



**Análisis del riesgo y la incertidumbre en la cadena de suministro del sector
automotriz desde la perspectiva de gestión de proyectos**

Diego Mauricio Ramírez Buitrago

Leidy Esperanza Méndez Casallas

Universidad EAN

Facultad de Ingeniería

Maestría en Gerencia de Proyectos

Maestría en Gerencia de la Cadena de Abastecimiento

Bogotá, Colombia

03/Abril/2024

**ANÁLISIS DEL RIESGO Y LA INCERTIDUMBRE EN LA CADENA DE SUMINISTRO
DEL SECTOR AUTOMOTRIZ DESDE LA PERSPECTIVA DE GESTIÓN DE PROYECTOS.**

Diego Mauricio Ramirez Buitrago

Leidy Esperanza Méndez Casallas

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de:

Magister en Gerencia de Proyectos

Y

Magister en Gerencia de la Cadena de Abastecimiento

Director (a):

Antonio Rodríguez Peña, PhD

Modalidad:

Monografía

Universidad EAN

Facultad de Ingeniería

Maestría en Gerencia de Proyectos

Maestría en Gerencia de la Cadena de Abastecimiento

Bogotá, Colombia

03/Abril/2024

Nota de aceptación:

Firma del jurado

Firma del jurado

Firma del director del trabajo de grado

Bogotá, 03/Abril/2024

Nuestra recompensa se encuentra en el
esfuerzo y no en el resultado.

Un esfuerzo total es una victoria completa.

Mahatma Gandhi

Agradecimientos

Mis pacientes padres, que han hecho posible todo lo que he conseguido.” “Para mi sufrido hermano, que me ha apoyado y aguantado durante todo el trabajo aquí presentado.”

Leidy Méndez

“A mis padres, mis familiares y docentes que me han aportado a mi formación y crecimiento personal en todos estos años de trabajo”

Diego M. Ramirez

ANÁLISIS DEL RIESGO Y LA INCERTIDUMBRE EN LA CADENA DE SUMINISTRO DEL SECTOR AUTOMOTRIZ DESDE LA PERSPECTIVA DE GESTIÓN DE PROYECTOS.

Resumen

Esta investigación tiene como propósito, a partir de un diagnóstico integral, analizar con el uso de herramientas desde la perspectiva de la gestión de proyectos un instrumento de gran utilidad para dar validez a la hipótesis formulada basada en investigaciones previas de Brasil y Alemania, junto con la clasificación de riesgos presentada por Chopra y Sodhi (2004), y Quang y Hara (2019). Con la cual se busca generar un aporte en la identificación, priorización y evaluación de los riesgos que se presentan en la cadena de suministro del sector automotriz puntualmente en las ensambladoras.

La metodología aplicada para este fin se basó en el análisis de los riesgos e incertidumbre, gracias a la información recolectada por medio de encuestas en las compañías colombianas ensambladoras del sector automotriz, a su vez procesada por medio de la herramienta RISK (Análisis probabilístico de riesgos en Excel); este software se enfoca en análisis y modelado de riesgos en Microsoft excel utilizando la simulación del modelo probabilístico Monte Carlo.

Como resultado de la investigación, la herramienta estadística de simulación Monte Carlo, arroja la necesidad de priorizar las estrategias enfocadas en los procesos con los proveedores del exterior ya que estos riesgos generan la mayor probabilidad y criticidad para el proceso. Ahora bien, una vez recolectada y procesada la información se presenta ante las ensambladoras dejando el precedente de la necesidad de crear estrategias orientadas en el desarrollo de proveedores locales que puedan competir en costo y calidad a los proveedores del exterior, como prioridad para mitigar posibles impactos al proceso.

ANÁLISIS DEL RIESGO Y LA INCERTIDUMBRE EN LA CADENA DE SUMINISTRO DEL SECTOR AUTOMOTRIZ DESDE LA PERSPECTIVA DE GESTIÓN DE PROYECTOS.

