análisis cuantitativo con datos numéricos e información proporcionada por la Facultad de Ingeniería y el Departamento de Ingeniería Industrial con el fin de evitar subjetividad y aportar más seguridad al estudio. A continuación, se detallan cada una de estas técnicas de análisis.

3.1.7.1. Técnicas de Análisis Cualitativo

Esta técnica de análisis suele manejar ciertas conformaciones de palabras o escalas descriptivas que buscan describir la gravedad de las posibles consecuencias potenciales y la probabilidad de que estas lleguen a ocurrir. Estas escalas pueden variar o pueden ser ajustadas en un caso puntual para riesgos diferentes, según sea las circunstancias del análisis. Este método trata con diferentes áreas multidisciplinarias donde se puede transformar una situación dada, o se puede generar una teoría a partir de datos.

El análisis cualitativo cuenta con la primera fase conforme a la identificación del riesgo ya que, sin esta no se puede adoptar alguna técnica o herramienta de análisis. La identificación puede lograrse por medio de:

- ▶ Entrevistas con miembros clave del equipo de proyecto
- ▶ Tormentas de ideas o lluvias de ideas con todas las partes interesadas
- ▶ Experiencia personal del analista de riesgos
- ▶ Revisar experiencias pasadas si existen registros históricos

Estas técnicas producen descripciones sobre eventos ocurridos o posibles eventos a ocurrir, los cuales dan lugar a anotaciones o registros sistemáticos, al tiempo que descubren patrones recurrentes de conducta y relaciones, permitiendo dar una primera observación de la posible presencia de riesgos. En cuanto a la calificación de probabilidad o vulnerabilidad e impacto se categoriza de acuerdo al análisis de la información suministrada en los ítems descritos anteriormente. Existen técnicas para definir esta etapa de identificación las cuales se describen como:

- **Técnicas sencillas**

- ✓ Corbatín (Bow Tie): la información de entrada es dada por acontecimientos que vienen siendo el posible riesgo identificado y es representado por medio de la descripción de su causa y consecuencias. En esta técnica el nudo del corbatín personifica el evento identificado y los lazos del mismo denotan sus causas y consecuencias; de la misma manera en los lazos se describen los controles preventivos, mitigantes y de recuperación. Los diagramas de corbatín pueden ser contruidos a partir de árboles de fallos y eventos, pero más frecuentemente vienen directamente de una sesión de lluvia de ideas

- **Técnicas estructuradas**

- ✓ What-If: se utiliza como técnica clave para alcanzar a identificar los peligros que pueden tener un impacto negativo o positivo. Según la Norma ISO 31010, esta técnica emplea diversos escenarios para la identificación de riesgos (INCONTEC, 2012). Este sistema maneja toda la información precisa de un área para generar una serie de preguntas en la cual se discutirán riesgos y peligros al igual que controles; con el fin de entender y asegurar que los

procesos en cada área se llevan adecuadamente. Esta técnica se desarrolla con un grupo seleccionado de expertos que cuentan con un conocimiento específico para responder a ciertas preguntas y revisar cómo se ejecutan los procesos dentro de la organización.

- ✓ Hazop: Es una importante herramienta para identificar las causas de situaciones no deseadas. Es llevada a cabo por medio de un examen pormenorizado del proceso y de las modificaciones a realizar, con el fin de evaluar los peligros potenciales de su funcionamiento. La técnica Hazop normalmente es dirigida por un coordinador con experiencia. Es particularmente provechosa su aplicación en plantas nuevas porque puede poner de manifiesto fallos de diseño, construcción, etc.
- ✓ Árboles de Fallas: es una técnica muy utilizada para el análisis de riesgos ya que proporcionan resultados cualitativos y cuantitativos. Permite determinar la expresión de sucesos complejos estudiados en función de los fallos básicos de los elementos que intervienen en él. El análisis deducible empieza con una conclusión general; luego intenta establecer las causas específicas de la conclusión construyendo un diagrama lógico. El desarrollo de este sistema consiste en descomponer sistemáticamente un suceso complejo denominado suceso TOP (ocupa la parte superior de la estructura lógica que representa el árbol de fallos) en sucesos intermedios (encontrados en el proceso de descomposición y que a su vez pueden ser de nuevo descompuestos), hasta llegar a sucesos básicos (sucesos terminales de la descomposición, pueden representar cualquier tipo de suceso o sucesos de ocurrencia de un evento determinado).

Esta técnica proporciona facilidad para identificar causas potenciales de falla de sistemas antes de que las posibles fallas ocurran. A la vez puede ser manejado para evaluar la probabilidad del evento más alto.

Bajo esta perspectiva el análisis cualitativo puede ser utilizado cuando no es necesario la puntualidad cuantitativa o cumpliendo con una selección inicial de posibles eventos. También se puede implementar si el nivel de riesgo no argumenta los recursos necesarios para llegar a efectuar un análisis cuantitativo, o simplemente si los datos numéricos no pueden ser utilizados o son insuficientes. Dentro de los tipos de análisis cualitativos más importantes pueden distinguirse:

- Inspección Basada en Riesgo – IBR
- Diagramas Causa – Efecto.
- Mantenimiento centrado en confiabilidad
- Matriz de Análisis de Riesgos – RAM
- Análisis de Riesgos Operacionales – HAZOP

3.1.7.2. Técnicas de Análisis Semi-cuantitativo y Cuantitativo

Las técnicas semi-cuantitativas son aquellas que no alcanzan el detalle o el rigor de una evaluación cuantitativa. Se establecen valores numéricos a escalas cualitativas asociados en los análisis cualitativos; generalmente las escalas de valoración numérica pueden ser lineales o logarítmicas. Este tipo de técnicas buscan más facilidad y exactitud al momento de calificar los riesgos, pero sin llegar a magnitudes puntuales como se llegarían en un análisis cualitativo.

En cuanto a las técnicas de análisis cuantitativas, se puede decir que corresponden a técnicas estadísticas para conocer aspectos que se están evaluando. Se utilizan para calcular los niveles de riesgos donde el impacto y la probabilidad se puedan cuantificar. En este tipo de métodos es de suma importancia la obtención de información clara y precisa para estimar la calificación del riesgo (impacto y probabilidad o vulnerabilidad), ya sea por mediciones de intervalos u otra escala definida. A continuación, se referencian las técnicas de análisis cuantitativo con mayor relevancia:

4.1.7.3. Distribución de Pérdida

Este modelo permite por medio de un enfoque estadístico la obtención de la función de distribución de pérdidas operacionales generales en cierto rango de tiempo, usualmente este modelo es aplicado para riesgos de carácter operativo para organizaciones y empresas. Las pérdidas operacionales tienen dos características definidas según su marco estructural que pueden ser frecuencia (cantidad posible de eventos) y severidad (posibles valores de pérdidas por suceso una vez este ya se haya materializado); posteriormente las distribuciones totales de pérdidas se representan y estiman para estos dos componentes por medio de una simulación.

De esta manera, es común utilizar por medio de la simulación, escenarios aleatorios hipotéticos con las distribuciones de los componentes de frecuencia y severidad para la

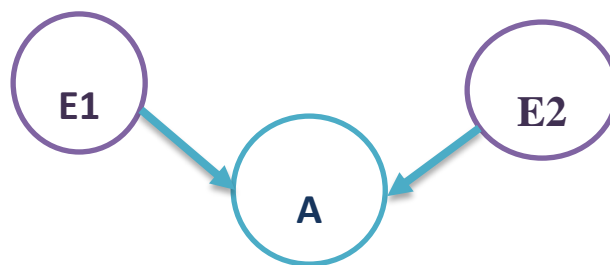
estimación de la distribución de pérdida. Tal simulación puede traducir las pérdidas operacionales en un periodo de tiempo dado (horizonte de tiempo). Para obtener la distribución de pérdidas agregadas, se realiza un ajuste de distribución de frecuencia donde se parte de distribuciones probabilísticas discretas de conteo como son Poisson, Binomial, Binomial Negativa y Beta-Binomial.

3.1.7.4. Redes Bayesianas

Una red bayesiana es un modelo probabilístico que relaciona un conjunto de variables aleatorias por medio de un “grafo”; estas redes son graficas donde se puede observar variables aleatorias de probabilidad que dependen entre ellas y permiten conseguir soluciones a problemas de decisión en casos de incertidumbre. Este modelo de análisis es una representación ilustrada de dependencias para un posterior razonamiento probabilístico; por tanto, se basan en probabilidades condicionales y conceptos básicos de estadística y probabilidad. Estas redes están compuestas por “nodos” que son las variables aleatorias (distribuciones de probabilidad) y “arcos” que simbolizan las relaciones de dependencia entre estas variables (Probabilidades condicionales).

El funcionamiento de una red bayesiana puede ser considerado como, una variable aleatoria dependiendo de otras dos que son los factores E1 Y E2, por tanto y siguiendo este modelo se representa el grafo de esta relación en la Figura 1.

Figura 1. Grafo de una red bayesiana



Fuente: Autor

Estas redes son un instrumento informático que puede crearse con diferentes modelos dependiendo del caso de estudio o el contexto de la problemática, según los requerimientos que tenga el diseñador y de las condiciones del comportamiento de las variables. Esta técnica de modelamiento cuantitativo ha sido muy habitual en diferentes ámbitos como la medicina, la inteligencia artificial, procesos de producción, entre muchos otros; todos enfocados en la solución de problemas y la identificación de

probabilidades que disminuyan el riesgo. Específicamente, en la gestión del riesgo las redes bayesianas son una herramienta de mucha importancia, que ha aportado conceptos en la definición de condiciones probabilísticas de inferencia, con un vasto manejo de variables.

Al construir redes bayesianas se busca principalmente representar la dimensión cualitativa y cuantitativa de un problema en un entorno gráfico claro, y permitir trabajar con datos perdidos de una manera eficiente. También hay que resaltar que este sistema proporciona una visión general del problema generando un conjunto de alternativas ordenadas y facilita la explicación de las conclusiones.

3.1.7.5. Método de Cuadros de Mando (Scorecards) o de Indicadores y Controles de Riesgo

Este método se originó como un tablero de comando, pero se fue desarrollando en su propio funcionamiento hasta ser un sistema de planificación integral con un alto perfil de evaluación.

La elaboración de este método es frecuentemente utilizada en organizaciones para comunicar y alinear nuevas estrategias, lejos de un enfoque histórico. Es muy aprovechado en un término de corto plazo para objetivos como la reducción de costos y competencia a bajos precios y la generación de crecientes oportunidades, ofreciendo nuevos productos o servicios; de ahí, la importancia de vincular los indicadores del BSC con la estrategia de la organización. Así mismo, este método se basa en la necesidad de incorporar indicadores de carácter predictivo para obtener mayor eficacia, pues los modelos puramente estadísticos se sustentan en datos del pasado; la elaboración de cuestionarios e indicadores de riesgo son su principal insumo y son elaborados por expertos en temas de riesgos y dirección de líneas de negocio (Fernandez Laviada & Cantabria, 2010).

Los beneficios son múltiples ya que ofrece una amplia visión para el seguimiento detallado de la marcha de una organización, además también contempla la evolución de la compañía para permitir planificar estrategias a medio y largo plazo. Es un método que permite generar la información necesaria para tomar decisiones rápidas y evitar así situaciones indeseadas. En cuanto a las desventajas de este modelo, se tiene la dificultad

de encontrar indicadores de riesgos efectivamente significativos para servir como predictores de riesgo, lo cual puede darle al estudio cierto grado de subjetividad.

3.1.7.6. Simulación de Monte Carlo

La simulación de Monte Carlo expone una gran cantidad de escenarios aleatorios donde los análisis se adaptan con una mayor precisión a la variabilidad del mundo real, específicamente en el contexto de la gestión y medición de riesgos. Esta simulación permite obtener la distribución de pérdidas utilizando un número suficiente de escenarios hipotéticos, creados aleatoriamente, a partir de las distribuciones de severidad y frecuencia (componentes de calificación del riesgo). Principalmente, consiste en un ejercicio de simulación de la realidad sustituyendo la realidad por un plano teórico haciendo uso de números aleatorios. Es decir, agrupa una serie de procedimientos que examinan distribuciones de variables aleatorias empleando simulación de números aleatorios, dando de esta manera una solución a gran diversidad de problemas matemáticos por medio de experimentos con muestreos estadísticos.

Las simulaciones de Monte Carlo se establecen utilizando algoritmos que generan valores estocásticos (aleatorios) basados en la FDP (funciones de densidad de probabilidad) de los datos. El objetivo de estas simulaciones repetidas es producir distribuciones que representen la probabilidad de diferentes estimaciones (McMurray, Pearson, & Casarim, 2017) . Cuando ya se ha ejecutado las simulaciones, se aplican al modelo, que podría ser complejo o ser una ecuación simple, desarrollada para calcular la estimación final. En cuanto al cálculo de la incertidumbre, el intervalo de confianza se puede identificar para las distribuciones finales. En este método la tecnología es uno de los más grandes aliados de este método ya que permite por medio de software sistematizar la labor de valoraciones del riesgo. Una de las herramientas tecnológicas más utilizadas es el software @Risk 7.6, el cual se caracteriza por ser una aplicación sobre Microsoft Excel que permite el análisis del riesgo de un determinado proyecto en el cronograma del mismo y proporcionar información sobre las variables evaluadas.

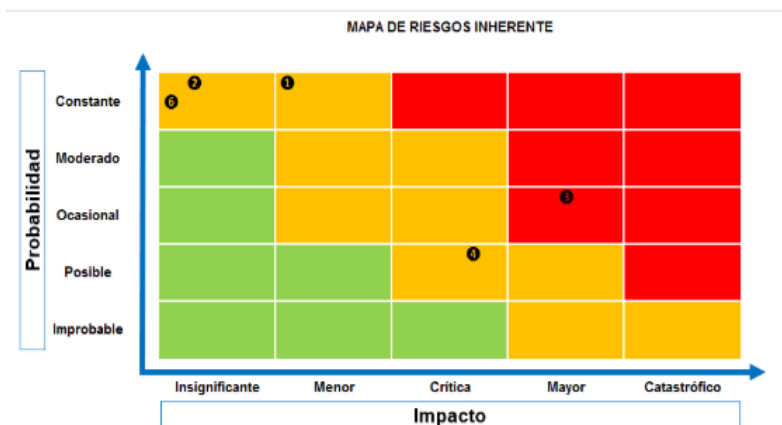
3.1.7.7. Mapas de Riesgos

Los mapas de riesgos pueden representarse por medio de gráficos o datos y son una herramienta que organiza la información sobre los riesgos identificados y permite a la vez visualizar su magnitud, con el objetivo de crear estrategias adecuadas para su

manejo, tratamiento y control. El mapa de riesgos gráfico concierne a la calificación de los riesgos identificados ubicados según sus variables y a su evaluación de acuerdo al método empleado. La información referente a los riesgos identificados (calificación, evaluación, controles) puede ser agrupada en tablas, donde se puede involucrar también información del contexto del riesgo y de su entorno.

Las valoraciones de los riesgos son presentadas en una matriz, en la cual se hace el análisis y valoración cualitativa de sus componentes (Impacto y probabilidad) por medio de una escala numérica dada con este fin para cada componente; de acuerdo con el resultado de tal valoración, se ubican en el mapa de riesgos definido. Este mapa permite dar una visión gráfica del estado y magnitud del riesgo según sus componentes y permite también visualizar la ubicación del riesgo según la zona de tolerancia definida en la metodología realizada para los riesgos identificados, tal como se muestra en la Figura 2.

Figura 2. Ejemplo de un Mapa de Riesgos Inherentes (análisis cualitativo)



Fuente: (Rodriguez Lopez, Piñeiro Sanchez, & Llano Monelos, 2013)

En términos cuantitativos, los mapas de riesgo pueden ser divididos en cada uno de sus ejes según el nivel de detalle que se ajuste al contexto, los resultados de calificación o la naturaleza de las medidas. Como ventajas de este método se puede mencionar un mejor entendimiento en relación con la situación con los riesgos identificados, ya que proporciona información de forma global o separada.

3.1.7.8. Análisis de Sensibilidad

El análisis de sensibilidad es una técnica usualmente utilizada en proyectos con el fin de obtener el grado de riesgo que representa cierta inversión; esta herramienta es también un buen referente en el proceso de toma de decisiones, pues establece los factores importantes o más sensibles en la evaluación de una decisión. En este análisis se evalúa el impacto de los eventos asignando diferentes valores a los estados de los indicadores de riesgo, para así conocer los indicadores que más inciden en la severidad de los eventos.

3.1.8. Metodologías de Gestión del Riesgo en Instituciones Educativas y en Deserción Estudiantil

En la actualidad las instituciones educativas adoptan diversas metodologías para la prevención de posibles amenazas y la disminución de panoramas negativos de incertidumbre, es por esto que el desarrollo de una metodología de gestión de riesgos ha sido un reto y una oportunidad para los diferentes temas a los que este tipo de instituciones se enfrentan como lo es la problemática de la deserción estudiantil. A continuación, se resaltan algunas aplicaciones de la gestión de riesgos en instituciones de educación superior y las metodologías de gestión de riesgo implementadas en la deserción estudiantil.

Como primera medida hay que resaltar la importancia de la aplicación de una gestión de riesgos en este tipo de instituciones por medio de investigaciones y aplicaciones. Una de ellas es la aplicación de la gestión de riesgos a la planificación estratégica en una institución de educación superior en La Habana donde se concibe cómo una metodología apoya la toma de decisiones de los directivos de una forma proactiva, teniendo en cuenta la incertidumbre, la posibilidad de futuros sucesos y los efectos sobre los objetivos planificados (Galarza Lopez & Almuñías Rivero, 2015). Tal metodología cuenta con etapas de desarrollo las cuales se identifican a continuación y buscan minimizar las posibles amenazas.

Figura 3. Ciclo de la gestión de riesgos

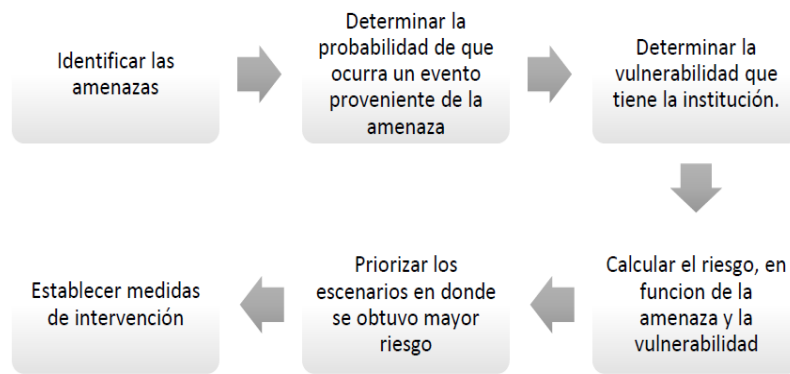


Fuente: (Galarza Lopez & Almuñías Rivero, 2015)

Así mismo las metodologías de gestión, identificación y medición del riesgo constituyen una valiosa aplicación, Keiko Yokoyama en su investigación aplicada en universidades inglesas describe cómo el desarrollo de la gestión de riesgos reconfigura los sistemas universitarios y proporciona una visión de la incertidumbre e inseguridad a los cuales pueden estar expuestos (Yokoyama, 2018). Por medio de la identificación de riesgos y la medición cualitativa de vulnerabilidades y amenazas, usando información histórica, se concluye que este método ha fortalecido los mecanismos de autocontrol para responder a la incertidumbre o los posibles eventos futuros, con la implementación de nuevos sistemas de control además fortaleció la regulación universitaria, y es un ejemplo de esta metodología para distintos temas que hoy en día manejan las instituciones universitarias.

La gestión integral del riesgo puede ser estructurada bajo un plan, por medio de una secuencia lógica de aspectos que contribuyan a la mitigación del riesgo y a la cultura de prevención en variedad de centros educativos. Bajo esta premisa se plantea una investigación de la Universidad del Valle sobre la gestión del riesgo en las instituciones educativas, donde la participación y el conocimiento de estos elementos hace más eficiente el análisis de amenazas y vulnerabilidades presentes en la institución y a partir de estos aspectos se debe realizar el análisis de riesgos (Diaz Tamayo, Gil Mayorga, & Arboleda Millan, 2015). De acuerdo con este planteamiento se desarrolla un procedimiento cualitativo en su mayoría de general para la elaboración del análisis de riesgo, tal como se muestra en el Diagrama 1.

Diagrama 1. Procedimiento para el análisis de riesgos



Fuente: (Diaz Tamayo, Gil Mayorga, & Arboleda Millan, 2015)

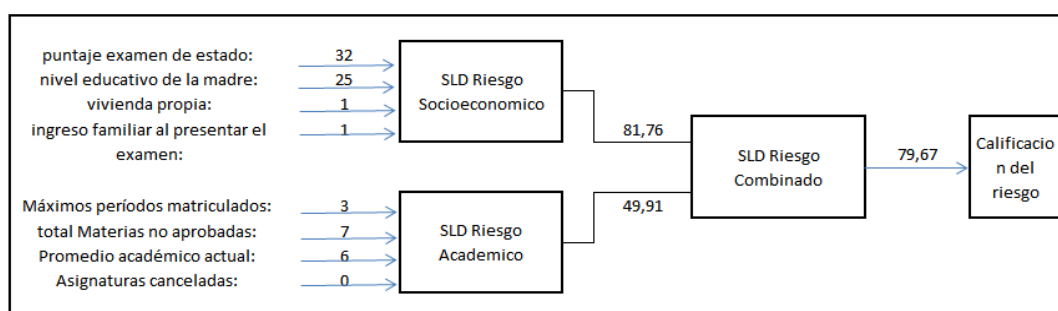
Al conocer con más detalle la exposición al riesgo, posterior a la realización del análisis, se pueden determinar acciones encaminadas a la eliminación, reducción o la aplicación de controles de estos factores, los cuales son clasificados según el contexto evaluado por medio de este plan estructurado de análisis del riesgo.