Para futuras investigaciones se recomienda orientar hacia la evaluación con mayor profundidad los riesgos que se generan en el sector automotriz, contando con datos históricos a través de costos y tiempos generados en el sector junto con la contribución de los directamente implicados principalmente en el abastecimiento ya que este fue el principal riesgo que arrojó el estudio con mayor probabilidad y criticidad.

Palabras clave: riesgos, incertidumbre, cadena de abastecimiento, gerencia de proyectos, sector automotriz.

ANÁLISIS DEL RIESGO Y LA INCERTIDUMBRE EN LA CADENA DE SUMINISTRO DEL SECTOR AUTOMOTRIZ DESDE LA PERSPECTIVA DE GESTIÓN DE PROYECTOS.

Abstract

The purpose of this research is, based on a comprehensive diagnosis, to analyze with the use of tools from the perspective of project management a very useful instrument to validate the formulated hypothesis based on previous research from Brazil and Germany, together with the risk classification presented by Chopra and Sodhi (2004), and Quang and Hara (2019). With which it seeks to generate a contribution in the identification, prioritization and evaluation of the risks that arise in the supply chain of the automotive sector specifically in the assembly plants.

The methodology applied for this purpose was based on the analysis of risks and uncertainty, thanks to the information collected through surveys in Colombian assembly companies in the automotive sector, in turn processed through the RISK tool (Probabilistic Risk Analysis). in Excel); This software focuses on risk analysis and modeling in Microsoft Excel using Monte Carlo probabilistic model simulation.

As a result of the research, the statistical Monte Carlo simulation tool shows the need to prioritize strategies focused on processes with foreign suppliers since these risks generate the greatest probability and criticality for the process. Now, once the information has been collected and processed, it is presented to the assemblers, leaving the precedent of the need to create strategies aimed at the development of local suppliers that can compete in cost and quality with foreign suppliers, as a priority to mitigate possible impacts. to the process.

For future research, it is recommended to orient towards a more in-depth evaluation of the risks that are generated in the automotive sector, having historical data through costs and times generated in the sector along with the contribution of those directly involved

ANÀLISIS DEL RIESGO Y LA INCERTIDUMBRE EN LA
CADENA DE SUMINISTRO DEL SECTOR AUTOMOTRIZ
DESDE LA PERSPECTIVA DE GESTIÓN DE PROYECTOS.

mainly in the supply since This was the main risk that the study revealed with greater probability and criticality.

Keywords: risks, uncertainty, supply chain, project management, automotive section.

ANÁLISIS DEL RIESGO Y LA INCERTIDUMBRE EN LA
CADENA DE SUMINISTRO DEL SECTOR AUTOMOTRIZ
DESDE LA PERSPECTIVA DE GESTIÓN DE PROYECTOS.

CONTENIDO

Lista De Figuras	10
Lista De Tablas.....	11
Introducción.....	12
Objetivos	14
<i>Objetivo General</i>	<i>14</i>
<i>Objetivos Específicos.....</i>	<i>14</i>
Justificación	15
Marco Teórico.....	18
<i>Cadena De Suministro.....</i>	<i>18</i>
<i>Fases De Cadena De Suministro.....</i>	<i>20</i>
<i>Estrategia Diseño De La Cadena De Suministro:</i>	<i>20</i>
<i>Planeación De La Cadena De Suministro:</i>	<i>21</i>
<i>Operaciones De La Cadena De Suministro</i>	<i>21</i>
<i>Gestión De Riesgos En La Cadena De Suministro:</i>	<i>21</i>
<i>Metodologías de administración de riesgos para la cadena de suministro:</i>	<i>26</i>
Cadena De Suministro Industria Automotriz	29
<i>Gestión De Proyectos:.....</i>	<i>32</i>
<i>Evolución De Los Estudios De La Gestión De Riesgo.....</i>	<i>32</i>
<i>Antecedentes.....</i>	<i>34</i>

ANÁLISIS DEL RIESGO Y LA INCERTIDUMBRE EN LA
CADENA DE SUMINISTRO DEL SECTOR AUTOMOTRIZ
DESDE LA PERSPECTIVA DE GESTIÓN DE PROYECTOS.

Hipótesis	35
Variables.....	36
Metodología	37
<i>Enfoque Y Alcance De La Investigación.....</i>	<i>37</i>
<i>Población Y Muestra.....</i>	<i>38</i>
<i>Instrumentos</i>	<i>39</i>
<i>Técnicas Para El Análisis De La Información</i>	<i>39</i>
Trabajo De Campo	45
Propuesta de solución a la problemática	59
<i>Situación actual.....</i>	<i>59</i>
<i>Oportunidades.....</i>	<i>62</i>
<i>Propuesta de solución al problema planteado</i>	<i>62</i>
Discusión	64
Conclusiones Y Trabajo Futuro	66
<i>Conclusiones.....</i>	<i>66</i>
<i>Trabajo Futuro.....</i>	<i>68</i>
REFERENCIAS	69
Anexos.....	73
a. Anexo A. Resultados de las encuestas	73

ANÁLISIS DEL RIESGO Y LA INCERTIDUMBRE EN LA
CADENA DE SUMINISTRO DEL SECTOR AUTOMOTRIZ
DESDE LA PERSPECTIVA DE GESTIÓN DE PROYECTOS.

b. Anexo B. Entrevistas a expertos 76

ANÁLISIS DEL RIESGO Y LA INCERTIDUMBRE EN LA
CADENA DE SUMINISTRO DEL SECTOR AUTOMOTRIZ
DESDE LA PERSPECTIVA DE GESTIÓN DE PROYECTOS.

Lista De Figuras

Figura 1. Análisis bibliométrico de los países más importantes en el estudio de gestión del riesgo del sector automotriz.....	17
Figura 2. Procesos de la cadena de suministro.....	20
Figura 3. Eslabones gestión de riesgo.	28
Figura 4. Venta en miles de unidades	30
Figura 5. Destino Exportaciones 2022.....	31
Figura 6. Participación exportaciones 2022.....	31
Figura 7. Tendencia de las publicaciones sobre los riesgos y gestión de proyectos en la cadena de abastecimiento durante la última década.	33
Figura 8. Revisión bibliométrica ecuación de búsqueda.....	34
Figura 9. Diagrama de modelo simple con simulación de Monte Carlo	41
Figura 10. Diagrama de relación entre la incertidumbre y el riesgo.....	42
Figura 11. Escala de confiabilidad índice Cronbach.....	46
Figura 12. Valor de la distribución	54
Figura 13. Contribución a la Varianza	55
Figura 14. Coeficientes de regresión.....	55
Figura 15. Valor de la distribución	56

Lista De Tablas

Tabla 1. Categorización riesgos Chopra y Sodhi, Managing Risk to Avoid Supply-Chain Breakdown, (2004).....	22
Tabla 2. Clasificación de riesgos de Quang y Hara 2019	23
Tabla 3. Análisis del instrumento de medición	45
Tabla 4. Calculo estadístico del Alfa de Cronbach.....	47
Tabla 5. Encuesta realizada a trabajadores – Primer instrumento de medición	48
Tabla 6. Expertos entrevistados - Segundo instrumento de medición.....	49
Tabla 7. Escala de valoración del riesgo	50
Tabla 8. Matriz de evaluación de riesgos por expertos. Ver completo en Anexo A	50
Tabla 9. Encuesta formal el primer instrumento de medición.....	51
Tabla 10. Promedio de la calificación de los riesgos de acuerdo con los expertos	52
Tabla 11. Cálculos PERT del primer elemento de medición	53
Tabla 12 Clasificación de la incertidumbre de acuerdo con estudio realizado.....	59
Tabla 13 Clasificación de riesgos por mapas de calor	60
Tabla 14 Matriz de calor de riesgos.....	61
Tabla 15. Anexo A: Resultado encuestas	73
Tabla 16. Anexo B: Entrevista a expertos.....	76