De acuerdo con las diferentes técnicas que constituyen el desarrollo de la gestión del riesgo hay que resaltar algunas metodologías que han sido implementadas en el tema de deserción estudiantil en instituciones de educación superior o universitaria, cabe resaltar que estas investigaciones son casos que aún tienen continuidad tanto en su aplicación como en su estudio. En una primera referencia se especifica un modelo de gestión de riesgos aplicando lógica difusa para la Universidad Católica de Colombia, más específicamente para la Facultad de Ingeniería en el proceso de deserción estudiantil (Robechi Severiche & Jácome Fernandez, 2014).

En este estudio se plantea primeramente un análisis estadístico de las bases de datos pertenecientes a la facultad estudiada, las cuales contienen los registros de matrícula y de grados en cierto periodo de tiempo; a su vez establece la frecuencia y severidad relacionada con los eventos de deserción encontrados con el fin de calcular el efecto económico desfavorable para la universidad. La información y datos suministrados por la facultad son analizados según la metodología de diagnóstico y seguimiento del modelo de duración para el análisis de la deserción estudiantil en educación superior utilizado por el Ministerio de Educación Nacional. Finalmente se construye el modelo a través de lógica difusa en donde se incorporen factores relevantes en la deserción estudiantil.

Este modelo es realizado con tres sistemas de lógica difusa para calcular los riesgos socioeconómicos, académicos y demás riesgos considerados en las fases anteriores como relevantes en la deserción estudiantil. Los tres sistemas de lógica difusa desarrollados se integran por medio del código fuente C++ en un solo sistema con el fin de realizar una gestión total del riesgo con todos los factores ya aplicados, según se muestra en la Figura 4.

Figura 4. Integración de los sistemas de lógica difusa por medio del código.



Fuente: (Robechi Severiche & Jácome Fernandez, 2014)

De acuerdo con este estudio y el desarrollo del modelo de duración y la función del riesgo, se registró gráficamente el comportamiento de la permanencia y deserción de los estudiantes de cada programa en cada uno de los períodos en que se matriculan y en los que no se matriculan. Así mismo, se logró evidenciar los recursos económicos dejados de percibir por la institución educativa debido a esta problemática, los cuales son equivalentes a un 37.3%, resultado que afecta el flujo de caja y su situación financiera.

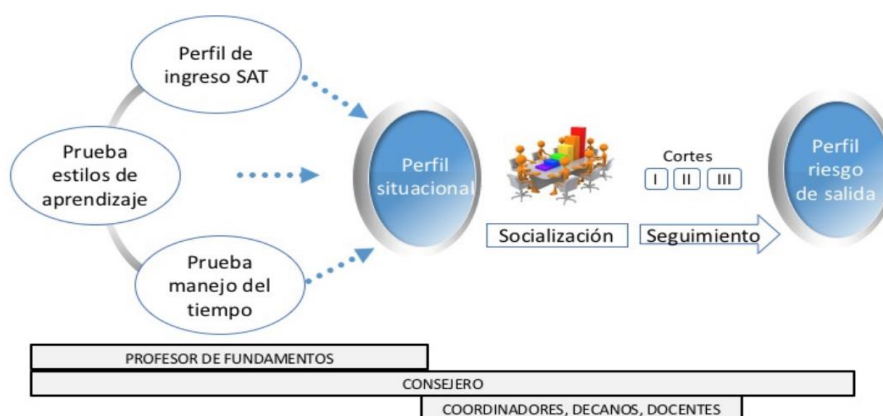
En un segundo estudio consultado, se relacionan de manera más explícita los factores de riesgo asociados a la deserción en los diferentes programas de pregrado. Aunque no se relaciona una metodología específica de gestión de riesgo, sí constituye de forma general una idea de identificación de causas e impactos que influyen al desarrollo del riesgo de deserción estudiantil bajo una metodología cualitativa (Barrero Rivera, Barrero Espinosa, & Borja Cely, 2015). Por tanto, este estudio desarrollado por medio

de una investigación mixta de carácter descriptivo da a conocer los principales factores de riesgo relacionados a la deserción estudiantil, para la posterior continuidad de estudios de administración y gestión de los riesgos asociados.

En su metodología se desarrolla la elaboración y diseño de una encuesta, la cual fue analizada según resultados obtenidos en dos momentos, primero como un análisis de estadística descriptiva y luego como un análisis matricial. De acuerdo con estas etapas se evalúan los resultados por medio de los grupos focales de expertos desde la técnica de análisis de contenido.

Como estudio cualitativo también se puede referenciar una investigación realizada por la Universidad Autónoma de Manizales, donde se plantea el levantamiento de un perfil situacional, que permita determinar el nivel de riesgo del estudiante al ingreso a la institución. Esto permite definir una alerta temprana para realizar un proceso de intervención oportuna de los factores que pueden afectar la permanencia del estudiante al programa matriculado. Como una medida de tratamiento y control se realiza un modelo de trabajo que incluye la socialización de los resultados encontrados a diferentes actores de la universidad que acompañarán al estudiante en los primeros semestres académicos y un proceso de seguimiento permanente al desempeño académico del estudiante (Davila Correa & Naranjo Aristizabal, 2015). Este sistema se divide en cuatro momentos que se pueden observar en la Figura 5.

Figura 5. Sistema de gestión integral del riesgo.



Fuente: (Davila Correa & Naranjo Aristizabal, 2015)

- Levantamiento del perfil situacional: orientado a definir una línea base de funcionamiento en los estudiantes de primer semestre por medio de la realización de

una prueba de estilos de aprendizaje donde se establecen variables personales (actitudinales, motivacionales, cognitivas, entre otras). Esta prueba identifica las potencialidades y dificultades de los estudiantes para abordar y resolver la información que debe manejar y apropiarse en el proceso de aprendizaje.

Este método toma como referente conceptual la propuesta de Kolb sobre los estilos de aprendizaje. Así mismo se realiza una prueba de gestión del tiempo que consiste en que cada estudiante, identifique y reconozca los aspectos que afectan su manejo del tiempo y que pueden incidir en el desempeño académico.

Finalmente, se tiene como otra herramienta en esta primera fase, las denominadas alertas tempranas SAT que identifican factores de riesgo académico, económico, familiar y psicosocial.

- Socialización de resultados: Con los resultados de las tres pruebas el consejero y el profesor de Fundamentos Básicos establecen el perfil de riesgo inicial que les permite tener una perspectiva general de cada estudiante y del grupo.
- Proceso de Seguimiento: el consejero de cada estudiante evalúa diferentes aspectos relacionados con el estudiante, el medio académico y los procesos de adaptación e interacción; todo esto haciendo uso del sistema de información que posee el proyecto de permanencia y graduación institucional, a través del cual se puede conocer los servicios y acciones llevadas a cabo con el estudiante.
- Perfil de riesgo de salida: en esta última etapa se evalúa la situación del estudiante al finalizar el semestre por medio de la comparación del perfil situacional al iniciar semestre y la elaboración de un nuevo informe que evalúa el nivel de riesgo con que finaliza el semestre, este informe es direccionado a los entes universitarios encargados.

Cabe resaltar que el sistema que se plantea es un método de identificación y medición de riesgo en su mayoría cualitativo, en proceso de estudio y en miras de implementar herramientas numéricas que permitan dar resultados puntuales y eficientes. Sin embargo, este estudio principalmente logró por medio de este método cualitativo de gestión del riesgo, visualizar las necesidades de ciertos procesos adicionales para la evaluación de la deserción dentro de la institución educativa, además de la aplicación de estrategias para la obtención de información y el seguimiento a posibles factores de deserción desconocidos.

3.2. Deserción Estudiantil

3.2.1. Definición de Deserción y Deserción Estudiantil

Las primeras investigaciones referentes a la deserción estudiantil fueron contextualizadas bajo la teoría del suicidio y a la vez se complementó tal teoría con el factor económico de la educación (Durkheim, 1951). En este ámbito, una de las investigaciones más destacadas es la del sociólogo Vicent Tinto, que plantea cómo el abandono de los estudios superiores puede llegar a ser de carácter transitorio o permanente. Se refiere a transitorio cuando el individuo decide restituirse de la situación de abandono, en la medida de que éste no tenga obstáculo para retomar sus estudios; y se torna permanente cuando existen causas específicas que impiden al alumno a volver a retomar sus estudios superiores.

De acuerdo con los conceptos sobre deserción, cabe decir que en un contexto más acorde a los diferentes estudios, es un comportamiento individual que es relacionado con variedad de factores que finalmente conlleva a una decisión de abandono muy relacionado con la motivación y el efecto que esta tiene en el individuo para ejecutar cierta disposición. Según modelos conceptuales sobre deserción, tal motivación puede ser positiva o negativa y está dada por eventos que desencadenan un comportamiento (Diaz Peralta, 2008).

Por tanto y abordando el concepto de deserción estudiantil se podría decir que es un término que aun cuenta con debates por su frecuencia y grado de estudio; sin embargo, lo comúnmente dispuesto como definición a este término es el de abandono voluntario. Teniendo como base estos términos se podría describir como un comportamiento que posee el individuo; en este caso es el estudiante para sentirse motivado o no, a tomar una decisión que en el contexto se refiere a abandonar voluntariamente sus estudios superiores.

3.2.2. Análisis de la Deserción según ámbitos relacionados

La deserción estudiantil en particular se ha convertido en un problema que no solo crea consecuencias en estas instituciones educativas, sino que también se ven reflejados en la sociedad. Diversos estudios tratan sobre esta problemática y la constante búsqueda de alertas y modelos para su identificación y manejo.

Hay que resaltar el principal actor que hace parte de esta problemática el cual es el individuo; este podría ser el punto de partida para desarrollar una explicación del tema, ya que desde esta perspectiva se pueden denotar la presencia de metas e intenciones en un principio que terminan en una disminución constante de motivación. El significado individual de deserción se puede definir como fracaso (Tinto, 2016) el cual fracciona la realización de una meta u objetivo y puede determinar su desarrollo y el de su entorno.

En cuanto a las instituciones de educación, en su afán de tratar esta situación se establecen lineamientos y estudios para contrarrestar estos sucesos que de manera contundente la afectan como negocio y razón social. Es tal que universidades públicas y privadas crean planes de contingencia debido al número de estudiantes que ingresan o se matriculan pero que no se gradúan o finalizan su formación, provocando serios problemas financieros al producir inestabilidad en la fuente de sus ingresos (Tinto, 2016).

Además, que su competitividad e imagen ante el mercado se disminuye de manera considerable. Este fenómeno considerado en ámbitos individuales e institucionales ciertamente trae consecuencias en ámbitos sociales, ya que estas determinaciones a una escala tan propensa como la actual, afectan el conocimiento científico y tecnológico de los factores definitivos del desarrollo socioeconómico de las naciones.

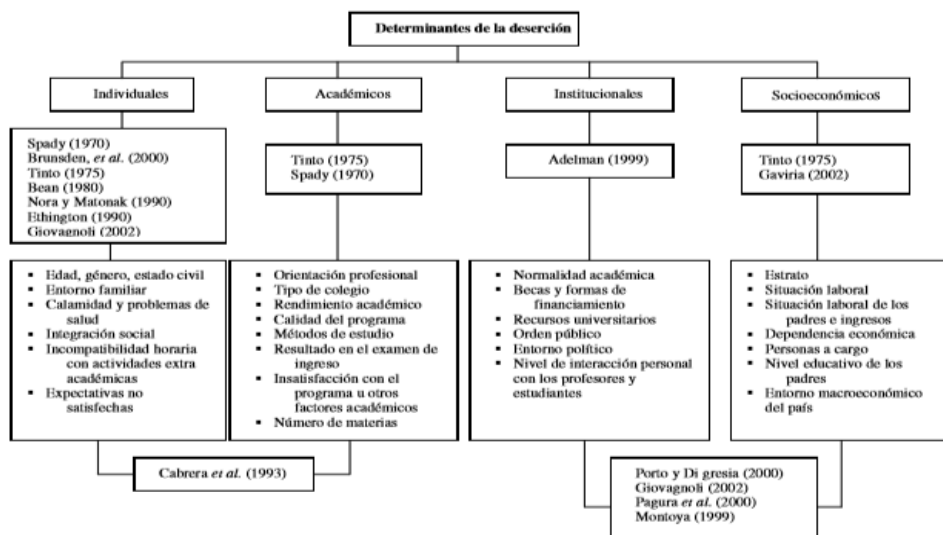
Aunque las reformas educativas se implementan para evitar este común denominador que trae consigo pobreza y carencia de la calidad de vida para la juventud, aún sigue siendo una problemática de gran magnitud para cualquier país. De acuerdo con estos ámbitos mencionados, se enfoca un análisis de factores para distinguir de esta manera las causas principales para que este riesgo se pueda dar; bajo esta premisa, es significativo evaluar el entorno donde se da o se pueda dar el riesgo de deserción.

3.2.3. Factores sobre Deserción Estudiantil

Distintos modelos sociológicos se han desarrollado para el estudio de factores que inciden en la decisión de deserción estudiantil; por ejemplo, uno de ellos mantiene dos conjuntos de factores principales, el primero se refiere a elementos ajenos a la universidad y el segundo depende del grado de integración que tiene el individuo tanto académicamente como socialmente (Castaño, Gallón, Gómez, & Vásquez, 2004). Otros

estudios enfatizan factores institucionales y personales para explicar tal problemática. En la Figura 7 se mencionan algunos autores y perspectivas en este estudio y análisis.

Diagrama 2. Estado del arte de los determinantes de la deserción estudiantil



Fuente: (Castaño, Gallón, Gómez, & Vásquez, 2004)

Se evidencia la frecuente existencia de cuatro grupos de factores relacionados, empezando por el factor individual que indica características propias de la persona (edad, género, estado civil, entorno familiar, estado de salud, sociabilidad entre otros) sumamente importantes para evaluar una decisión de deserción. En un segundo grupo se encuentra un factor académico, este es un foco primordial en este tipo de estudios para autores como Tinto y Spady que describen las características de este factor con su orientación profesional, su rendimiento académico, calidad del programa, carga programática y método de estudio con el fin de definir una explicación de la motivación a la deserción.

En el tercer grupo está el factor institucional refiriéndose específicamente a la relación con las instituciones estudiantiles, su financiamiento, recursos y la muy importante interacción con profesores y estudiantes. Finalmente, en el cuarto grupo se precisa el factor socioeconómico donde relacionan la situación laboral, dependencia económica, el nivel educativo de padres y el entorno macroeconómico del país.

Como se observa en el diagrama 2, los factores individuales, académicos, institucionales y socioeconómicos estudiados por diferentes autores dedicados a la investigación de la deserción; y, aunque no todos son estudiados de manera conjunta, se

puede llegar a indicar que estos cuatro factores pueden llegar a relacionarse de manera conjunta o parcializada al momento de tomar una decisión de abandono estudiantil.

4. OBJETIVOS

A continuación, se describe el objetivo general y los objetivos específicos en el desarrollo y ejecución de este estudio.

4.1. Objetivo General

Desarrollar una metodología de identificación y medición del riesgo de deserción estudiantil basado en la gestión del riesgo operativo en el Departamento de Ingeniería Industrial de la Pontificia Universidad Javeriana.

4.2. Objetivos Específicos

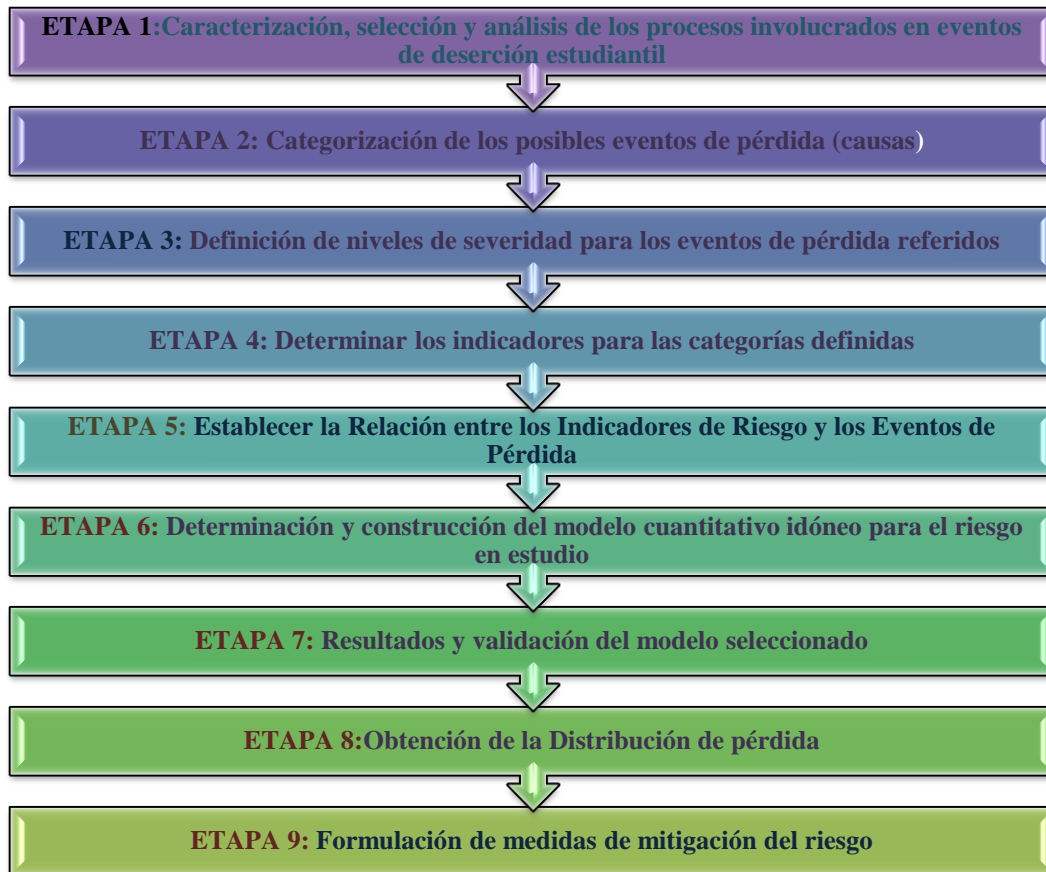
- Caracterizar y analizar los procesos relacionados con los eventos de deserción estudiantil en el Departamento de Ingeniería Industrial de la Pontificia Universidad Javeriana.
- Diseñar una metodología con los respectivos modelos para la identificación y medición del riesgo de deserción adaptado a la gestión del riesgo operativo (Mendoza y Castillo 2004).
- Aplicar la metodología al Departamento de Ingeniería Industrial de la Pontificia Universidad Javeriana.
- Formular un conjunto de estrategias que se puedan emplear para minimizar o mitigar el riesgo de deserción en la población estudiantil.

5. METODOLOGIA

5.1. Diseño Metodológico

De acuerdo con la metodología planteada y su enfoque específico, se proyectan las siguientes etapas que se describen a continuación, para desarrollar este proyecto con un enfoque de administración del riesgo a una problemática actual de manera eficiente con resultados claros y estrategias de control. En pro de la disminución sistemática del porcentaje de deserción estudiantil en el Departamento de Ingeniería Industrial de la Pontificia Universidad Javeriana.

Diagrama 3. Etapas metodológicas para la identificación y medición del riesgo de deserción estudiantil en el Departamento de Ingeniería Industrial de la PUJ, adaptado de Mendoza y Castillo (2004)



5.2. Descripción de las Etapas Metodológicas

- **ETAPA 1 – Caracterización, selección y análisis de los procesos involucrados en eventos de deserción estudiantil:** de acuerdo con las consultas realizadas sobre el tema de deserción estudiantil en los diferentes estudios y artículos realizados dentro de la Pontificia Universidad Javeriana y el Ministerio de Educación Nacional; se definen los procesos relevantes dentro del departamento de Ingeniería Industrial inmersos a la problemática de estudio, y se identifican las actividades importantes que pueden incidir en la posible materialización de este riesgo.
- **ETAPA 2 – Categorización de los posibles eventos de pérdida (causas):** Mediante la identificación de procesos relacionados realizados en la primera etapa, se definen los posibles eventos de pérdida debido a riesgos operativos enfocados a la

problemática de deserción estudiantil.

- **ETAPA 3 – Definición de niveles de severidad para los eventos de pérdida**

referidos: En esta etapa se determinan los niveles de severidad para los eventos de pérdida referidos anteriormente. A partir de estos se estima cuantitativamente el impacto producido por el evento, si este llegara a materializarse.

Para cada nivel se asocia un rango de valores que depende de la variable específica que permita medir la incidencia de deserción estudiantil, a la vez se establece el horizonte de tiempo dentro del cual se va a medir el nivel de exposición al riesgo.