Introducción

Las organizaciones del sector automotriz en Colombia se ven expuestas a riesgos que pueden afectar los objetivos de la compañía y a su vez generar incertidumbre en las actividades internas como externas de la cadena de suministro. Estas deben identificar los riesgos latentes con ayuda de la gestión del riesgo, buscando coordinar y dirigir actividades dentro de la organización con las que se puedan mitigar y controlar. Al conocer los riesgos se puede medir las consecuencias y su afectación hacia la estabilidad de los objetivos de la organización, para poder realizar estudios probabilísticos de ocurrencia hacia dichos eventos junto con sus respectivas estrategias.

Chamorro et al., (2008), identifican que el riesgo es una consecuencia inherente que se manifiesta en las actividades económicas y nace a partir del estudio sobre economía de Knight (1921). En este estudio el autor indica la diferencia entre riesgo e incertidumbre abordándolo desde el paradigma de la decisión y enfocándolo en el emprendimiento.

En la actualidad las organizaciones cuentan con normativas y estándares en la gestión de riesgos de la cadena de suministro, aplicando herramientas con las que busca generar planes de acción y de mejora.

En el planteamiento del problema, la gestión del riesgo es parte importante de la gobernanza y el liderazgo en las organizaciones gestionadas en todos los niveles para mejorar y alcanzar sus objetivos mediante la mejora continua. Cuando se habla de gestión del riesgo se debe contemplar todos los procesos que se desarrollen en la organización y a las partes interesadas tanto internas como externas.

El Project Management Institute (2021), realiza estudios asociados a la gestión del riesgo y los define como un evento o condición incierta que cuando se genera produce efectos positivos o negativos sobre un proyecto. Se debe tener información clara y concisa que aborde los aspectos más relevantes de las variables que incidan en los tipos

de riesgo. Por otra parte, la NTC-ISO 31000 (2018), indica que la evaluación del riesgo debe establecer procedimientos para la identificación continua de amenazas a la seguridad de la cadena de suministro, y que esta evaluación debe considerar la probabilidad de un evento y todas sus consecuencias.

El estudio alrededor de la cadena de suministro del sector automotriz en Colombia aborda aspectos consignados en las normas técnicas, sumado a que el sector automotriz en Colombia y adscrito a la ANDI, (Asociación Nacional de empresarios de Colombia) en el grupo conformado en la cámara de la industria Automotriz, lo cual representa un motivo por el que se desea evaluar la gestión del riesgo con estándares y herramientas de la gestión de proyectos.

De acuerdo con lo descrito la pregunta de investigación propuesta sería:

¿Cuáles son los riesgos y las incertidumbres en la cadena de suministro del sector automotriz en Colombia desde la perspectiva y herramientas de la gestión de proyectos?

Objetivos

Objetivo General

Analizar el riesgo y la incertidumbre en la cadena de suministro del sector automotriz en Colombia desde la perspectiva y herramientas de la gestión de proyectos.

Objetivos Específicos

- Analizar el estado del arte de la gestión del riesgo de la cadena de abastecimiento en el sector automotriz colombiano para definir la línea base de la investigación.
- Proponer herramientas de análisis de riesgos e incertidumbre para ser evaluadas en el sector automotriz.
- Evaluar estrategias efectivas para identificar las variables que se van emplear en el modelo de análisis la cadena de suministro.
- Evaluar los resultados encontrados buscando generar estrategias de mejora y mitigación de riesgos e incertidumbre en la cadena de suministro del sector.

Justificación

Uno de los componentes de la cadena de suministro, en el cual las organizaciones brindan especial seguimiento es la gestión de riesgo, ya que esta permite identificar las vulnerabilidades que presenta el proceso. Como indica, Ho et al., (2015), en el momento en que se incrementan los riesgos, aumentan los costos y aparecen las ineficiencias, sin embargo, como producto del riesgo, aparece la necesidad de construir procesos lo suficientemente robustos que permita identificar, evaluar y mitigar los efectos que se presenten.