- **ETAPA 4 – Determinar los indicadores para las categorías definidas:**

En esta etapa se determinan indicadores para las categorías definidas, estos indicadores pueden a su vez tener sub-indicadores los cuales también si es el caso serán asociados en cada categoría de evento de pérdida.

De acuerdo a lo anterior también se definen los posibles niveles para cada uno de los indicadores determinados, con el fin de establecer el nivel en el cual se podría ubicar el proceso evaluado.

En cuanto al orden de importancia de los indicadores, se determina como primera medida la relación entre los sub-indicadores y los indicadores principales; posteriormente se define la importancia de los sub-indicadores y la relación de incidencia en los indicadores principales.

- **ETAPA 5 - Establecer la Relación entre los Indicadores de Riesgo y los Eventos de Pérdida:**

En esta quinta etapa se determina la relación de los indicadores de riesgo determinados y los eventos de pérdida de la posible materialización del riesgo de deserción. Esta relación es analizada a la vez, por medio de la continua consulta a expertos en el tema de deserción y en la evaluación de los procesos apreciados en las etapas anteriores.

- **ETAPA 6 – Determinación y construcción del modelo cuantitativo idóneo para el riesgo en estudio:**

Como primera medida se definen las variables con el fin de ser el insumo principal para el modelo cuantitativo a seleccionar y construir, estas variables corresponden a las diferentes categorías de los eventos de pérdida y a los indicadores y sub-indicadores de riesgo de cada categoría.

Las relaciones de las variables del modelo se expresan por medio de probabilidades condicionales; Inicialmente se estiman las probabilidades condicionales de ocurrencia para los indicadores que dependen de otros indicadores de acuerdo a la relación entre indicadores y los órdenes de importancia, de esta manera se estima la probabilidad de ocurrencia de cada nivel del indicador principal.

Teniendo en cuenta lo anterior y junto con la información dada por el Departamento de Planeación de la Pontificia Universidad Javeriana, los estudios sobre deserción estudiantil y la evaluación de los procesos relacionados, se pretende validar las probabilidades condicionales obtenidas a través de la aplicación de un modelo cuantitativo adaptado a la situación estudiada en este proyecto.

- **ETAPA 7 – Resultados y validación del modelo seleccionado:**

De acuerdo con la adaptación de Mendoza y Castillo para este caso (Castillo & Mendoza, 2009), el procedimiento general para aplicar el modelo cuantitativo seleccionado es enumerar los principales eventos de pérdida (estudiantes desertores). Todo esto, por medio de la información proporcionada por el Departamento de Planeación de la Universidad Javeriana, los procesos e información evaluada y la consulta a expertos.

Además, se establece el impacto de la pérdida asociada y la categoría dentro de la cual se podría clasificar, según las categorías referidas anteriormente. El resultado que se quiere obtener pretende representar las distribuciones de probabilidad de las pérdidas que resultan de la materialización del riesgo de deserción, y que se obtienen por medio de la modelación del método idóneo seleccionado para esta problemática.

De la misma manera este resultado, representa la distribución de probabilidad para cada una de las categorías de eventos de pérdida, a la vez la distribución representa la probabilidad de ocurrencia de cada uno de los niveles de severidad definidos también en las etapas anteriores.

- **ETAPA 8 – Obtención de la Distribución de pérdida:**

A través del desarrollo del modelo cuantitativo, se obtiene una distribución de pérdida parcial inherente a la problemática de deserción estudiantil. Es por tanto, que para cada categoría es necesario determinar la frecuencia con la que podrían ocurrir los eventos de pérdida durante el horizonte de tiempo establecido; todo esto por medio de un modelamiento de simulación de este caso con el fin, de definir una distribución de pérdida total.

- **ETAPA 9 – Formulación de medidas de mitigación del riesgo:**

Esta última fase determina los resultados obtenidos aplicando el modelo cuantitativo seleccionado y se proporcionan medidas o planes para mitigar el riesgo de deserción estudiantil, de acuerdo con el enfoque de gestión del riesgo que se está desarrollando en el Departamento de Ingeniería Industrial.

6. ESTRUCTURACIÓN DEL PROBLEMA Y CARACTERIZACIÓN DE PROCESOS

6.1. Estructuración del Problema

6.1.1. Conceptos Institucionales sobre Deserción y Estado Actual de la Pontificia Universidad Javeriana

Abordando los conceptos de la problemática central, hay que destacar los diferentes conceptos relacionados con deserción que la Pontificia Universidad Javeriana contempla dentro de su reglamentación interna.

Bajo este marco, hay que resaltar temas como el ingreso de un estudiante a la universidad; donde es determinado en primera medida bajo el concepto de *inscripción*. Esta se refiere al proceso mediante el cual un aspirante formaliza su solicitud de admisión al primer periodo de un programa académico; a su vez la inscripción es sujeta a un proceso de admisión donde la universidad acepta o no la solicitud del aspirante para ingresar a cierto programa académico. En una segunda medida, se encuentra lo que es considerado bajo el nombre de *matrícula*; donde una persona se incorpora a la universidad. En esta etapa adquiere y renueva su calidad de estudiante regular, queda adscrito a uno o varios programas académicos y asume el compromiso de cumplir con todos reglamentos y normas (Pontificia Universidad Javeriana, 2013).

Cuando una persona no renueva oportunamente su matrícula para el siguiente periodo académico o no informa su *retiro temporal o definitivo*, pierde su condición de estudiante del respectivo programa. El plazo máximo para solicitar el reingreso es de un año. Bajo la anterior premisa es considerado como *desertor* aquel estudiante que abandona la universidad durante más de cuatro semestres consecutivos, teniendo en cuenta que la autorización máxima por retiro temporal es de dos años.

En cuanto al ámbito académico hay que resaltar también ciertos eventos académicos que podrían relacionarse con la presencia de deserción estudiantil, uno de estos es *la prueba académica* que corresponde a estudiantes que como promedio acumulado tengan un valor inferior al establecido por la universidad. También el estudiante regular que obtenga un promedio ponderado acumulado inferior a 2.5, quedará *excluido* del programa, excepto el estudiante que esté finalizando el primer semestre en la Universidad. Así mismo, quedará excluido el estudiante que quede en prueba académica durante tres 3 períodos académicos consecutivos.

En cuanto a las estrategias o planes específicos que lleva a cabo la Pontificia Universidad Javeriana en temas de deserción; se constata la existencia de programas de acompañamiento a estudiantes denominado PAE (Programa de Atención al Estudiante). Este programa forma parte de un trabajo conjunto de la Vicerrectoría Académica y el Departamento de Ingeniería, que tiene como función primordial establecer las directrices y las políticas para programas y proyectos académicos de la universidad; cuenta con el apoyo de diversas dependencias y unidades adscritas.

El Programa PAE cuenta con tácticas para el seguimiento y el estudio de la deserción por medio de un plan piloto que actualmente es denominado PAE+1; el cual es desarrollado por los diferentes directores de carrera y consiste en una serie de estrategias para disminuir el abandono estudiantil.

El programa PAE+1 consta de cuatro estrategias como lo son la implementación de un sistema de alertas tempranas, atención integral académica, soportes para el aprendizaje; estas tres primeras estrategias son adelantadas de manera muy reciente es decir, en una etapa de aplicación y modificación. Por consiguiente, aún no están formalizadas en su totalidad o no hay una información integral sobre indicadores definidos. Una cuarta estrategia se considera la consejería académica, llevada a cabo desde hace cuatro años

en donde su principal objetivo es acompañar a estudiantes en la planificación de sus estudios. Esta consejería es realizada por profesores de la universidad y bajo un protocolo formalizado por la universidad.

6.1.2. Principales Aspectos del Problema

A continuación, se describen los principales aspectos del problema, identificados.

- **Reglamentación:** comprende las normas aplicables a los estudiantes, profesorado y en general, a la comunidad que conviva en la institución educativa. A la vez las normas referentes al estado académico de los estudiantes que son reguladas por el Ministerio de Educación Nacional, que son tenidas en cuenta para hacer una adecuada valoración de los riesgos.
- **Imagen institucional:** el control y mitigación de cualquier riesgo operativo enfocado a la problemática genera un impacto positivo en la imagen de la universidad ya que intensifica su credibilidad ante los posibles estudiantes futuros, además crea un nombre sólido para la sociedad y posicionamiento en instancias educativas.
- **Económico:** este aspecto es relacionado con las pérdidas económicas que genera el riesgo operativo en la problemática de deserción, este aspecto se refleja tanto para la universidad como para el estudiante y el entorno familiar y de sociedad que viene relacionado con este.
- **Proyecciones:** relacionada con el impacto que puede generar este riesgo en el futuro para la universidad, y las posibles probabilidades que puede llegar a comprender en cuanto a la demanda estudiantil, reflejada claramente en temas económicos y de sostenimiento.

6.1.3. Principales Actores Relevantes

En la problemática de deserción estudiantil, se relacionan actores que intervienen en este tipo de eventos entre estos podemos mencionar los siguientes:

- **Pontificia Universidad Javeriana:** es la institución de educación superior, en la cual se desarrolla este proyecto y se analizan los datos que esta aporta con un fin investigativo, es representada por la Rectoría; de ella dependen la Secretaría Privada, la Secretaría General, la Dirección Jurídica, la Oficina de Gestión de Donaciones, la Dirección de Comunicaciones y la Secretaría de Planeación.

- Departamento de Ingeniería Industrial de la PUJ: es la carrera o programa que ofrece la institución de educación superior a la comunidad en general para realizar sus estudios superiores; específicamente adentrándonos en la problemática es donde se enfocara el desarrollo de este proyecto.
- Ministerio de Educación Nacional: es un organismo oficial que se comisiona para gestionar las tareas administrativas concernientes con la educación y normalmente también de la cultura.
- Población Estudiantil: personas inscritas, matriculadas y en proceso de aprendizaje en la institución educativa, siendo más específicos es toda población que adelanta sus estudios en la universidad dentro del programa de Ingeniería Industrial.
- Profesorado: es referente a la comunidad vinculada a la institución que ejerce el oficio de docencia en diferentes especialidades.
- PAE: relacionada con lo referente al proyecto de apoyo a las transiciones estudiantiles, el cual incluye diversas estrategias, enmarcadas en el modelo de Desarrollo Estudiantil que la Vicerrectoría Académica ha planteado y están basadas en la recolección de información de diagnóstico y seguimiento a los estudiantes.
- PAE+1: Proyecto liderado por la Dirección de Asuntos Estudiantiles con el fin de acompañar a los estudiantes en el proceso académico y psicosocial, por medio de estrategias que permitan la culminación de sus estudios y la retención de información relevante respecto a temas característicos de este ámbito.

6.1.4. Relación Entre Actores Relevantes

- PUJ-MEN: el Ministerio de Educación Nacional reglamenta, verifica y avala las actividades de las diferentes instituciones de Educación Superior. Además, que Evalúa, en forma permanente, la prestación del servicio educativo y divulga sus resultados para mantener informada a la comunidad sobre la calidad de la educación. Es por tanto que la Pontificia Universidad Javeriana, como parte de su razón social mantiene una continua relación con este ente gubernamental y cualquier posible evento que pueda desarrollarse.
- PUJ-Dpto. de Ingeniería Industrial: el Departamento de ingeniería Industrial proporciona reporte a la Pontificia Universidad Javeriana de diferentes ámbitos concernientes a ingresos, estados académicos, procesos internos y demás. A la vez

como los anteriores actores cualquier evento asociado puede conllevar impactos positivos o negativos para la universidad y la relación entre estos.

- PUJ-Estudiantes: la relación de estos actores es sumamente importante ya que de los estudiantes depende el estado de la razón social de la PUJ, a cambio de un servicio aprendizaje en el cual se especializan.
- PUJ-Profesorado: esta relación se da por medio de la prestación del servicio de enseñanza que da los profesores y el espacio y medios que proporciona la institución educativa para este fin, también la universidad regula la comunidad de profesores por medio de las evaluaciones de desempeño y demás procedimientos con el fin de abordar la calidad y profesionalismo.
- Profesorado-Población Estudiante: esta relación se da en el proceso de aprendizaje, se puede denotar la instancia de que los estudiantes, influyen de manera decisiva en la valoración que se hace del desempeño de sus docentes y viceversa.
- Pontificia Universidad Javeriana-PAE: están relacionados en circunstancias de control y mitigación, ya que el programa PAE es un procedimiento de calidad para el aseguramiento de los aprendizajes, el seguimiento a la deserción, la consolidación de un sistema que alerte sobre población estudiantil en riesgo, que crea la universidad para diferentes facultades con el fin de evitar el riesgo de retiro.
- PAE-Población estudiantil: en cuanto a la relación con el estudiante el PAE realiza un acompañamiento a las transiciones estudiantiles para disminuir la vulnerabilidad de la población estudiantil mediante una reacción oportuna. A la vez también hay una relación en cuanto a la Asesoría Psicológica y Salud e informes de los consejeros, entre otros.

6.2. Etapa 1: Análisis de Procesos de la Pontificia Universidad Javeriana y del Departamento de Ingeniería Industrial

Bajo las instancias de calidad y buenas prácticas, la universidad cuenta con la respectiva documentación de sus procesos institucionales, estos son representados en primera instancia por tres grupos generales que abarcan subprocesos referentes a cada macro-proceso.

En el Mapa de Procesos Institucionales los tres grupos principales de procesos son divididos por procesos estratégicos, misionales y de soporte. A continuación, se describen los diferentes procesos formalizados de la Pontificia Universidad Javeriana.

Figura 6. Mapa de Procesos Institucionales



Fuente: Pagina Institucional Pontificia Universidad Javeriana

Procesos Estratégicos:

Referentes a los procesos de planificación y establecimiento de políticas y estrategias, se constituyen objetivos, provisión de comunicación, revisiones por la dirección y demás directrices de direccionamiento.

- Planeación(PL): Comprende la definición de los propósitos, los objetivos y las estrategias que orientarán a la Universidad, en concordancia con los Estatutos, la Misión, el Proyecto Educativo, los resultados de los ejercicios de aseguramiento de la calidad, los procedimientos y los mecanismos que permiten verificar su cumplimiento.
- Presencia de la Universidad en el País: Comprende la definición y ejecución de las estrategias que le permitirán a la Universidad vigorizar su presencia en el país, tanto en el ámbito regional como local.

- **Aseguramiento y Gestión de la Calidad:** Comprende las actividades orientadas al aseguramiento de la calidad de las funciones sustantivas de la Universidad y su gestión.
- **Desarrollo de la Comunidad Educativa:** Comprende la definición y ejecución de las estrategias que le permitirán a la Universidad fortalecer los mecanismos de participación y el sentido de pertenencia a la Comunidad Educativa.
- **Internacionalización:** Comprende lo referente al cambio organizacional, innovación curricular, desarrollo profesional del personal académico y administrativo, así como de la movilidad estudiantil con la finalidad de lograr la excelencia en la docencia, la investigación y en otras actividades que forman parte de la función de las universidades.
- **Administración y Control de Riesgos:** Comprende la definición e implementación de estrategias que aseguren el cumplimiento de los procesos establecidos por la Universidad.

Procesos Misionales:

Referentes a los procesos que proporcionan un resultado que ya es planeado y previsto, en el cumplimiento de su objeto social o razón de ser; dentro de este grupo se encuentran los siguientes procesos.

- **Docencia:** Proceso académico de interacción que acontece de manera especial entre profesores y estudiantes alrededor del planteamiento de problemas y de interrogantes concretos. Su fin es el de alcanzar competencia, según la autonomía relativa de las ciencias, en el manejo de distintas situaciones y experiencias; en modelos interpretativos y explicativos.
- **Investigación:** La investigación para la Universidad Javeriana es la búsqueda del saber que amplía las fronteras del conocimiento y de su aplicación, compartidas hasta ahora por las distintas comunidades científicas.
- **Servicio:** Comprende la participación en la realización de servicios concretos a la sociedad, la adaptación del quehacer educativo para llevar su servicio a regiones apartadas del país.

Procesos de Soporte:

Son aquellos que incluyen todos aquellos procesos para la provisión de los recursos que son necesarios en los procesos estratégicos, misionales y de mejora continua.

- **Gestión de Soporte Académico:** Comprende el desarrollo de las actividades administrativas y de apoyo requeridas para contribuir al cumplimiento de los propósitos académicos de la Universidad.
- **Gestión de Bienes y Servicios:** Comprende el desarrollo de las actividades relacionadas con la compra de bienes y servicios, la administración de proveedores y el control y custodia de los bienes comprados para el buen funcionamiento de la Universidad.
- **Gestión Financiera:** Comprende la planeación, administración, registro y control de los recursos financieros necesarios para garantizar el adecuado desempeño de la Universidad, así como la generación y suministro de información tanto interna como la legal exigida por entes externos.
- **Gestión Tecnológica:** Responde a las necesidades de los miembros de la Comunidad Educativa Javeriana, relacionadas con la aplicación de las tecnologías de información y comunicación para el soporte de la operación administrativa y académica en desarrollo de los propósitos de la Universidad: Docencia, Investigación y Servicio.
- **Gestión de Infraestructura:** Comprende la planeación, diseño, desarrollo, administración y mantenimiento de la infraestructura física de la Universidad, para proporcionar los espacios y condiciones requeridos en la prestación de los servicios a la Comunidad Educativa Javeriana.
- **Gestión Legal:** Comprende la orientación, asesoría y apoyo en materia legal a los procesos institucionales, para garantizar el cumplimiento de las normas constitucionales y legales, así como de los Estatutos y Reglamentos de la Universidad.
- **Gestión de Comunicaciones y Promoción:** Comprende la definición, desarrollo y evaluación de estrategias de comunicación y promoción, para fortalecer la intracomunicación, la presencia institucional de la Universidad tanto en el ámbito nacional como en el internacional y el mercadeo de su oferta académica.
- **Gestión del Talento Humano:** Comprende la planeación, desarrollo e implementación de estrategias y prácticas que permitan atraer, retener, motivar y desarrollar el mejor talento humano disponible y propiciar su desarrollo integral,

facilitando el cumplimiento de los objetivos institucionales a fin de ser competitivos.

- Gestión de Otros Servicios a la Comunidad Educativa: Comprende la definición de estrategias que contribuyan a la ejecución y administración de servicios que aporten al desarrollo de las actividades de la Universidad.

6.3. Selección de los Procesos Operativos Relacionados

Para identificar el conjunto de eventos de pérdida que puede presentar el riesgo de deserción en la comunidad estudiantil, es necesario conocer el proceso operativo central de enseñanza y aprendizaje el cual es descrito en la universidad.

Tabla 3. Proceso seleccionado para análisis y descripción del proceso

PROCESO	DESCRIPCIÓN
Proceso Enseñanza y Aprendizaje	Comprende desde la inscripción de las actividades académicas hasta su respectiva evaluación e incorporación de la calificación en la historia académica del estudiante.

Fuente: La Autora

7. METODOLOGÍA DE ANÁLISIS DE RIESGOS

7.1. Etapa 2: Categorizar los Posibles Eventos de Perdida

Se seleccionaron las siguientes categorías de eventos de pérdida para la identificación y medición del riesgo en el proceso de enseñanza y aprendizaje, estas categorías se conforman por medio de las investigaciones y tesis consultadas sobre los factores que pueden incidir en la deserción estudiantil y los principales actores en la misma.

- Categoría 1: Deserción con enfoque a la Universidad
- Categoría 2: Deserción con enfoque al Estudiante
- Categoría 3: Deserción por el entorno

7.2. Etapa 3: Nivel de Severidad

La severidad fue definida como el tiempo de duración del evento de pérdida, por tanto, se contempla la definición de deserción en el reglamento estudiantil y se definen los siguientes niveles de severidad que dependiendo de su duración pueden llegar a impactar en menor o mayor medida.

Nivel 0: interrupción de estudio durante 0 a 1 semestres.

Nivel 1: interrupción de estudio durante 2 a 4 semestres.

Nivel 2: interrupción de estudio durante más de 4 semestres.

El horizonte de tiempo seleccionado para la aplicación de la metodología es de dos años. Este horizonte se define para dos años ya que representa cuatro semestres, donde por medio de datos e información referente se puede lograr determinar de una manera más clara el comportamiento académico de los estudiantes.

7.3. Etapa 4: Identificar Indicadores de Riesgo

En las Tablas 4 a 6 se presentan cada uno de los indicadores para los eventos de pérdida, en cada una de las categorías definidas. Para cada uno de los indicadores se establecieron niveles de severidad y estos a su vez, fueron ordenados de acuerdo con el nivel de importancia para explicar la incidencia en el evento correspondiente.

Tabla 4. Indicadores de Riesgo para la Categoría de Deserción con enfoque a la Universidad

CATEGORÍA	SUBCATEGORÍAS			INDICADORES		
	Subcategoría	Descripción	Nivel	Indicadores	Descripción	Nivel
	Deserción por Costos altos y disponibilidades al estudiar	El precios elevados de las matriculas o situaciones económicas extremas generan situaciones que pueden llegar a incidir en la pérdida de continuidad académica del estudiante	1. 0–1 mtres 2. 2,3 y 4 mtres 3. 4 o más mtres	1. Valor de la matricula frente a otras universidades	El valor de la matricula comparado con universidades de igual calidad	1. Alto 2. Medio 3. Bajo
				2. Facilidades o planes de pago por estudiar	Existencia de planes de pago, subsidios, becas o créditos para estudiantes	1. Atractivos 2. Poco Atractivos
				3. Disponibilidad de horarios flexibles	Si la universidad no cuenta con horarios flexibles para estudiantes que trabajen puede impactar la continuidad en el estudio de los estudiantes	1. Si 2. No
				1. Orientación vocacional del programa	Se realiza una orientación anterior y durante la vida académica sobre el contenido del programa	1. Si Existe 2. No Existe

Deserción con enfoque a la Universidad	Deserción por expectativas incumplidas en el Dpto. Ingeniería/Universidad	Información que ofrece la universidad que crea expectativas erróneas e impacta la motivación del estudiante	1. 0 – 1 mtres 2. 2,3 y 4 mtres 3.4 o más mtres	2. Facilidad de acceso a la información del programa	Facilidad para acceder a información concerniente al contenido y características del programa.	1. Fácil acceso 2. Difícil acceso
				3. Evaluación de percepción del Dpto. Ingeniería o Universidad	Existencia de una evaluación periódica de percepción sobre las características del programa inscrito y/o de la universidad	1. Existe 2. No Existe
	Deserción por las deficiencias en el personal Docente	Carencia de competencias en docentes y de capacitación que incide en el nivel académico estudiantil provocando decisiones de deserción	1. 0 – 1 mtres 2. 2,3 y 4 mtres 3.4 o más mtres	1. Calidad y experiencia pedagógica en los docentes	Temas acordes a la experiencia y conocimientos idóneos de los docentes en su metodología pedagógica	1. Alto 2. Medio 3. Bajo
				2. Aporte del profesor a su relación con el estudiante	Referente al ambiente de aprendizaje despersonalizado y la relación de los actores (estudiantes/profesores) durante la vida académica	1. Existe 2. No Existe
				3. Alta Carga académica impuesta	Concerniente a los créditos y cursos que se exige en cada semestre ya que por cada crédito el estudiante debe tener 3 horas de estudio individual fuera de aulas	1. Alto 2. Medio 3. Bajo
				4. Espacios de tutorías o respuestas a dudas de los docentes	Referente a los espacios del docente para la resolución de dudas e inquietudes (catedra, planta)	1. Si 2. No
	Deserción por Insuficientes recursos de estudio	Fallas en equipos, espacios y en la manutención de los mismos que afectan la continuidad de los estudios de los estudiantes.	1. 0 – 1 mtres 2. 2,3 y 4 mtres 3.4 o más mtres	1. Superpoblación universitaria	Si hay una sobrepoblación de estudiantes que usan equipos y espacios	1. Alto 2. Medio 3. Bajo
				2. Estado y mantenimiento de equipos	Estado de los equipos y Mantenimiento regular, preventivo de los mismos	1. Aptos 2. No aptos
				3. Espacios idóneos para estudio	Hay suficientes espacios acordes a las necesidades de estudio	1. Aptos 2. No aptos

Tabla 5. Indicadores de Riesgo para la Categoría de Deserción con enfoque al estudiante

CATEGORÍA	SUBCATEGORÍAS			INDICADORES		
	Subcategoría	Descripción	Nivel	Indicadores	Descripción	Nivel
	Motivos psicológicos emocionales y de motivación	Comprenden aspectos motivacionales y de expectativas del individuo que pueden impactar el rendimiento académico y personal ocasionando posibles eventos de deserción	1. 0–1 mtres 2. 2,3 y 4 mtres 3.4 o más mtres	1 falta de orientación vocacional	Referente a la desorientación de su elección en el programa académico por falta de una orientación vocacional	1. Si 2. No
				2. Limitada Integración social y con el entorno académico	El ambiente de integración social y académico limitado o inexistente puede impactar en la motivación y el compromiso del estudiante	3. Hay Integración académica/social 4. No hay Integración académica/social
	Bajo rendimiento académico y/o disciplinario	Deficiencia en aspectos académicos y de métodos de estudio que influyen al abandono estudiantil del estudiante	1. 0–1 mtres 2. 2,3 y 4 mtres 3.4 o más mtres	1. Insatisfacción por el programa académico cursado	El cumplimiento de las expectativas del estudiante frente al programa académico que inscribió	1. Cumple 2. No cumple
				2. Incompatibilidad horaria con las actividades académicas	La existencia de una diversidad horaria de clases para la asistencia de estudiantes que trabajan o con dificultades horarias	1. Facilidad horaria 2. Poca facilitada

Deserción con enfoque al Estudiante				3. Deficiencias en conocimientos básicos	Conocimientos del estudiante en áreas básicas que son primordiales para la continuidad académica	1. Si 2. No
				4. Planeación errónea al inscribir materias/créditos	La inscripción de materias que el estudiante realiza	1. Si 2. No
	Características socioeconómicas de ingresos	Referidos a bajos ingresos familiares y de situación laboral que impiden la continuidad de la vida académica	1. 0-1 mtrs 2. 2,3 y 4 mtrs 3. 4 o más mtrs	1. Dependencia Económica para el estudio	Estudiantes que dependen de la condición financiera de un familiar o personas cercanas para realizar sus estudios.	1. Si 2. No
				2. Dificultades financieras	Eventualidades financieras con eventos que impactan la continuidad académica del estudiante	1. Si 2. No
				3. Personas a cargo	Estudiantes con hijos o personas a cargo que pueden incidir en la continuidad académica	1. Si 2. No
				4. Falta de apoyo financiero por parte de la institución y/o universidad	La universidad cuenta con apoyo financiero a los estudiantes que así lo requiera	1. Si 2. No
	Influencias y relaciones familiares y de entorno individual	Contempla el ambiente familiar y de entorno del individuo que puede influenciar la estabilidad académica y de toma de decisiones	1. 0-1 mtrs 2. 2,3 y 4 mtrs 3. 4 o más mtrs	1. Relaciones familiares del estudiante	Relación familiar del estudiante durante su vida académica	1. Buena 2. Regular 3. Mala
				2. Influencias del entorno cercano al estudiante	Conceptos o apreciaciones del entorno del estudiante en su vida académica	3. Apto 4. No apto
				3. Apoyo familiar	La ayuda en diferentes ámbitos que proporciona la familia	1. Si 2. No

Tabla 6. Indicadores de Riesgo para la Categoría de Deserción con enfoque al entorno

CATEGORÍA	SUBCATEGORÍAS			INDICADORES		
	Subcategoría	Descripción	Nivel	Indicadores	Descripción	Nivel
Deserción con enfoque al entorno	Entorno macroeconómico del país que impulsan la deserción	Eventos del entorno que pueden llegar a afectar la continuidad académica del estudiante	1. 0-1 mtrs 2. 2,3 y 4 mtrs 3. 4 o más mtrs	1. eventualidades en Situaciones económicas del país	Las eventualidades financieras de recesión del país que impacta la economía individual	1. En Recesión 2. Sin recesión

7.4. Etapa 5: Establecer la Relación entre los Indicadores de Riesgo y los Eventos de Pérdida

En las tablas 7 a 9, se establece la relación entre los indicadores de riesgo y los eventos de pérdida.

Tabla 7. Relación Indicadores - Deserción con enfoque a la Universidad.

	INDICADORES	
--	--------------------	--

	Indicador	Descripción	
Deserción por Costos altos al estudiar.	Valor de la matrícula frente a otras universidades	El valor de la matrícula comparado con universidades de igual calidad	Si la matrícula es más costosa, a comparación de otras universidades de similares, puede haber estudiantes que decidan retirarse por una oferta más económica y con la misma calidad académica.
	Facilidades o planes de pago por estudiar	Existencia de planes de pago, subsidios, becas o créditos para estudiantes	Entre más planes de financiación, subsidios o becas puede aumentar población estudiantil por facilidad de planes de estudio.
	Disponibilidad de horarios nocturnos	La universidad no cuenta con horarios flexibles para estudiantes que trabajen	Entre menos variedad horaria, menos estudiantes que trabajan podrán continuar al no poder pagar el costo de la matrícula
Deserción por falsas expectativas en el Departamento/Universidad	Orientación vocacional del programa	Se realiza una orientación anterior y durante la vida académica sobre el contenido del programa	Si existe una orientación vocacional antes o durante puede que disminuya los estudiantes inseguros que opten por desertar
	Facilidad de acceso a la información del programa	Facilidad para acceder a información concerniente al contenido y características del programa.	Si el sitio donde está la información del programa es de fácil acceso, es posible que disminuya la deserción del estudiante porque sabe de primera mano la información del programa estudiantil
	Evaluación de percepción del Departamento de Ingeniería o Universidad para el estudiante	Existencia de una evaluación periódica de percepción sobre el contenido y características del programa inscrito o de la universidad	La existencia de información sobre la percepción del Dpto. de IING y/o universidad, permite constatar la imagen que se tiene del mismo; para posibles planes de acción que permitan la disminución en el porcentaje de deserción
Deserción por las deficiencias en el personal Docente	Calidad y experiencia pedagógica en los docentes	Temas acordes a la experiencia y conocimientos idóneos de los docentes en su metodología pedagógica	La buena o deficiente calidad y experiencia de los docentes influye en la decisión de los estudiantes en la posibilidad de desertar
	Aporte del profesor a su relación con el estudiante	Referente al ambiente de aprendizaje despersonalizado y la relación de los actores (estudiantes/profesores) durante la vida académica	Entre más eventos exista en la relación entre los profesores y estudiantes puede impactar en el crecimiento de deserción estudiantil
	Alta Carga académica impuesta	Concerniente a la carga en trabajos y tareas fuera de aulas con un nivel alto de exigencia y tiempo	Una carga académica exagerada sin lineamientos hace que no se cumplan los objetivos trazados y por consiguiente obstaculizar la continuidad académica.
	Espacios de tutorías o respuestas a dudas	Referente a los espacios del docente para la resolución de dudas e inquietudes	La indisponibilidad de atención a dudas y preguntas de parte de la docencia pues ocasionar desmotivación académica relacionada en la deserción
Deserción por Insuficientes recursos de estudio	Superpoblación universitaria	Si hay una superpoblación de estudiantes que usan equipos y espacios	La superpoblación estudiantil sin planeación causa eventos en el espacio y equipamiento de la universidad ocasionando percepciones negativas en los estudiantes e incrementar la posibilidad de no continuar en la institución.
	Estado y mantenimiento de equipos	Estado de los equipos	El estado de equipos de la universidad causa percepciones negativas en los estudiantes que pueden llegar a aumentar la decisión de no continuar en la institución
	Espacios idóneos para estudio	Hay suficientes espacios acordes a las necesidades	Si hay espacios insuficientes para ejercer los estudios adecuados puede incrementar la posibilidad de los estudiantes de no continuar.

Tabla 8. Relación Indicadores - Deserción con enfoque al estudiante.

SUBCATEGORÍAS	INDICADORES		RELACIÓN SUBCATEGORÍA - INDICADOR
	Indicador	Descripción	
Motivos psicológicos emocionales y de motivación	Orientación vocacional	Si da lugar a una orientación vocacional adecuada, hay mayor seguridad y compromiso en cursar el programa escogido.	Si el estudiante tiene una orientación vocacional adecuada, puede sentirse mayormente motivado por consiguiente disminuye la posibilidad de una futura de deserción
	Limitada Integración social y con el entorno académico	El ambiente de integración social y académico limitado o inexistente puede impactar en la motivación y el compromiso del estudiante	Si el estudiante tiene una orientación vocacional adecuada, puede sentirse mayormente motivado por consiguiente disminuye la posibilidad de una futura de deserción
Bajo rendimiento académico y/o disciplinario	Insatisfacción por el programa académico cursado	El cumplimiento de las expectativas del estudiante frente al programa académico que inscribió	Un descontento en el programa puede ocasionar desmotivación que impacta el rendimiento académico y afectar la continuidad académica
	Incompatibilidad horaria con las actividades académicas	La existencia de una diversidad horaria de clases para la asistencia de estudiantes que trabajan o con dificultades horarias	Debido a temas laborales en estudiantes que trabajan, puede haber eventos en la asistencia y rendimiento del estudiante impactando decisiones de continuidad y posible deserción.
	Deficiencias en conocimientos básicos	Conocimientos del estudiante en áreas básicas que son primordiales para la continuidad académica	La insuficiente preparación en los conceptos básicos puede ocasionar el bajo rendimiento académico ya que estos son de suma importancia para la continuidad en el programa académico.
	Planeación errónea al inscribir materias/créditos	Referente a la planeación del estudiante al inscribir las materias que cursara por semestre	La inscripción de materias de gran impacto académico (componentes básicos) sin una planeación de tiempo y complejidad puede ocasionar un menor rendimiento académico
Características socioeconómicas de ingresos	Dependencia Económica para el estudio	Estudiantes que dependen de la condición financiera de un familiar o personas cercanas para realizar sus estudios.	Bajo la dependencia familiar o de una tercera persona si hay situaciones económicas adversas podría impactar a los estudios de la persona dependiente.
	Problemas financieros	Eventualidades financieras con eventos que impactan la continuidad académica del estudiante	Si hay situaciones económicas adversas o problemas financieros, podría impactar la continuidad de los estudios académicos del individuo.
	Personas a cargo	Estudiantes con hijos o personas a cargo que pueden incidir en la continuidad académica	Bajo responsabilidades familiares y económicas en eventos adversos puede impactar los ingresos económicos para estudio y llegar a impactar la continuidad de estos.
	Falta de apoyo financiero por parte de la institución y/o universidad	La universidad cuenta con apoyo financiero a los estudiantes que así lo requiera	La falta de apoyo financiero impacta la economía del estudiante en su continuidad académica
Influencias y relaciones familiares y de entorno individual	Relaciones familiares del estudiante	Relación familiar del estudiante durante su vida académica	La inestabilidad en las relaciones familiares puede influir en el abandono estudiantil
	Influencias del entorno cercano al estudiante	Conceptos o apreciaciones del entorno del estudiante en su vida académica	Un entorno adverso y poco agradable puede desmotivar al individuo y afectar su rendimiento académico e influenciar las posibles decisiones de deserción,
	Apoyo familiar	La ayuda en diferentes ámbitos que proporciona la familia	El apoyo familiar puede ser un factor que incida en la continuidad o no de los estudios académicos

Tabla 9. Relación Indicadores - Deserción con enfoque al entorno.

INDICADORES	
-------------	--

	Indicador	Descripción	
Entorno macroeconómico del país que impulsen la deserción	Eventualidades en Situaciones económica del país	Las eventualidades financieras del país que impacta la economía individual	El entorno de recesión o desequilibrio económico puede ocasionar grandes impactos en los individuos en cuanto su situación estudiantil y si continuidad en la universidad

7.5. Etapa 6: Selección y Construcción del Modelo Cuantitativo Idóneo para la Metodología de Riesgos en Estudio

La gestión cualitativa permite detectar los riesgos y controles existentes, así como también realizar una valoración en términos de severidad y frecuencia de los eventos de pérdida, como una forma de cuantificación para decidir cómo tratarlos y monitorearlos.

Por consiguiente, este tipo de técnicas y métodos facilitan la toma de decisiones permitiendo una mayor eficacia en la asignación de recursos para minimizar el impacto de las pérdidas operativas. Todas estas características representan una gran alternativa para evaluar en diferentes contextos el tema de riesgos, es por tal motivo que de acuerdo a la problemática que se estudia se verifica el método cuantitativo más idóneo.

En la Tabla 10 se describe las ventajas y desventajas de las técnicas y metodologías de evaluación cuantitativa presentadas.

Tabla 10. Relación de las Metodologías y técnicas cuantitativas – ventajas y desventajas

Técnicas y Metodologías	Ventajas	Desventajas
Lógica difusa	Permite la introducción de variables cualitativas Tiene buenos resultados en procesos no lineales y de difícil modelación No depende de ecuaciones matemáticas complejas o extensas	Dificultad de interpretación en calores difusos Múltiples definiciones de operadores y reglas de inferencias difusas
Análisis de Sensibilidad	Identifica las variables críticas para poder enfocar las acciones de mitigación del riesgo.	No puede ser usada como única herramienta de evaluación del riesgo, hace parte de un método de verificación y cuantificación.
Método de distribución de pérdidas	Permite obtener la distribución de pérdidas esperadas debidas al riesgo operativo, facilitando la administración y control de acuerdo con el perfil del riesgo obtenido.	Se necesita una cantidad considerada de datos para modelar, que es especialmente relevante en la estimación de la severidad.
Método de Cuadros de Mando (Scorecards) o de Indicadores y Controles de Riesgo	A diferencia de los métodos estadísticos, éste método no solo permite valorar datos del pasado sino que incorpora indicadores de carácter predictivo. Permite una cuantificación en estudios cualitativos.	Tiene una gran dificultad para encontrar indicadores de riesgo que sean verdaderamente significativos y puedan servir como preventivos del mismo.

Simulación de Monte Carlo	Permite obtener información cuantificable sobre el comportamiento que puede tener un sistema o proceso. Permite encontrar variedad de situaciones posibles de un modelo del negocio.	Su aplicación en términos de riesgos, tiene el problema de la escasez de datos de pérdida para modelar para la estimación de la severidad.
----------------------------------	---	--

Fuente: Autor

De acuerdo a los métodos cuantitativos consultados y la descripción de sus ventajas y desventajas, se tienen en cuenta dos métodos que se analizan de forma más detallada evaluando su viabilidad para esta investigación y el contexto de la problemática. Los dos modelos que se verifican para la construcción del método cuantitativo a usar son: los Mapas de riesgo y las Redes Bayesianas.

7.5.1. Viabilidad del Método de Mapas de Riesgo (Matriz RAM)

Este método proporciona una valoración por medio de características que tienen como base un escenario de amenaza o eventos, donde se describen sus parámetros de causa y severidad sobre los activos. En cuanto su valoración, habitualmente está asociada a una calificación de los riesgos que utiliza como parámetros cualidades como alto, medio o bajo.

Debido a este método de calificación se considera que el concepto de la representación de una calificación o un nivel de severidad “alta, media o baja” proporciona una evaluación meramente cualitativa que puede convertirse en un elemento subjetivo; por lo que en términos de seguridad de la información puede que solo converjan resultados poco consistentes y verídicos para llevar a cabo una posterior mitigación de riesgos.

Aunque a diferencia de los métodos estadísticos, éste método no solo permite valorar datos del pasado sino que incorpora indicadores de carácter predictivo. Sin embargo al evaluar este método se determina que hay una gran dificultad para encontrar indicadores de riesgo que sean verdaderamente significativos y puedan servir como preventivos.

7.5.2. Viabilidad del Método de Redes Bayesianas

Este método cualitativo permite obtener las distribuciones de probabilidad para la severidad de los eventos de pérdida, lo cual representa una ventaja importante para evaluar el riesgo operativo en diferentes contextos. Además es posible establecer

relaciones de causalidad entre la dependencia condicional de las variables aleatorias, a través del juicio de expertos o información histórica.

También por medio de las Redes Bayesianas se logra observar el estado de las distribuciones de probabilidad y de las variables condicionales cuando alguna de éstas cambia para posteriormente realizar un análisis de sensibilidad de una forma más concisa.

Algo sumamente importante y por lo cual se decide seleccionar este método como el más óptimo para este estudio, es que permite incorporar variables tanto cualitativas como cuantitativas, concentrar el juicio de expertos como información actual y/o nueva información.

Teniendo en cuenta las ventajas de este método y el tipo de problemática, la cual contiene variado contenido teórico que igual que el grupo de expertos que la evalúan es base fundamental para determinar las probabilidades de todos los eventos asociados, se decide seleccionar este método cuantitativo para adelantar este estudio.

8. APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA AL DEPARTAMENTO DE INGENIERA INDUSTRIAL

8.1. Construcción del Modelo Cuantitativo de Redes Bayesianas

8.1.1. Modelo Cuantitativo de Redes Bayesianas-Enfoque Universidad

El modelo de redes Bayesianas se adelantó por medio de la correspondiente definición de variables y la estimación de probabilidades condicionales; para cada una de las categorías y subcategorías de eventos de pérdida definidas anteriormente.

- **Definición de Variables:** Las variables son definidas por las diferentes Subcategorías de Eventos de Pérdida y a los indicadores de riesgo definidos para cada una de las Subcategorías.

Para la construcción de la red bayesiana se utiliza el Software Hugin Lite 8.6, a continuación se describe tal método.

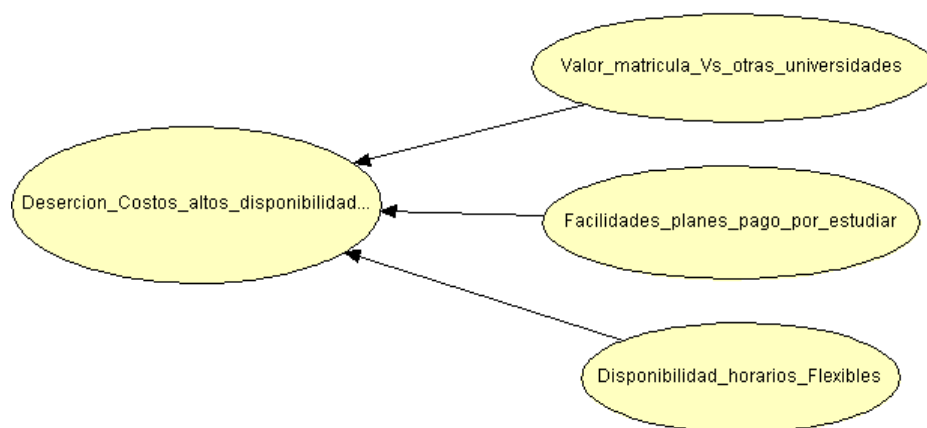


Figura 7. Red Bayesiana para la Subcategoría de Deserción por Costos altos y disponibilidades al estudiar.