Los riesgos de la cadena de suministro pueden presentarse en diferentes fases de los procesos internos o externos, tales como, procesos de operaciones, en la fabricación, en la adquisición de componentes, ensamblajes de vehículos y la comercialización; adicional los encontramos en desastres ambientales, conflictos laborales, calidad del producto, fallas en las políticas de seguridad, entre otros; es por esta razón que es importante realizar el estudio que permita identificar y evaluar este tipo de riesgos operativos, para que las empresas puedan implementar planes de mejora, control y mitigación de impactos generados sobre los objetivos de la organización.

El presente estudio, pretende analizar los riesgos de la cadena de suministro del sector automotriz en Colombia, teniendo en cuenta su impacto y participación en la economía del país, de acuerdo con el informe Renting Colombia y Sectorial (2022), este representa un 6.6% del PIB industrial, un 48% del PIB de comercio, adicional aporta con más de 45.000 empleos directos y 330.000 indirectos.

La cadena de suministro del sector automotriz en Colombia se encuentra expuesta a diferentes tipos de riesgos, entre los cuales se puede encontrar, riesgos operativos, financieros, legales y del medio ambiente, entre otros, tal como se ha expuesto en estudios de Días et al., (2020) y Chopra y Sodhi (2004), en los que se identifica y

evidencia el impacto que puede tener en las empresas, las cuales contribuyen al desarrollo y beneficio de la sociedad.

El estudio de riesgos en el sector automotriz en Colombia específicamente en las ensambladoras tiene como fin identificar y evaluar estos riesgos, promoviendo prácticas de mejora sostenibles que ayudan al desarrollo y crecimiento de la empresa, la sociedad y el medio ambiente. Por eso, realizar un estudio de riesgos en el sector automotriz en Colombia es esencial para identificar, evaluar, mitigar y gestionar los riesgos de las empresas en el sector, en niveles operativos, financieros, legales, medioambientales, entre otros. Aportando a las empresas la necesidad de un enfoque predictivo para afrontar mejor los desafíos generados en el entorno empresarial, al realizar una eficaz gestión de riesgos.

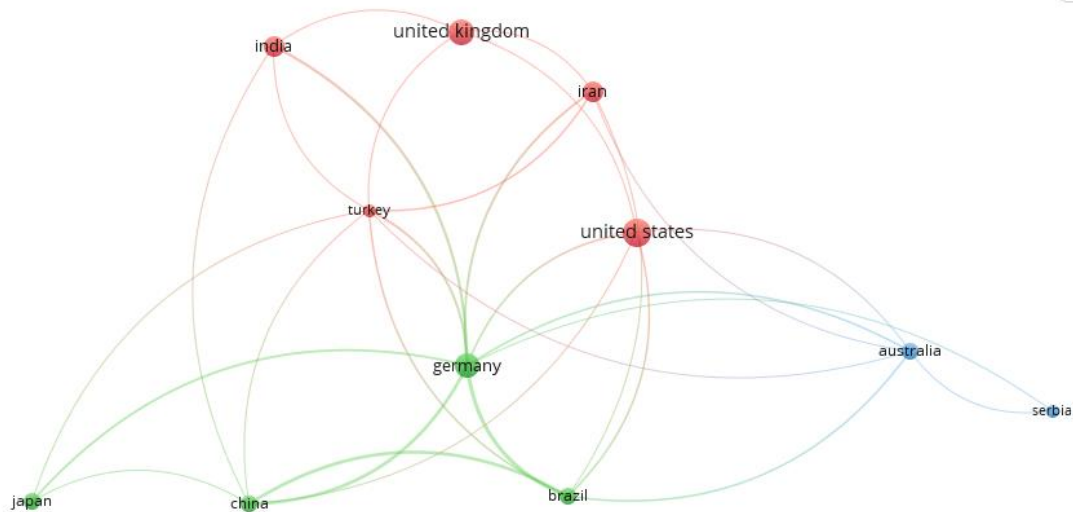
Ahora bien, actualmente se pueden encontrar diversas herramientas para optimizar las actividades que se llevan a cabo en las organizaciones; en este apartado se puede tomar como ejemplo la industria 4.0 como lo indican Silva et al., (2021). Estas herramientas como la inteligencia artificial, robótica e información en la nube entre otras, pueden llegar a generar eficiencias en la medida en que se utilicen y se adapten a los procesos correctos para obtener su máximo beneficio.