Según la Figura 7, se expresan en la red los indicadores que inciden en la subcategoría de Deserción por costos altos y disponibilidades para estudiar. De igual manera en cada indicador se relaciona su nivel correspondiente con las probabilidades determinadas por el grupo de expertos, datos históricos e información teórica e investigativa.

En el primer indicador se resalta que la probabilidad de deserción por costos altos frente a universidades de la misma calidad, esta es dada por medio de la investigación de costos de matrícula de universidades con los mismos o similares estamentos académicos, a continuación se especifica algunas de estas.

Tabla 11. Costos matrícula IING en universidades de similar estamento académico.

Universidad IING	Costo Matrícula
Universidad de los Andes	\$ 16.344.000
Universidad Javeriana	\$ 11.564.000
Universidad El Bosque	\$ 6.475.000
Universidad de la Sabana	\$ 10.900.000

Fuente: Autora, datos de los programas en las distintas Universidades mencionadas.

De acuerdo a los valores de matrícula en las diferentes universidades renombradas del país, se puede destacar que la probabilidad de que ocurra una deserción debido a este indicador se establece en un 0.5; puesto que la Pontificia Universidad Javeriana está en

un promedio a comparación de los precios de matrícula de las demás universidades prestigiosas del país.

En el indicador de facilidades de pago para estudiar; se relaciona la información de la universidad y la Oficina de Apoyo Financiero (Pontificia Universidad Javeriana, 2018), donde especifica cuatro planes de financiación los cuales corresponden a:

- Financiación de matrícula directamente con la universidad
- Financiación por Icetex
- Becas Académicas
- Financiación en entidades Bancarias

Estos procedimientos de financiación que están dispuestos en la universidad, y la flexibilidad horaria se establece la probabilidad en la población estudiantil con el grupo de expertos.

Teniendo en cuenta las especificaciones anteriores y el procedimiento de construcción de la Red Bayesiana, se puede ver en la Figura 8, la especificación de las probabilidades para los indicadores de la subcategoría de Deserción por Costos altos y disponibilidades para estudiar.

The figure consists of three screenshots of a software interface titled 'Edit Functions View'. Each screenshot shows a table with two columns: a categorical indicator and a numerical probability value.

Valor_matricula_Vs_otras_universidades	
Alto	0.233386
Medio	0.5
Bajo	0.266614

Facilidades_planes_pago_por_estudiar	
Atractivo	0.85
Poco_Actrac...	0.15

Disponibilidad_horarios_Flexibles	
Si	0.05
No	0.95

Figura 8. Niveles Actuales Indicadores Subcategoría Costos altos y disponibilidades para estudiar.

Como se observa para el indicador valor de la matrícula Vs otras universidades, el grupo de trabajo definió los niveles Alto, Medio y Bajo y consideró que el valor de la matrícula es alto en un 23%, medio en un 50% y bajo en un 26%.

En cuanto al indicador de facilidades en planes de pago para estudiar se definió los niveles Atractivos y poco atractivos. Se considera que el 85% de los planes de pago para estudiar son atractivos y el 15% son no atractivos por la variedad de posibilidades de financiación que existen y son activos en la universidad.

Para el indicador de Disponibilidad de horarios flexibles es definido los niveles Si y No, y consideró que en un 95% no hay disponibilidad de horarios flexibles y un 5% en la existencia de horarios flexibles. De forma similar se construyeron las Redes Bayesianas para el resto de las Subcategorías de los Eventos de Pérdida las cuales se presentan en las Figuras 4 a 6.

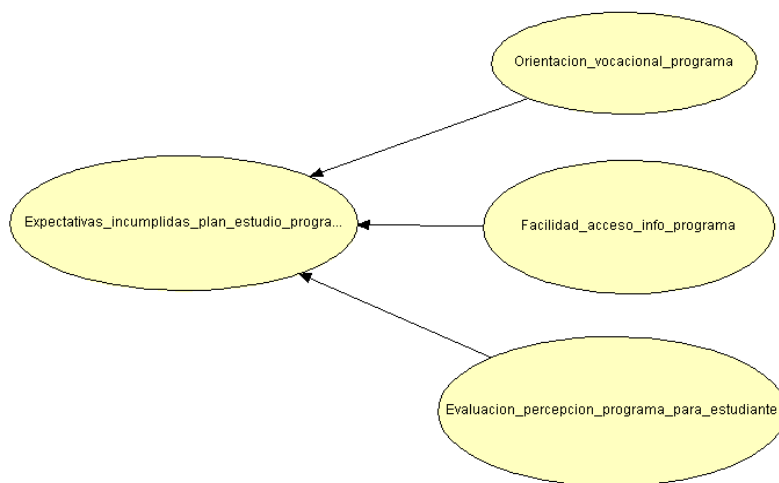


Figura 9. Red Bayesiana para la Subcategoría de Deserción por expectativas incumplidas en plan de estudio y/o programa académico.

Según la Figura 9 se expresan en la red, los indicadores que inciden en la variable de Deserción por expectativas incumplidas en plan de estudio y/o programa académico. En el primer indicador se resalta la probabilidad de la existencia de una orientación vocacional; indicador importante para la continuidad del estudiante ya que según el estudio de la Pontificia Universidad Javeriana sobre deserción, esta característica es importante y determinante para los desertores universitarios (Guzmán Puentes, 2010).

En cuanto al segundo indicador se realiza la consulta de los canales de información sobre el programa de Ingeniería Industrial actualmente activos; estos canales son estrategias de la universidad para hacer conocer sus ofertas estudiantiles y ayudar a los estudiantes a terminar sus estudios, entre estos se mencionan las siguientes.

- Expojaveriana
- Programa Contacto
- Programa Conexión Javeriana
- Cursos de orientación profesional (opcional)
- Cursos Pre-ICFES

Finalmente en el último indicador se verifica si la existencia de una evaluación de percepción del programa; que en este caso en la habitual evaluación de profesores hace un hincapié en la percepción de la materia y el programa, pero no hay un detalle o un informe exclusivo sobre este ámbito. Teniendo en cuenta estos aspectos se realiza la correspondiente consulta y socialización con el grupo experto para determinar sus correspondientes probabilidades.

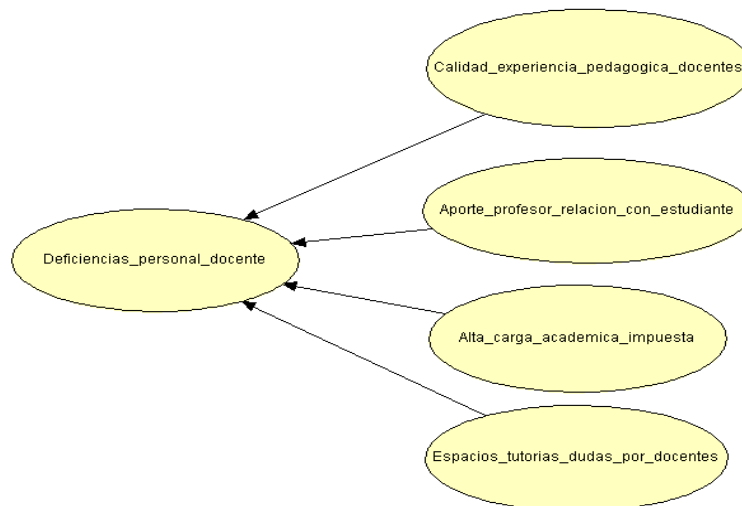


Figura 10. Red Bayesiana de la Subcategoría Deserción por Deficiencias en el personal docente.

En una descripción de las probabilidades determinadas para subcategoría, hay que destacar que en estos indicadores referentes al plantel docente su calidad y experiencia pedagógica, relación con estudiantes y espacios para resolución de dudas en su pedagogía se realiza una consulta literaria, con el fin de tener información asociada a estos temas para definir con ayuda de tal información y el juicio de expertos sus correspondientes probabilidades.

De acuerdo a esto, se deduce el impacto negativo en el estudiante por las deficiencias de los docentes tanto académicas como interpersonales (Salcedo Escarria, 2010), a la vez,

se enfatiza en la importancia de capacitar al plantel docente en sus estrategias de pedagogía para potencializar el desarrollo profesional del docente y la formación en actitudes y valores en su relación con sus estudiantes (Valencia Espinosa, 2016).

Este tipo de eventos son referentes en muchos estudios de deserción ya que los estudiantes no logran niveles de interacción personal con los profesores y esta es una realidad más que frecuente en las instituciones, donde el profesor es dictador, poco sociable, introspectivo y abandona el alumno en los temas que este imparte. Por tanto se debe presentar y discutir sobre los principales problemas que los profesores encuentran y enfrentan en la enseñanza universitaria (Quintero Velasco, 2016).

En cuanto al indicador de Alta carga académica se realizó una indagación con datos suministrados por el Departamento de Planeación de la universidad, donde se relaciona los cursos y créditos matriculados por los estudiantes (2013-2017), a la vez de estos los créditos aprobados y no aprobados; para de esta manera determinar la probabilidad de la posibilidad de que una alta carga académica (19 a 21 créditos) que por consiguiente conlleva horas de estudio por pruebas, trabajos y tareas pueda incidir en eventos de deserción.

En cuanto a los espacios de tutorías que se tienen, son relacionadas con el tipo de contrato de los profesores (catedra/planta), ya que una resolución de dudas y espacios de tutorías es consecuente decir que depende de la disponibilidad del profesor y esta podría ser determinada según el tipo de vinculación con la universidad.

Por medio de datos históricos proporcionados por el Dpto. de Planeación de la universidad; donde se relaciona por semestre la cantidad de profesores de planta y hora catedra en el programa de Ingeniería Industrial, se relacionan las probabilidades de existencia de tutorías en un 0.35, de acuerdo también con las opiniones de expertos.

Tabla 12. Total profesores semestrales de planta/catedra-Promedios semestrales de tutorías profesores planta/catedra en IING.

SMTRE	PLANTA	CÁTEDRA	Total semestre	Tutoría/catedra	Tutoría/planta
2013-1	25	106	131	0,809	0,191

2013-2	23	112	135	0,830	0,170
2014-1	23	109	132	0,826	0,174
2014-2	26	103	129	0,798	0,202
2015-1	22	103	125	0,824	0,176
2015-2	24	94	118	0,797	0,203
2016-1	25	101	126	0,802	0,198
2016-2	25	104	129	0,806	0,194
2017-1	23	108	131	0,824	0,176
2017-2	27	105	132	0,795	0,205
				0,811	0,189

Fuente: Dpto. de Planeación PUJ-Autora

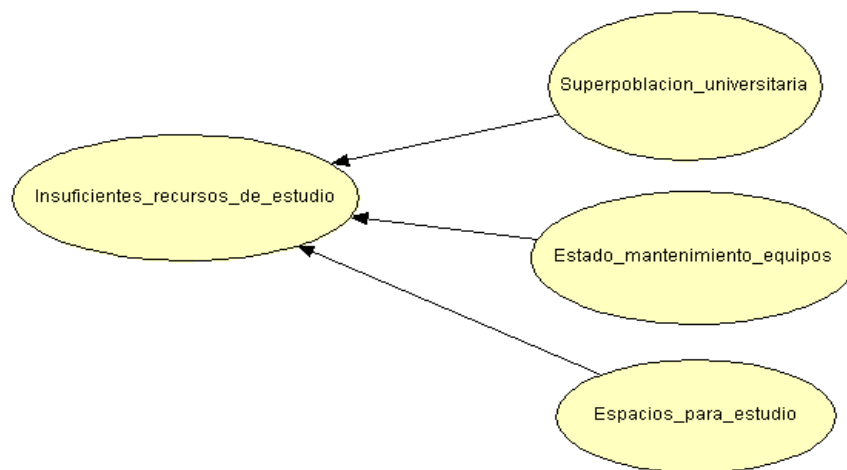


Figura 11. Red Bayesiana para la Subcategoría Deserción por insuficientes recursos de estudio.

De la misma manera que los indicadores de las anteriores subcategorías, se realiza una investigación sobre la población estudiantil actual en la universidad como también del estado y existencia de equipos y espacios disponibles para el estudio en la universidad para determinar las respectivas probabilidades.

- **Estimación de Probabilidades Condicionales:**

Las probabilidades condicionales fueron estimadas, de acuerdo a la información referente a investigaciones y los referentes académicos los cuales facilitaron sus apreciaciones en esta etapa. Estas apreciaciones se desarrollan con orden de importancia y la relación entre los indicadores y subcategorías definidas en los pasos anteriores. Estas probabilidades son calculadas para cada uno de los niveles de las subcategorías, a partir de los niveles definidos para los respectivos indicadores de la subcategoría.

En el ejemplo presentado en la Figura 12, se observan las probabilidades estimadas para la Subcategoría de Deserción por Costos altos y disponibilidades para estudiar donde se describe; si hay disponibilidad de horarios flexibles, las facilidades de pago de matrícula son atractivas, el valor de la matricula frente a otras universidades es medio, la probabilidad de desertar por costos altos y disponibilidades para estudiar en un nivel 1 es de 0.7, en un nivel 2 de 0.2 y en un nivel 3 es de 0.1.

Disponibil...	Si						No					
	Atractivo			Poco_Atractivo			Atractivo			Poco_Atractivo		
	Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo
1. 0-1	1	1	1	0.95	1	1	0.85	0.97	0.9	0.8	0.8	0.96
2. 2-4	0	0	0	0.025	0	0	0.15	0.015	0.1	0.2	0.1	0.04
3. mas_4	0	0	0	0.025	0	0	0	0.015	0	0	0.1	0

Figura 12. Probabilidades condicionales para la Subcategoría de Deserción por Costos altos y disponibilidades para estudiar.

Las probabilidades condicionales para las demás subcategorías de eventos de pérdida se estimaron de manera similar.

8.2. Etapa 7: Resultados y Validación del Modelo de Redes Bayesianas

Debido a que la información histórica de los eventos analizados no tiene la misma estructura de la red, de tal forma que permita relacionar la causalidad de los eventos para deserción por costos altos y disponibilidades al estudiar, no es posible validar formalmente las probabilidades condicionales definidas en el paso anterior.

Por lo tanto y de acuerdo a la validación, se presenta a continuación las distribuciones de probabilidad obtenidas con la aplicación del modelo de redes bayesianas seleccionado, para cada una de las subcategorías de eventos de pérdida.

8.2.1. Resultados Aplicación del Modelo de Redes Bayesianas

Después de realizar los primeros pasos de la metodología determinada para esta problemática, se consigue la distribución de probabilidades para cada una de las subcategorías de eventos de pérdida. A continuación, en la Figura 13 se presentan los resultados para la subcategoría Deserción por Costos altos y disponibilidades para estudiar.

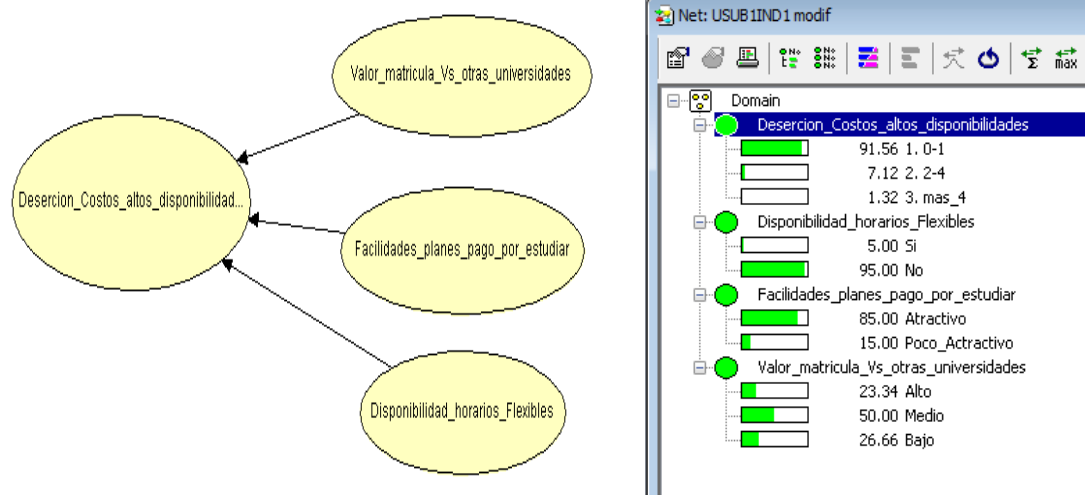


Figura 13. Red Bayesiana y Distribución de Probabilidades para la Subcategoría Deserción por Costos altos y disponibilidades para estudiar.

En la parte izquierda, se observa la red Bayesiana y en la parte derecha la distribución de probabilidades, para los Niveles de pérdida definidos anteriormente. Esta, fue obtenida a partir de la estimación de las probabilidades condicionales e investigación de temas referentes en cada uno de los indicadores. Por tanto, la probabilidad de que se presente deserción por Costos altos y disponibilidades para estudiar, de acuerdo a los indicadores de esta subcategoría son:

- Con un Nivel 1, referente a una duración de 0-1 semestres es de 91.56
- Con un Nivel 2, referente a una duración de 2,3y 4 semestres es de 7.12
- Con un Nivel 3, referente a una duración de 4 o más semestres es de 1.32

Existe una alta probabilidad de deserción en el nivel 1 de severidad por más del 90%, seguido del nivel 2 en un 7% aproximadamente en la subcategoría evaluada. De esta misma manera se evalúan las demás subcategorías del evento de deserción con enfoque a la universidad.

8.2.2. Modelo Cuantitativo de Redes Bayesianas-Enfoque Estudiante

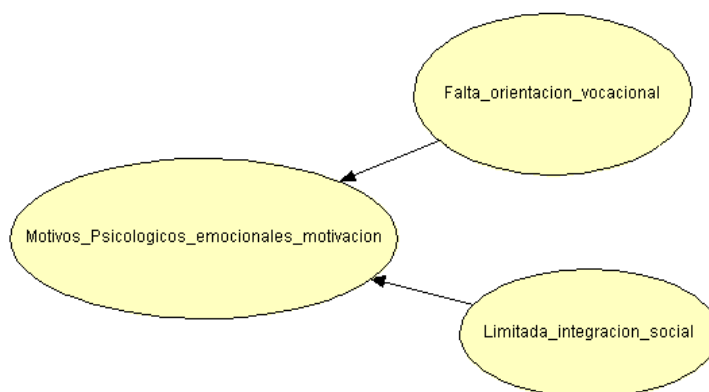


Figura 14. Red Bayesiana para la Subcategoría Motivos Psicológicos, emocionales y de motivación.

De acuerdo al primer indicador de esta subcategoría hay que resaltar las teorías sobre deserción la referencian como parte fundamental para una decisión de abandono, ya que promueve la seguridad y motivación por el programa elegido por el estudiante. Por tanto, la carencia de una orientación vocacional antes y durante la formación podría abarcar alrededor de un 30 por ciento de desertores en los primeros semestres cursados, si se tiene en cuenta un contexto global (Salcedo Escarria, 2010).

Sin embargo la universidad lleva adelantando junto con el Centro de Asesoría Psicológica y el área de Artes, Cultura y Educación una Orientación Profesional este programa que es opcional para la población estudiantil. Además, cuenta también con temas y actividades referentes a integración estudiantil para la población académica que también son opcionales; es por tanto que al tener en cuenta estas características tanto históricas sobre el tema como específicas de la universidad; se determina junto con el juicio de expertos la probabilidad sobre este indicador.

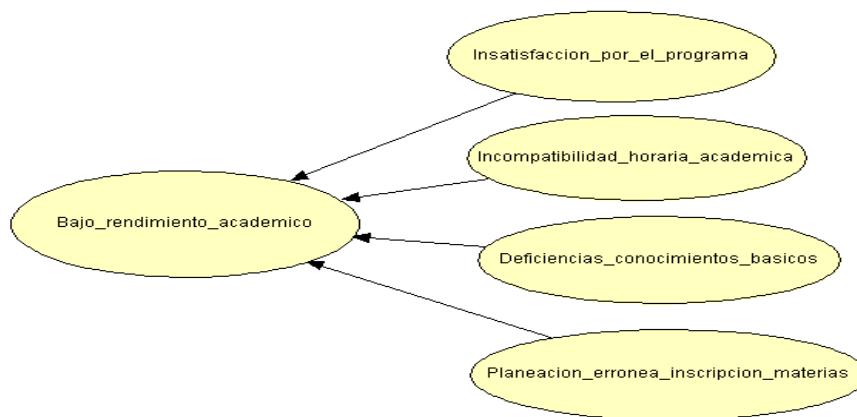


Figura 15. Red Bayesiana para la Subcategoría Bajo rendimiento académico.

Esta subcategoría que describe el ámbito académico del estudiante, se destaca los datos proporcionados por el Departamento de Planeación de la universidad, con los cuales se determinó la probabilidad en las deficiencias de los estudiantes en conocimientos básicos. Por medio de la información histórica de materias cursadas, aprobadas y pérdidas desde el año 2013 hasta el año 2017; se logró obtener la probabilidad de aprobar materias del componente básico en un 0.71 y de reprobarlas es del 0.29, según el promedio de las probabilidades de las materias cursadas aprobadas y cursadas reprobadas de contenido núcleo durante el tiempo mencionado.

Tabla 13. Probabilidad de aprobar o reprobar materias de componentes básicos IING semestres cohortes (2013-2017).

Materias Núcleo	Aprobó	Reprobó	Total general	Prob. de aprobar	Prob. de reprobar
Optimización	94	68	162	0,58	0,42
Pensamiento Algorítmico	113	61	174	0,65	0,35
Álgebra Lineal	118	57	175	0,67	0,33
Cálculo Diferencial	116	56	172	0,67	0,33
Teoría de Probabilidades	96	55	151	0,64	0,36
Física Mecánica	106	48	154	0,69	0,31
Cálculo Integral	101	36	137	0,74	0,26
Ing. Económica y Finan.	99	29	128	0,77	0,23
Ecuaciones Diferenciales	99	28	127	0,78	0,22
Cálculo Vectorial	95	26	121	0,79	0,21

Fuente: Dpto. de Planeación PUJ-Autora

A la vez en cuanto al indicador que señala la planeación de materias o créditos por parte del estudiante, se realiza el ejercicio de conocer la probabilidad de una mala o buena planeación con los datos suministrados por el Departamento de Planeación; donde se desataca información de créditos matriculados, créditos aprobados y no aprobados por semestre.

De acuerdo a las normas del programa el estudiante puede matricular un máximo de 21 créditos y por medio del ejercicio comentado anteriormente para este indicador se determinó que la probabilidad de pérdida de al menos una materia para estudiantes que matriculan de 19 a 21 créditos. Teniendo en cuenta lo anterior se determina en un 0.10 la existencia de errores en la planeación de créditos o cursos durante el semestre.

En cuanto a la percepción por el programa y/o universidad se relaciona un estudio realizado con estudiantes de la universidad, el cual describe una encuesta donde se realiza una calificación de 1 a 5 del nivel de satisfacción de la universidad; este confirma que el 48% de los encuestados dio una calificación de 4, indicando de esta manera que la mayoría de estudiantes se encuentran satisfechos con la universidad (Guzmán Puentes, 2010).

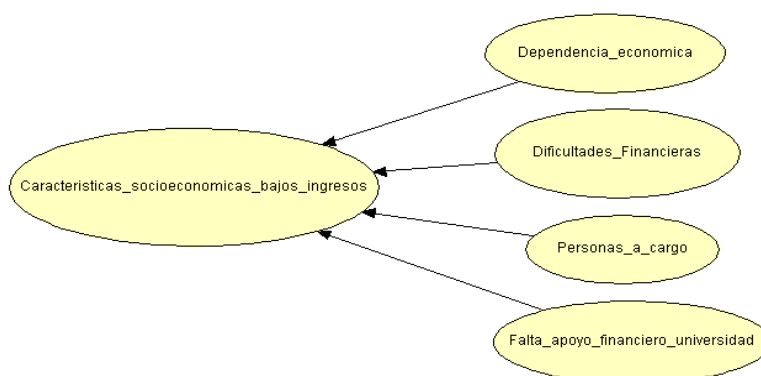


Figura 16. Red Bayesiana para la Subcategoría Características socioeconómicas de ingresos para estudiar.

La subcategoría de características socioeconómicas y de ingresos conlleva indicadores significativos como lo son la dependencia económica familiar; en este ámbito el Ministerio de Educación Nacional caracteriza principalmente la formación del tercero del cual depende el estudiante.

Por tanto, se menciona que existe un 17.54% más de probabilidad de acceder a la educación superior cuando el padre/tercero tiene una formación universitaria y un 14.95% si tiene una formación media (Ministerio de Educación Nacional y Universidad de los Andes, 2009).

Las dificultades económicas hacen parte de un referente muy común en la decisión de abandono de un estudiante. Tales dificultades pueden contemplar situaciones socioeconómicas del país, desempleo y eventos que afectan la economía familiar. En estos ámbitos el Ministerio de Educación Nacional indica que tales situaciones pueden llegar a alcanzar una tasa de deserción superior al 40% (Ministerio de Educación Nacional, 2010). En un estudio realizado en la Pontificia Universidad Javeriana se describe que los estratos socioeconómicos 3 y 4 se ubican el 60% de los estudiantes (Guzmán Puentes, 2010).

Teniendo en cuenta el factor económico del estudiante con probabilidad de abandono, es inevitable tener en cuenta los planes de financiación que puede contar o no el estudiante para su continuidad académica; por consiguiente entre más planes de apoyo económico para la matrícula, menor será la propensión de abandono de un estudiante.

En este ámbito se reconoce el esfuerzo de la universidad ya que es nombrada por el Ministerio de Educación por su Sistema de Créditos Educativos desde el año 2000, orientado a ofrecer alternativas de solución al pago de la matrícula para evitar el cese de los estudios o el retiro definitivo (Ministerio de Educación Nacional, 2010). A la vez se constata que con relación a apoyos estudiantiles el 44% de estudiantes recibió un tipo de ayuda que pueden ser desde asesoría psicológica, monetaria o de crédito Icetex, el resto de estudiantes replican que no utilizaron tales ayudas por que no las necesitaban y no las conocían (Guzmán Puentes, 2010).

Dentro de la universidad como dato implícito para determinar la dependencia del estudiante y el estado económico; se tiene en cuenta que según un estudio realizado dentro de la universidad por estudiantes de maestría en pedagogía, el 60% de los estudiantes no trabajan (Guzmán Puentes, 2010).

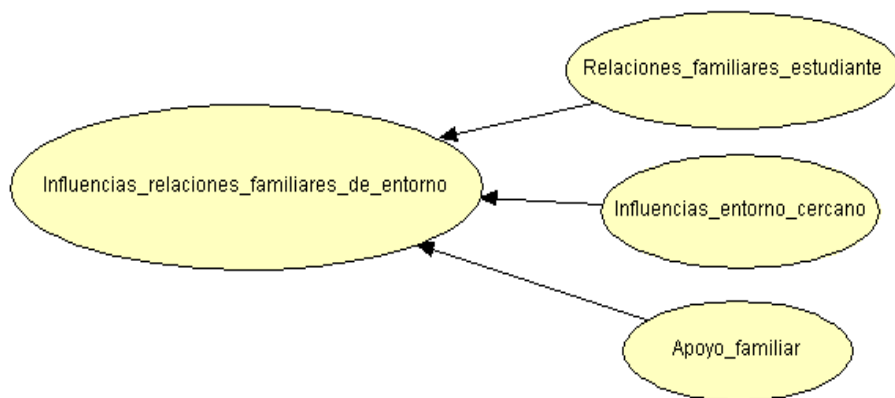


Figura 17. Red Bayesiana para la Subcategoría Influencias por relaciones familiares y de entorno individual del estudiante.

Un elemento importante en la decisión de dejar los estudios es la influencia de la familia, investigaciones demuestran que su incidencia puede desencadenar el abandono de los jóvenes del sistema educativo. Un estudio realizado por el programa de economía de la Pontificia universidad utilizando métodos estadísticos descriptivos, describe que el apoyo familiar incide en la deserción universitaria y es relacionada con estudiantes desertores de la universidad en un 15% (Guzmán Puentes, 2010).

De la misma manera, según la cuarta conferencia latinoamericana sobre el abandono en la educación superior expresa que el 15% de los estudiantes evaluados desertaron por haber adquirido nuevos compromisos familiares y el 12.5% por problemas familiares (Rios & Pineda, 2011).

Los estudios en deserción universitaria coinciden en que la adquisición de nuevos compromisos familiares interfiere en la educación; Además hay que hacer un énfasis en ciertas situaciones como la adaptación al ingresar a la universidad o la procedencia del estudiante, ya que la distancia entre el campus y el ámbito familiar es un obstáculo que en ocasiones no se tiene muy en cuenta pero puede llegar a impactar la adaptación del estudiante a la vida universitaria. Como también situaciones familiares que pueden negar el apoyo a sus hijos para continuar sus estudios, especialmente si son disfuncionales.

8.2.3. Modelo Cuantitativo de Redes Bayesianas-Enfoque Entorno

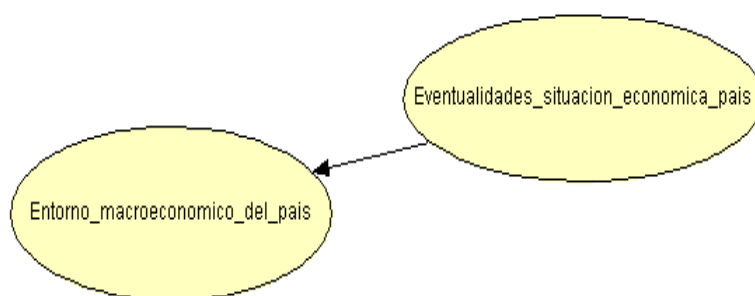


Figura 18. Red Bayesiana para la Subcategoría Entorno macroeconómico del país.

En este indicador referido a la realidad que se vive en el país, se consulta varios artículos económicos sobre el tema y la incidencia en la problemática de deserción universitaria. Es una característica común encontrar referentes sobre este tema que aseguran que este factor aumenta la probabilidad en las cifras de deserción (Pérez Martínez, 2010).

A la vez, un estudio realizado en la Universidad Nacional describe que las recesiones económicas traen consigo efectos muy importantes a la deserción universitaria, no solo para cubrir gastos de matrícula y sostenimiento sino también en la presión para el estudiante hacia la salida al mercado laboral formal o informal (Quintero Velasco, 2016).

Un ejemplo de este evento se denota durante los años 1997-2000 en nuestro país, donde se enfrentaba una crisis económica álgida; es en este momento se describe que las solicitudes en las universidades privadas decrecieron en un 11% en cambio en las universidades públicas la demanda aumentó en un 16% (Ministerio de Educación Nacional y Universidad de los Andes, 2009).

- **Análisis de Sensibilidad para la Categoría de Deserción con Enfoque a la Universidad**

De acuerdo a la trazabilidad del método seleccionado y construido, se realiza el análisis de sensibilidad que se presenta a continuación. Como primer análisis se observa que el indicador que está impactando la subcategoría Costos altos y disponibilidades para estudiar es principalmente, horarios flexibles y Planes de pago de matrícula; Ya que al

mejorar el indicador de flexibilidad horaria con una probabilidad del 100% la probabilidad de tener deserción por costos y disponibilidades tendrá un Nivel 1 de 98.95 un Nivel 2 de 0.83 y un Nivel 3 de 0.22.

Si adicionalmente se flexibiliza el horario y se mejora los planes de pago de matrícula, la probabilidad de deserciones tendría un impacto en el Nivel 1 con 99,23; de Nivel 2 con 0.69 y de Nivel 3 que será 0.07, disminuyendo significativamente el nivel de severidad en esta subcategoría.

Tabla 14. Análisis de Sensibilidad Indicadores Subcategoría Costos altos y disponibilidades para estudiar.

DURACIÓN (Semestres)	Distribución Probabilidades Duración Evento			
	Según Nivel Actual Indicadores	Análisis de Sensibilidad		
		Variación Planes pago por estudiar	Variación Disponibilidad Horarios Flexibles	Variación Planes de pago y Horarios Flexibles
1. (0 - 1)	91,56	92,72	98,95	99,23
2. (2 - 3)	7,12	6,57	0,83	0,69
3. (4-MAS)	1,32	0,71	0,22	0,07

De igual manera se obtuvieron las distribuciones de probabilidad y se realizaron los análisis de sensibilidad para las demás Subcategorías de Eventos de deserción con enfoque a la universidad, estas son presentadas a continuación.

Tabla 15. Análisis de Sensibilidad Indicadores Subcategoría Expectativas incumplidas Dpto. / Universidad

DURACIÓN (semestres)	Distribución Probabilidades Duración Evento			
	Según Nivel Actual Indicadores	Análisis de Sensibilidad		
		Variación Orientación vocacional	Variación Evaluación de Percepción	Variación Acceso a información
1. (0 - 1)	93,55	98,95	88,3	94,3
2. (2 - 3)	5,20	0,7	8,7	4,8
3. (4-MAS)	1,25	0,35	3	0,9

El indicador que está impactando la subcategoría de expectativas incumplidas del Dpto. de Ingeniería y/o Universidad, son la orientación vocacional y la evaluación de percepción. De igual manera se realiza la variación de mejora de los tres indicadores a

un 100%, demostrando el progreso en la distribución de probabilidad y disminuyendo el Nivel 3 concerniente a deserción.

Tabla 16. Análisis de Sensibilidad Indicadores Subcategoría Calidad y experiencia en el personal docente.

DURACIÓN (Semestres)	Distribución Probabilidades Duración Evento			
	Según Nivel Actual Indicadores	Análisis de Sensibilidad		
		Variación Calidad y experiencia docentes	Variación Espacios de tutorías de docentes	Variación Relación profesor con estudiante
1. (0 - 1)	94,58	97,4	98	95,2
2. (2 - 3)	4,01	2,6	1,33	3,45
3. (4-MAS)	1,41	0	0,68	1,36

Se observa que los indicadores que están impactando la subcategoría Deficiencias en el personal docente; son la relación profesor-estudiante y los espacios de tutorías. Si se realiza la variación de mejora en estos indicadores se denota una disminución interesante en los niveles 2 y 3, que son los niveles con más duración en semestres de inactividad del estudiante.

Tabla 17. Análisis de Sensibilidad Indicadores Subcategoría Deserción por Insuficientes recursos de estudio.

DURACIÓN (Semestres)	Distribución Probabilidades Duración Evento			
	Según Nivel Actual Indicadores	Análisis de Sensibilidad		
		Variación Equipos/herramientas para estudio	Variación Espacios Disponibles para estudio	Variación Superpoblación estudiantil
1. (0 - 1)	94,78	95,78	97,78	97,26
2. (2 - 3)	4,09	3,22	2,22	2,38
3. (4-MAS)	1,13	1,00	0	0,36

De acuerdo con los resultados presentados en la anterior tabla, se observa que si hacemos una variación de mejora en los indicadores de equipos aptos y espacios disponibles y superpoblación estudiantil a un 100% los niveles de severidad disminuirían considerablemente, en el caso de espacios disponibles para estudio el nivel 1 tiene una probabilidad de 97.78 el nivel 2 de 2.22 y el nivel 3 de 0.

- **Análisis de Sensibilidad para la Categoría de Deserción con Enfoque al Estudiante**

Tabla 18. Análisis de Sensibilidad Indicadores Subcategoría Motivos psicológico de motivación y emocionales del estudiante.

DURACIÓN (Semestres)	Distribución Probabilidades Duración Evento		
	Según Nivel Actual Indicadores	Análisis de Sensibilidad	
		Variación Falta de Orientación vocacional	Variación Acceso información
1. (0 - 1)	94,23	96,5	96,5
2. (2 - 3)	4,02	3,5	1,75
3. (4-MAS)	1,75	0	1,75

En esta subcategoría hay que señalar que el indicador que más llega a influir al realizar la variación de mejora en las probabilidades es la orientación vocacional, ya que si se mejora en un 100% ; los niveles de severidad disminuirían a un Nivel 1 con 96.5, Nivel 2 con 3.5 y un Nivel 3 de 0.

En cuanto al indicador de acceso a información referente se observa una disminución en el nivel 2 a 1.75. Cabe resaltar que en este indicador no hay mucha variación porque antes de realizar el análisis de sensibilidad, contaba con una probabilidad favorable del 90% por características determinadas en el paso anterior.

Tabla 19. Análisis de Sensibilidad Indicadores Subcategoría Bajo rendimiento académico.

DURACIÓN (Semestres)	Distribución Probabilidades Duración Evento				
	Según Nivel Actual Indicadores	Análisis de Sensibilidad			
		Variación Insatisfacción programa	Variación Facilidad horaria	Variación conocimientos básicos	Variación planeación errónea inscritas
1. (0 - 1)	89,59	94,54	91,77	96,72	92
2. (2 - 3)	8,30	4,4	6,48	3,28	6,95
3. (4-MAS)	2,11	1,06	1,75	0	1,05

Respecto a la subcategoría de Deficiencias académicas del estudiante, se observa que tiene una de las más altas probabilidades de deserción con un Nivel 3 de severidad de 2.11. Sin embargo, al hacer la variación de mejora de cada uno de sus indicadores se puede denotar una disminución considerable, sobretodo en el indicador de conocimientos básicos con un Nivel 1 de 91.77 un Nivel 2 de 3.28 y un nivel 3 de 0. A

la vez el indicador de insatisfacción con el programa mejora los niveles de severidad en un Nivel 1 de 94.54 un Nivel 2 de 4.4 y un Nivel 3 de 1.06.

Tabla 20. Análisis de Sensibilidad Indicadores Subcategoría Características socioeconómicas de bajos ingresos

DURACIÓN (Semestres)	Distribución Probabilidades Duración Evento		
	Según Nivel Actual Indicadores	Análisis de Sensibilidad	
		Variación Dificultades Financieras	Variación Falta apoyo universidad
1. (0 - 1)	91,84	97,34	93,98
2. (2 - 3)	6,22	2,66	5
3. (4-MAS)	1,94	0	1,02

En la subcategoría de Características Socioeconómicas se denota que al mejorar el indicador de dificultades financieras el nivel de severidad más alto disminuiría a 0.

El indicador de falta de apoyo financiero en la universidad, también denota esta misma variación en el Nivel 3; demostrando que estos dos indicadores son los más viables para disminuir el impacto del evento de pérdida.

Tabla 21. Análisis de Sensibilidad Indicadores Subcategoría Influencias familiares y del entorno del estudiante.

DURACIÓN (Semestres)	Distribución Probabilidades Duración Evento			
	Según Nivel Actual Indicadores	Análisis de Sensibilidad		
		Variación Relación Familia	Variación Influencia entorno	Variación Apoyo familiar
1. (0 - 1)	91,51	94,02	95,78	93,5
2. (2 - 3)	6,54	5,08	2,99	6,12
3. (4-MAS)	1,95	0,9	1,23	0,38

De acuerdo al desarrollo del análisis de sensibilidad, los indicadores que más varían en esta subcategoría son la relación familiar con un Nivel 1 de 94.02 un Nivel 2 de 5.08 y un Nivel 3 de 0.9. El otro indicador importante en su variación corresponde al apoyo familiar, el cual disminuye en un Nivel 1 de 93.5 en un Nivel 2 de 6.12 y un Nivel 3 de 0.38.

- **Análisis de Sensibilidad para la Categoría de Deserción Enfocado al Entorno**

Tabla 22. Análisis de Sensibilidad Indicadores Subcategoría Estado macroeconómico

DURACIÓN (Semestres)	Distribución Probabilidades Duración Evento	
	Según Nivel Actual Indicadores	Análisis de Sensibilidad
		Variación Eventualidad económica país
1. (0 - 1)	97,60	99,1
2. (2 - 3)	1,20	0,45
3. (4-MAS)	1,20	0,45

De acuerdo al análisis de sensibilidad de esta subcategoría referente al estado macroeconómico del país y de recesión, se observa que al variar el indicador de ausencia de recesión en un 85% el nivel de severidad disminuye en un Nivel 1 de 99.61, en un Nivel 2 de 0.45 y en un Nivel 3 de 0.45. También cabe resaltar que si este indicador mejora, la subcategoría de Características Socioeconómicas del Estudiante también mejorara por su causalidad.

A continuación, en la Tabla 23 se presenta el consolidado de las distribuciones de probabilidad obtenidas por medio del desarrollo de Redes Bayesianas, para cada una de las Subcategorías de los eventos de Deserción con enfoque a la universidad, Deserción con enfoque al estudiante y Deserción con enfoque al entorno macroeconómico del país.

Tabla 23. Distribuciones de Probabilidad para las categorías/eventos de Deserción enfocadas a Universidad, Estudiante y Entorno.

Deserción en el Departamento de IING									
Distribución Probabilidades Deserción Enfoque Universidad					Distribución Probabilidades Deserción Enfoque Estudiante				Distribución Probabilidades Deserción Enfoque Macroeconómico del País
SUBCATEGORÍAS	Costos altos/disponibilidad	Expectativas incumplidas plan estudios/programa	Calidad/experiencia docentes	Insuficientes recursos estudio	Motivos Psicológicos, emocionales, motivacional	Bajo rendimiento académico	Características socioeconómicas/ingresos	Influencias familiares y de entorno individual	Entorno macroeconómico del país
EVENTOS DE PÉRDIDA									
DURACIÓN (Semestres)									
Nivel 1. (0 - 1)	91,56	93,55	94,58	94,78	94,23	89,59	91,84	91,51	97,60
Nivel 2. (2 - 4)	7,12	5,20	4,01	4,09	4,02	8,30	6,22	6,54	1,20
Nivel 3. (4 o mas)	1,32	1,25	1,41	1,13	1,75	2,11	1,94	1,95	1,20

A partir de los resultados obtenidos, se puede observar que según el total de las distribuciones de probabilidad de cada subcategoría determinada en los pasos anteriores; las Subcategorías que tienen más probabilidad de generar deserción estudiantil según el sistema de niveles de severidad (semestres) son:

- Bajo rendimiento académico
- Influencias familiares o de entorno
- Características socioeconómicas y de ingresos.

8.2.4. Análisis de Resultados Modelo Redes Bayesianas

Se pudo observar que los resultados obtenidos con la aplicación del modelo de Redes Bayesianas para cada una de las subcategorías de eventos de pérdida evaluadas, son muy aproximados a la teoría e investigaciones sobre el tema de deserción y los datos históricos que fueron proporcionados por el Departamento de Planeación de la Pontificia Universidad Javeriana.

Teniendo en cuenta lo anterior, la aplicación del modelo de redes Bayesianas permite identificar los indicadores que están influyendo en el tiempo de duración de los eventos que en el caso específico son los semestres cursados por el estudiante, lo cual facilita poder tener un mejor control sobre estos para minimizar su impacto. A partir del análisis de sensibilidad se pudo reconocer, para cada una de las subcategorías de eventos de pérdida y teniendo en cuenta el estado actual de los indicadores; cuáles de estos son los de mayor impacto según los niveles de severidad definidos, lo cual permite monitorear y ejercer un mejor control sobre estos.

A la vez con el desarrollo y construcción del modelo de Redes Bayesianas, se pudo observar que las Subcategorías de Eventos de Pérdida que tienen mayor impacto en el tiempo de duración (semestres), teniendo en cuenta el estado actual de los indicadores son: bajo rendimiento académico, influencias familiares y de entorno y características socioeconómicas y de ingresos.

8.3. Etapa 8: Obtención de la Distribución de Pérdida

Por medio de la construcción del modelo de redes Bayesianas, se logró obtener las distribuciones de probabilidad para cada uno de los eventos de pérdida de acuerdo a los niveles de severidad definidos anteriormente. Teniendo en cuenta esto, se plantea un

modelo utilizando la Simulación de Monte Carlo para obtener la distribución de pérdida de cada subcategoría, y finalmente la distribución de pérdida total.

Por medio de la información histórica se define un promedio de estudiantes que ingresan por semestre al Departamento de Ingeniería Industrial desde el año 2013 hasta el año 2017. Según este promedio se realiza una Distribución Normal, ya que esta se ajusta a la información de deserción en términos generales; donde es dada entre el segundo y quinto semestre de vida académica del estudiante y el resto de semestres tiende a disminuir. Tal distribución refleja el comportamiento de esta variable y a su vez genera un número aleatorio de este dato para cada subcategoría.

A la vez, se realiza una Distribución Lognormal para definir el nivel de severidad de cada estudiante resaltando los que se encuentran dentro del nivel 3 de severidad, para estos se calcula el semestre de deserción por medio de la misma distribución. Se selecciona utilizar la Distribución Lognormal, ya que los valores muestran una clara desviación; no son simétricos. Además se ajusta para parámetros que son producto de numerosas cantidades aleatorias como en este caso y para representar valores que no bajan por debajo del cero.

Siguiendo con el ejemplo de la metodología, se presenta a continuación en la Tabla 24 una parte del procedimiento descrito para la subcategoría de costos altos y disponibilidades para estudiar; donde se observa que el estudiante 8 corresponde a un nivel 3 de severidad, que deserta en el tercer semestre cursado.

Tabla 24. Distribuciones de probabilidad del monto de pérdida. Subcategoría costos y disponibilidades para estudiar.

Número de estudiantes que ingresan IING/Semestre	157	(PROMEDIO 2013-2017)
---	------------	-----------------------------

Estudiante	Nivel de Severidad	Semestre de Deserción	Perdida para Universidad
1	1	NO	\$ 0
2	1	NO	\$ 0
3	1	NO	\$ 0
4	1	NO	\$ 0

5	1	NO	\$ 0
6	1	NO	\$ 0
7	1	NO	\$ 0
8	3	3	\$ 75.023.661
9	2	NO	\$ 0
10	1	NO	\$ 0
11	1	NO	\$ 0

En cuanto a la pérdida determinada para la universidad, es dada por medio de niveles definidos por un rango de semestres donde el estudiante deserta, y el monto de pérdida es asociado al valor de la matrícula de acuerdo a cada nivel. La pérdida para la universidad es determinada por medio de una Distribución Uniforme según los niveles y el monto de pérdida determinados en la Tabla 25.

En esta oportunidad se determina una distribución uniforme ya que una de sus características es la existencia de valores mínimos y máximos predeterminados, detallados para este caso en la Tabla 25 de Distribuciones de probabilidad del monto de pérdida. Además teniendo en cuenta lo anterior, todos los valores entre el mínimo y el máximo de esta distribución son igualmente probables.

Tabla 25. Distribuciones de probabilidad del monto de pérdida.

Niveles	semestres	Monto de perdida
Nivel 1	8 o mas	11 a 22 millones
Nivel 2	6 a 8	22 a 44 millones
Nivel 3	4 a 6	44 a 66 millones
Nivel 4	2 a 4	66 a 88 millones
Nivel 5	1 a 2	88 a 99 millones

Retomando el ejemplo anterior y la distribución de probabilidad del monto de pérdida, la universidad tiene una pérdida de \$ 75.023.661 por la deserción en el tercer semestre del estudiante número 8 según la Tabla 24.

Por medio de este método y al realizar la simulación correspondiente a los datos generados en el programa @Risk 7.6; se puede determinar la distribución de pérdida por cada subcategoría. Sin embargo, el dato más relevante para este estudio corresponde al riesgo de pérdida total que incurre la universidad por la deserción de estudiantes de Ingeniería Industrial.

A continuación, se observa la simulación que determina la distribución de pérdidas de la Subcategoría Costos altos y disponibilidades para estudiar, en el programa @Risk 7.6.

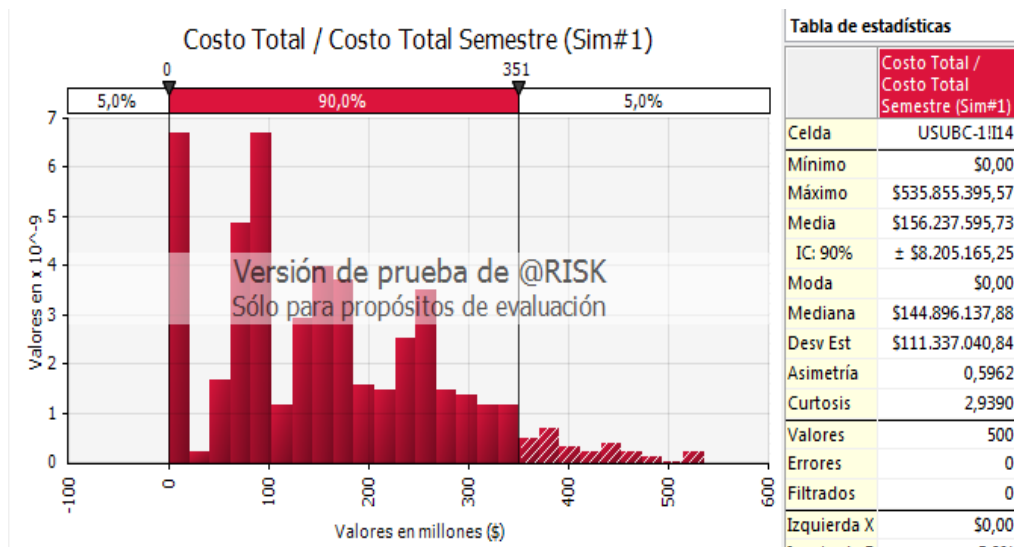


Figura 19. Distribución de pérdidas para la Subcategoría de costos altos y disponibilidades para estudiar.

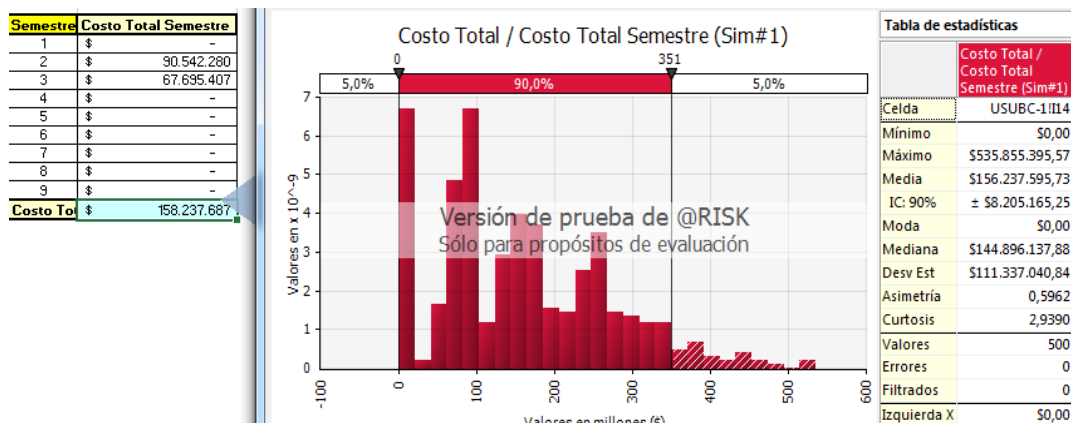


Figura 20. Descripción de la Distribución de pérdidas para la Subcategoría de costos altos y disponibilidades para estudiar.

En la distribución de pérdida para esta subcategoría se observa una pérdida de \$ 158.237.687; esta se manifiesta principalmente en el segundo y tercer semestre, en los demás semestres no se manifiestan pérdidas. De igual manera en la parte derecha se puede ver las estadísticas básicas que informa el comportamiento de esta simulación, detallando su comportamiento.

8.3.1 Análisis de Resultados de las Distribuciones de Pérdida

Realizando las correspondientes etapas de la metodología, la aplicación de redes Bayesianas y la Simulación de Monte Carlo en el programa @Risk 7.6, se presenta a continuación la distribución de pérdida total por deserción estudiantil en el Departamento de Ingeniería Industrial.

Tabla 26. Pérdida Total por estudiantes desertores en el Dpto. de Ingeniería Industrial de la PUJ.

PERDIDA TOTAL PARA LA UNIVERSIDAD	
SUBCATEGORÍAS	COSTO
USUB-1	\$ 254.498.558,70
USUB-2	\$ 212.578.044,69
USUB-3	\$ 75.349.979,06
USUB-4	\$ 287.983.665,13
ESUB-1	\$ 138.210.800,77
ESUB-2	\$ 825.191.708,66
ESUB-3	\$ 221.603.075,01
ESUB-4	\$ 156.219.120,37
ENT SUB-1	\$ 129.943.078,48
Gran Total	\$ 2.301.578.030,87

De acuerdo a los datos que determinan la distribución de pérdidas de cada subcategoría, se logra definir el gran total de pérdidas que incurre la universidad por estudiantes que desertan bajo un nivel 3 de severidad (4 o más semestres). Este monto de pérdida se deduce por medio de una simulación de 1000 iteraciones y es de \$ 2.301.578.030.

Se estiman 1000 iteraciones con el motor de cálculo de la herramienta de simulación, con el objeto de obtener una muestra que sea representativa de la realidad. Por tanto, la simulación genera de forma aleatoria mil posibles valores para las variables de riesgo.

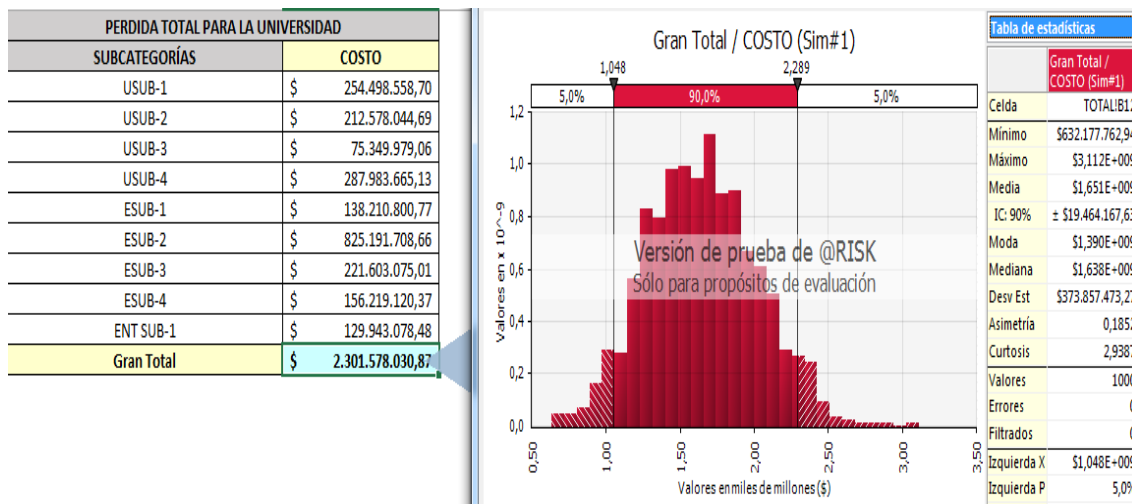


Figura 21. Distribución de pérdidas Total por estudiantes desertores en el Dpto. de Ingeniería Industrial de la PUJ.

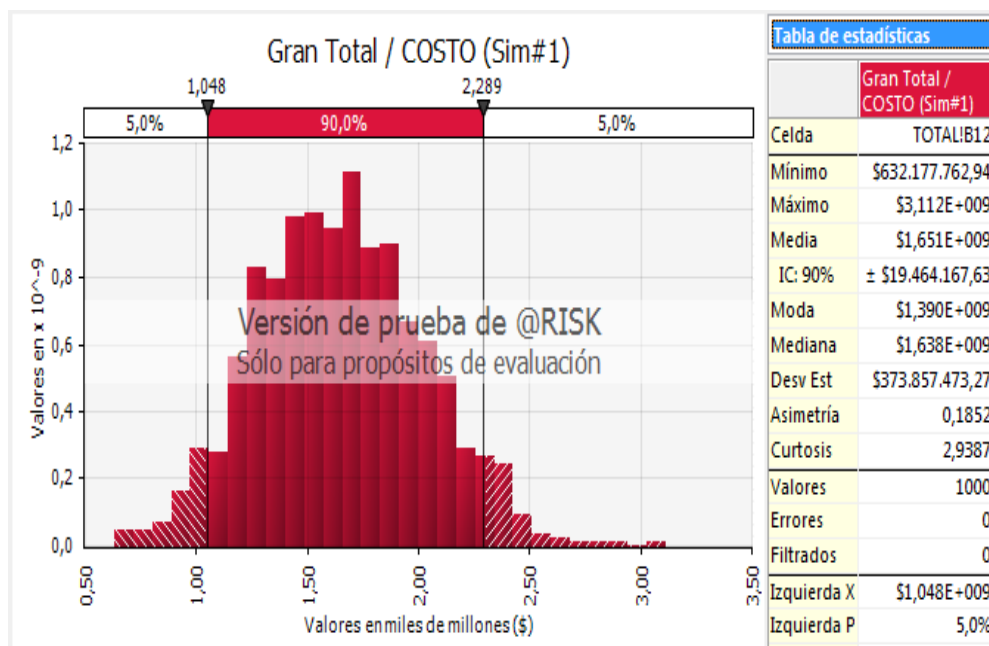


Figura 22. Descripción de la Distribución de pérdidas Total por estudiantes desertores en el Dpto. de Ingeniería Industrial de la PUJ.

Como se puede observar el resultado de la simulación genera una distribución de pérdida total que puede alcanzar un valor mínimo de pérdidas de \$ 632.177.762 y valor máximo de pérdidas de \$ 3.112.000.000; es decir que la pérdida total puede incrementar o disminuir siempre y cuando este bajo estos parámetros. De igual manera el monto de la pérdida de \$ 1.651.000.000 corresponde a la media y hay una desviación estándar de \$ 373.857.473.

9. ESTRATEGIAS PARA MITIGACIÓN DEL RIESGO

9.1. Etapa 9: Formulación Medidas de Mitigación

De acuerdo con los resultados obtenidos en el paso 8, se plantean estrategias para disminuir la cantidad de estudiantes desertores en el Departamento de Ingeniería Industrial, por medio de la mejora de los indicadores de Orientación Vocacional, Relación Profesor – Estudiante y Estado/Mantenimiento de Equipos para Estudio.

Estos indicadores hacen parte de la categoría de Enfoque a la universidad, la cual es foco para las medidas de mitigación por su viabilidad y disposición para llevarlas a una realidad a mediano plazo.

9.1.1. Medida de Mitigación por Medio de la Mejora del Indicador De Orientación Vocacional

Resaltando el análisis de sensibilidad realizado en el paso 7, se observó que: Si se mejora el indicador de orientación vocacional en un 100%, la probabilidad de deserción bajo el Nivel 1 aumenta, bajo el nivel 2 disminuye y bajo el Nivel 3 de severidad disminuye considerablemente.

Es por tanto, que se hace el ejercicio de simulación con la respectiva variación de mejora en este indicador partiendo de la considerable disminución de probabilidad que este genera en el Nivel 3 de severidad. En la Tabla 27 se presenta la variación de mejora de este indicador al realizar el análisis de sensibilidad.

Tabla 27. Análisis de Sensibilidad para el Indicador de Orientación Vocacional, Medida de mitigación

DURACIÓN (semestres)	Distribución Probabilidades Duración Evento	
	Según Nivel Actual Indicadores	Análisis de Sensibilidad
1. (0 - 1)	93,55	98,95
2. (2 - 3)	5,2	0,7
3. (4-MAS)	1,25	0,35

De acuerdo a la mejora en la distribución de probabilidad, se procede a realizar el mismo ejercicio descrito en la etapa anterior, para de esta manera obtener una nueva Distribución de Pérdida Total.

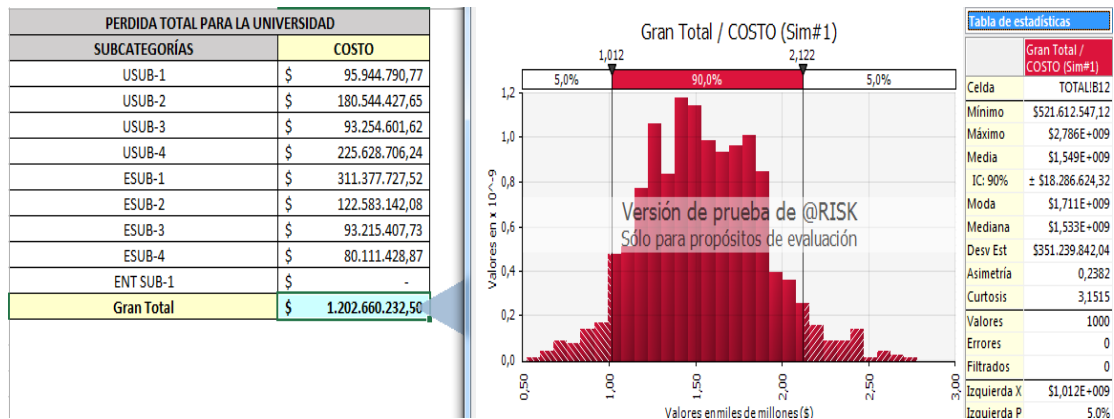


Figura 23. Distribución de Pérdida Total con variación de mejora del indicador de Orientación Vocacional.

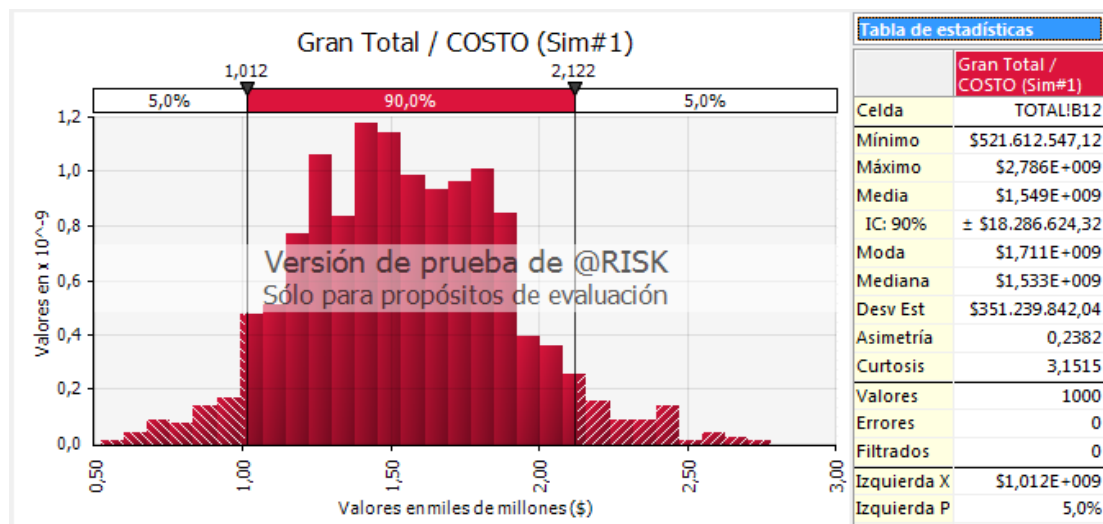


Figura 24. Descripción de la Distribución de Pérdida Total con variación de mejora del indicador de Orientación Vocacional.

Los resultados que se observan al realizar la simulación con una mejora del 100% en el indicador de orientación vocacional, son de \$ 1.202.660.232. Además se observa tal disminución en el intervalo de valores máximos y mínimos donde puede estar ubicada la Distribución de Pérdida Total y el valor de la media que a su vez disminuye.

Por lo tanto, si se hace una comparación de estas dos distribuciones de pérdida total con y sin mejora; se puede concluir que al mejorar algún indicador en este caso la

orientación vocacional hay una disminución en el número de estudiantes ubicados en el Nivel 3 de severidad de deserción que contempla cuatro o más semestres, es decir hay una menor pérdida económica para la universidad.

Resaltando los resultados obtenidos al desarrollar la aplicación de la metodología propuesta y de su medida de mitigación y mejora, se proponen estrategias que puedan llevarse a cabo en la universidad para optimizar el indicador de orientación vocacional.

- Realizar orientación vocacional para todos los estudiantes antes y/o durante el transcurso de su vida académica.
- La contratación de más personal experto que realice este tipo de orientaciones profesionales a los estudiantes durante su vida académica.
- Llevar un registro con información y estadísticas referentes a este servicio por cada estudiante.
- Difundir con mayor ímpetu estas prácticas en la población estudiantil ya que como se describe en estudios realizados en la universidad muchas veces se desconoce.

9.1.2. Medida de Mitigación con la Mejora del Indicador de Relación Profesor-Estudiante

Teniendo en cuenta el análisis de sensibilidad realizado anteriormente se realiza la simulación con la respectiva variación de mejora en el indicador de relación del profesor con el estudiante, ya que se puede observar una considerable disminución de probabilidad en el Nivel 3 de severidad. En la Tabla 28 se presenta la variación de mejora de este indicador al realizar el análisis de sensibilidad.

Tabla 28. Análisis de Sensibilidad para el Indicador de Relación profesor con el estudiante, Medida de mitigación

DURACIÓN (Semestres)	Distribución Probabilidades Duración Evento	
	Según Nivel Actual Indicadores	Análisis de Sensibilidad
		Variación Relación profesor con estudiante
1. (0 - 1)	94,58	95,2
2. (2 - 3)	4,01	3,45
3. (4-MAS)	1,41	1,36

Con base a esta mejora en la distribución de probabilidad, se procede a realizar el ejercicio de simulación, para de esta manera obtener una nueva Distribución de Pérdida Total.

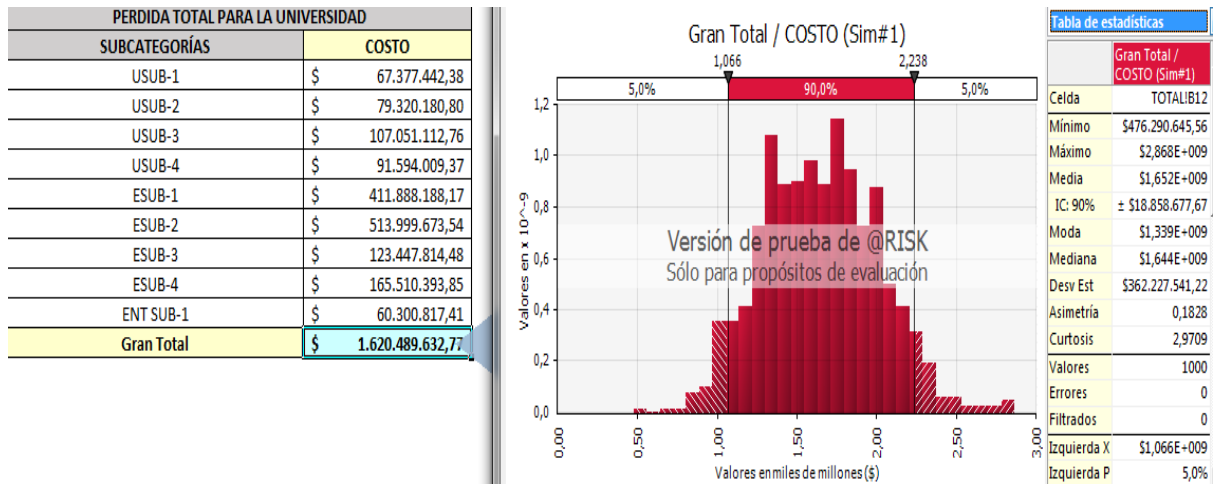


Figura 25. Distribución de Pérdida Total con variación de mejora del indicador de Relación profesor con el estudiante

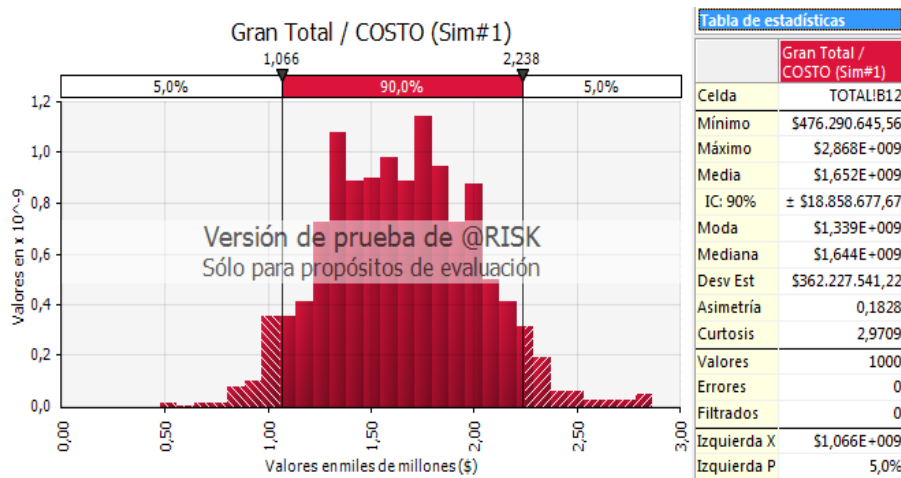


Figura 26. Descripción de la Distribución de Pérdida Total con variación de mejora del indicador de Relación profesor con el estudiante.

Al realizar la simulación con una mejora del 100% en el indicador de Relación del profesor con el estudiante correspondiente a la subcategoría 3, referente al personal docente se denota una disminución en la Distribución de Pérdida Total. Tal disminución también se puede reconocer por medio del intervalo de valores máximos y mínimos donde puede estar ubicada la pérdida total, que en este caso da un resultado de \$ 1.620.489.632.

Por lo tanto, si se hace una comparación de estas dos distribuciones de pérdida total con y sin mejora; se puede concluir que al mejorar algún indicador en este caso el indicador de la relación profesor-estudiante hay una disminución en el número de estudiantes de Nivel 3 de severidad de deserción es decir, existiría una menor pérdida económica para la universidad por estudiantes desertores.

Resaltando los resultados obtenidos al desarrollar la aplicación de la metodología propuesta y de su medida de mitigación y mejora, se proponen estrategias que puedan llevarse a cabo en la universidad para optimizar el indicador de la relación profesor-estudiante.

- Realizar retroalimentación formal de la metodología y la relación del docente en sus clases correspondientes de manera más habitual.
- Crear espacios de tutoría con un seguimiento documentado de la misma.
- Realizar un seguimiento en las materias que tengan alto impacto de pérdida para evaluar la característica de la relación del docente y los estudiantes de manera más detallada.

9.1.3. Medida de Mitigación con la Mejora del Indicador de Estado y Mantenimiento de Equipos de Estudio

Como tercera estrategia de mitigación se tiene en cuenta el indicador de Estado y Mantenimiento de Equipos de Estudio, donde de acuerdo a los resultados obtenidos en el análisis de sensibilidad hay una disminución determinada en el Nivel de severidad 3.

Es por tanto que se dispone a aplicar la simulación con esta nueva distribución de probabilidad mejorada, que se especifica a continuación.

Tabla 29. Análisis de Sensibilidad para el Indicador de Estado y Mantenimiento de Equipos de Estudio, Medida de mitigación

DURACIÓN (Semestres)	Distribución Probabilidades Duración Evento	
	Según Nivel Actual Indicadores	Análisis de Sensibilidad
		Variación mantenimiento y Equipos/herramientas para estudio
1. (0 - 1)	94,78	95,78
2. (2 - 3)	4,09	3,22

3. (4-MAS)	1,13	1,00
------------	------	------

De acuerdo a la anterior información procedente del análisis de sensibilidad realizado para este indicador, se procede a realizar el ejercicio de simulación con el fin de obtener una nueva Distribución de Pérdida Total.

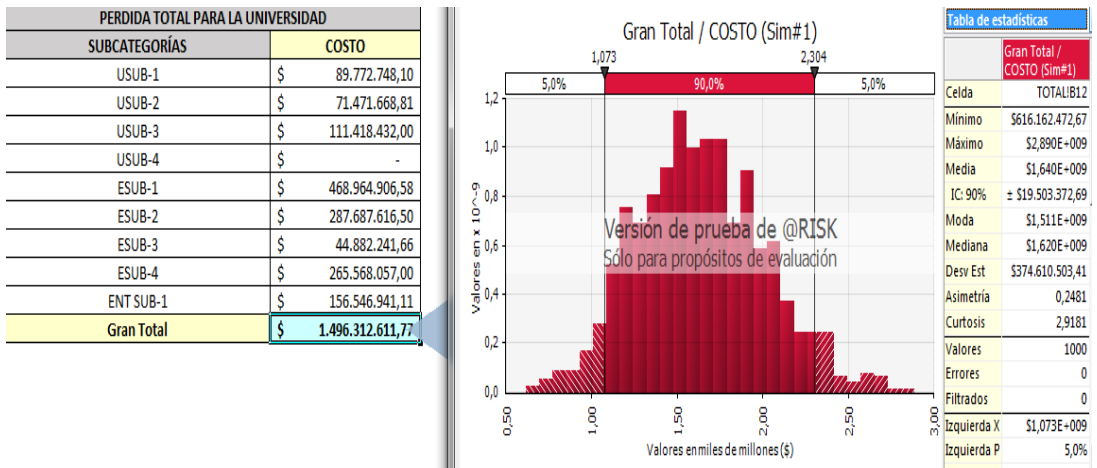


Figura 27. Distribución de Pérdida Total con variación de mejora del indicador de Estado y Mantenimiento de Equipos de Estudio

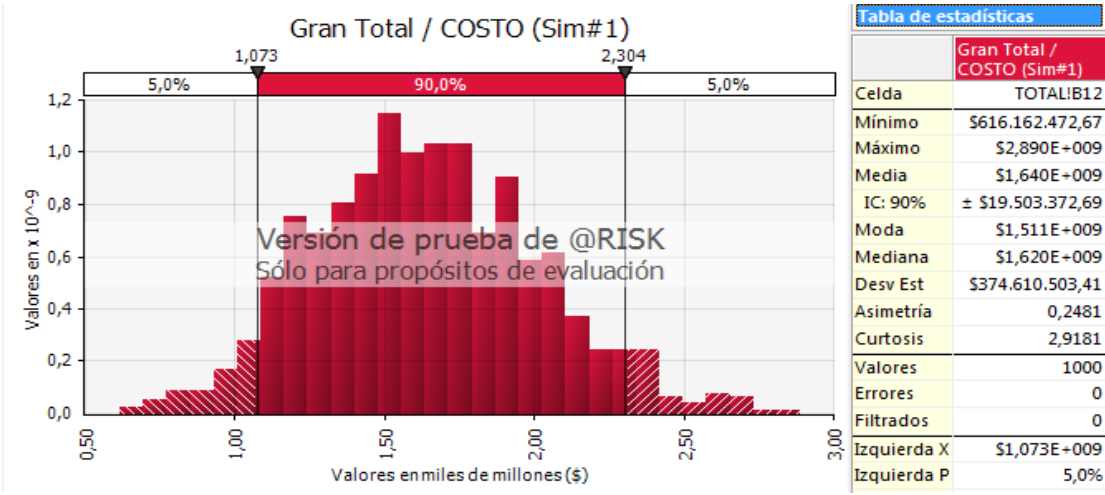


Figura 28. Descripción de la Distribución de Pérdida Total con variación de mejora del indicador de Estado y Mantenimiento de Equipos de Estudio

Al realizar la simulación con una mejora del 100% en el indicador de Estado y Mantenimiento de Equipos de Estudio, la cual se refiere a los recursos físicos que

cuenta la universidad; se denota una disminución en la Distribución de Pérdida Total y en especial una disminución en el monto de pérdida de esta subcategoría.

Esta disminución también se puede reconocer por medio del intervalo de valores máximos y mínimos donde puede estar ubicada la pérdida total, que en este caso da un resultado de \$ 1.496.312.611. Por lo tanto, al comparar las dos distribuciones de pérdida total con y sin mejora; se puede concluir que al mejorar de este indicador existiría una menor pérdida económica para la universidad.

Por tanto se proponen estrategias respecto a este indicador para hacer posible la optimización de la disminución de la Distribución de Pérdida Total para la universidad.

- Realizar chequeos de equipos de cómputo de manera que tengan todas las herramientas disponibles para estudio.
- Proporcionar más equipos de cómputo de acuerdo a la información de la demanda semestral de estudiantes.

10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

10.1. Conclusiones

1. La aplicación de la metodología se realizó por medio de información teórica sobre deserción y la participación de un grupo interdisciplinario en áreas académicas, de educación, ingeniería y analítica de datos de la universidad, lo cual permitió capturar su experiencia sobre los factores que inciden en esta problemática.
2. La metodología desarrollada puede ser aplicada en cualquier proceso para la identificación y medición del riesgo, ajustando los pasos de la metodología según el contexto.
3. La metodología permitió dar a conocer un monto económico de pérdidas para la universidad, debido a factores identificados dentro de la universidad específicamente en el Departamento de Ingeniería Industrial que inciden en la deserción estudiantil.

4. La universidad debe mejorar las bases de datos y procedimientos sobre el comportamiento de datos referentes a eventos sobre deserción estudiantil, con el fin de identificar y cuantificar de una forma más precisa las posibles causas que están incidiendo en los estudiantes en desertar y de esa forma tener un mejor control para evitar un alto impacto.
5. La metodología desarrollada y presentada en este documento representa un avance en el tema de identificación y cuantificación del riesgo en temas referentes a deserción universitaria. De la misma manera, esta metodología aplica herramientas de simulación e investigación que genera un aporte para la universidad y al Departamento de Ingeniería.
6. La metodología sirve como herramienta para mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje como también otros procesos académicos similares. Además que contribuye en la obtención de información de los comportamientos de la población estudiantil.

10.2. Recomendaciones

- Realizar una recolección de datos más exhaustiva con el fin de validar las probabilidades y verificar factores específicos de deserción en la universidad.
- Desarrollar la metodología expuesta en este proyecto en todo el Departamento de Ingeniería, donde se incluya cada especialidad con el fin de constatar similitudes o comportamientos de la población estudiantil.
- La metodología se puede enriquecer por medio de métodos mas estructurados para la definición de las probabilidades subjetivas tales como Teoría de Conjuntos Difusos, entre otras.
- Realizar un proceso de seguimiento y documentación histórica de este tipo de estudios con el fin de ser precedente para posibles revisiones y avances con metodologías similares sobre el tema.

REFERENCIAS

- Barrero Rivera, F., Barrero Espinosa, C., & Borja Cely, H. (2015). Factores de riesgo asociados a la deserción estudiantil universitaria en programas de pregrado de la Universidad de San Buenaventura, Bogotá (2009-2013). Bogota: Universidad de San Buenaventura.
- Bernal Gaviria, S., & Lochmuller, C. (2014). Modelo cuantitativo basado en el enfoque de pérdidas agregadas para mejorar la gestión y medición de riesgos operativos. Medellín: Escuela de Ingeniería de Antioquia.
- Bravo, O., & Sanchez, M. (2012). Gestión Integral de Riesgos. Bogotá: Bravo & Sanchez.
- Castaño, E., Gallón, S., Gómez, K., & Vásquez, J. (2004). Deserción estudiantil universitaria: una aplicación de modelos de duración. Lecturas de Economía, 28.
- Castillo, M., & Mendoza, A. (2009). Diseño de una Metodología para Identificación y la Medición del Riesgo en Instituciones Financieras. Bogotá.
- Comite de Supervisión Bancaria de Basilea. (2003). Buenas practicas para la gestión y supervisión del riesgo operativo. Basilea: Banco de Pagos Internacionales.
- Consejo Nacional de Políticas Económica y Social República de Colombia, Departamento Nacional de Planeación. (2010). Documento CONPES. Bogota: Departamento Nacional de Planeación.
- Davila Correa, A., & Naranjo Aristizabal, M. M. (2015). Sistema de Gestión Integral del Riesgo de Deserción UAM. Manizales: Universidad Autónoma de Manizales.
- Departamento Administrativo de la Función Pública - DAFP. (5 de 10 de 2015). Departamento Administrativo de la Función Pública - DAFP. Obtenido de Departamento Administrativo de la Función Pública Web Site: <https://www.funcionpublica.gov.co/sistemas-de-gestion-de-calidad>

- Diaz Peralta, C. (2008). Modelo Conceptual para la Deserción Estudiantil Universitaria Chilena. *Estudios Pedagógicos XXXIV*, 65-86.
- Diaz Tamayo, A. M., Gil Mayorga, J. I., & Arboleda Millan, H. D. (2015). *Gestión del Riesgo en Instituciones Educativas*. Cali, Valle: Universidad del Valle.
- Durkheim, E. (1951). *Suicide: A study in Sociology*. New York: The Free Press.
- Fernandez Laviada, A., & Cantabria, U. d. (2010). *La gestión del riesgo operacional: de la teoría a su aplicación*. Cantabria: Ana Fernandez Laviada.
- Galarza Lopez, J., & Almuiñas Rivero, J. (2015). *La gestión de los riesgos de planificación estratégica en las instituciones de educación superior*. Cubana Edu. Superior .
- Gil Monte, P. (2013). Razones para considerar los riesgos psicosociales en el trabajo y sus consecuencias en la salud pública. *Revista Española de Salud Publica*.
- Guzmán Puentes, S. (2010). *Deserción y retención estudiantil en los programas de pregrado de la Pontificia Universidad Javeriana*. Bogotá.
- INCONTEC, I. C. (2012). *Norma Técnica Colombiana NTC ISO 31010*. Bogotá: Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación INCONTEC.
- Jorion, Phillip. (2000). *Value and Risk: the New Benchmark for Managing Financial Risk*. McGraw Hill.
- Lodge, M. (2009). *The Public Management of Risk: The Case for Deliberating among Worldviews*.
- Luhmann, N. (2000). *Las Consecuencias Perversas de la Modernidad*. Antropodos.
- Martinez, A. (2009). *Diseño de una Metodología para la identificación y Medición del Riesgo Operativo en el abastecimiento de combustibles por Ecopetrol en Colombia*. Bogotá.
- Mcmurray, A., Pearson, T., & Casarim, F. (2017). *Guía para aplicar el enfoque Monte Carlo*. winrock Internacional.

- Ministerio de Educación Nacional . (2010). Deserción estudiantil en la educación superior Colombiana.
- Ministerio de Educación Nacional y Universidad de los Andes. (2009). Educación Superior a blindarse para enfrentar crisis económicas. 1-9.
- Normas Técnicas NTC ISO 31000. (2011). Normas Técnicas NTC ISO 31000; Gestión Integral de Riesgos. Bogotá.
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación la Ciencia y la Cultura UNESCO. (2017). La pobreza en el mundo podría reducirse a la mitad si todos los adultos terminaran la educación secundaria.
- Pacheco López, D. (2009). Riesgo Operacional: Conceptos y Mediciones. Dirección de Estudios y Análisis Financiero, Departamenteo de Estudios Unidad de Riesgos, 55.
- Pérez Martínez, Á. (2010). Se mantiene la deserción universitaria. Revista Dinero.
- Pontificia Universidad Javeriana. (2018). Modalidades de Financiación. Bogota, Colombia.
- Pontificia Universidad Javeriana. (2013). Reglamento de Estudiantes. Bogotá.
- Quintero Velasco, I. (2016). Analisis de las causas de Deserción Universitaria. Bogotá.
- Revista Dinero. (2017). ¿Por qué enfrentamos una tasa tan alta de deserción en la educación superior? Revista Dinero.
- Rios , R., & Pineda, L. (2011). Factores relacionados con deserción temprana en estudiantes de Medicina. Conferencia Latinoamericana sobre el Abandono en la Educación Superior, 1-9.
- Robechi Severiche, O., & Jácome Fernandez, J. (2014). Propuesta de un modelo de Gestion del Riesgo aplicando Logica Difusa para la Universidad Catolica de Colombia en el proceso de deserción estudiantil en la Facultad de Ingeniería. Bogotá: Facultad de Ingenieria-Programa de Ingeniería Industrial.

- Rodriguez Lopez, M., Piñeiro Sanchez, C., & Llano Monelos, P. (2013). Mapa de Riesgos: Identificación y gestión de Riesgos. Coruña.
- Salcedo Escarria, A. (2010). Deserción universitaria en Colombia. Revista Academia y Virtualidad, 1-11.
- Tinto, V. (2016). Definir la Deserción: Una cuestión de perspectiva. 1-44.
- Valencia Espinosa, M. (2016). Factores que inciden en la Deserción estudiantil en el Programa de Administración de Empresas de una Institución De Educación Superior en la Ciudad De Bucaramanga. Bucaramanga: Universidad Cooperativa de Colombia.
- Yokoyama, K. (2018). The rise of risk management in the universities: a new way to understand quality in university management. stockholm Centre for Organizational Research, 2-17.