El proceso de la gestión de riesgos en la cadena de suministro del sector automotriz tiene como medio de identificación y análisis el uso de herramientas, una de estas es el Project Management Institute (2021), como guía para la creación de mediciones, y de esta forma poder generar en las organizaciones valor y confianza en el desarrollo de sus actividades. Es de suma importancia identificar de forma correcta las variables de estudio del riesgo, para poder generar el análisis con resultados confiables y así proponer estrategias que busquen mitigar y controlar los factores del riesgo y la incertidumbre.

Cabe destacar que los estudios realizados y artículos publicados en Colombia sobre la gestión de riesgos en el sector automotriz no se encuentran, esto se logró identificar gracias a la búsqueda bibliométrica realizada en la base de datos Scopus, donde se obtuvieron los resultados reflejados en la **Figura 1**. Se identificó que los países con mayor contribución de estudio sobre esta área de conocimiento es Alemania, Estados Unidos y por parte de Latinoamérica Brasil. Este análisis es importante en un país como Colombia, el cual realice estudios sobre la gestión de riesgos en el sector automotriz.

El análisis empírico se obtendrá gracias a encuestas y entrevistas realizadas en las tres ensambladoras del sector automotriz en Colombia.

Figura 1. Análisis bibliométrico de los países más importantes en el estudio de gestión del riesgo del sector automotriz.



Fuente: Elaboración propia con base en análisis bibliométrico de VOSviewer.

Marco Teórico

Cadena De Suministro

La actividad de la cadena de suministro es vital para las organizaciones, dado su papel crucial en asegurar que los bienes y servicios lleguen satisfactoriamente a los clientes. Krajewski et al., (2008), ha definido la cadena de suministro como el proceso que abarca desde la transformación de productos hasta su entrega al consumidor final, resaltando su importancia estratégica en la creación de valor y la administración eficiente de procesos.

Algunos autores clasifican los riesgos de la cadena de suministro en categorías. Chopra y Sodhi (2004), clasificaron los riesgos en nueve categorías y Quang & Hara (2019), los clasifican en siete.

El análisis de la gestión de riesgos del sector automotriz se abordará sobre los riesgos citados por los autores que han realizado estudios a profundidad sobre el tema, debido que otros autores los abordan de forma muy general clasificándolos como internos y externos. Cabe destacar que la hipótesis se formulara sobre la interacción de los autores Chopra y Sodhi (2004), y Quang y Hara (2019).

Otras definiciones que se encontraron en la cadena de suministro se relacionan por diferentes autores, por ejemplo, Chopra S (2020), el cual lo define como un proceso dentro de la organización el cual se encuentra enfocado en las diferentes actividades o eslabones necesarios, los cuales se encuentran enfocados desde la transformación de un bien o servicio hasta la entrega a satisfacción del consumidor final.

También se define, de acuerdo con Krajewski et al., (2008), como la cadena de suministro basada en la gestión de la estrategia correcta que permita la creación de valor administrando correctamente los procesos que se desarrollan para poder entregar al consumidor final el bien o servicio ofrecido.

Optimizar esta cadena es esencial para mejorar la competitividad y reducir costos, especialmente considerando su naturaleza global y la necesidad de adaptación constante a un entorno cambiante, Gray & Larson (2009). La gestión eficiente implica el manejo de relaciones con terceros y la consideración del impacto en el cliente final. El modelo SCOR del Supply Chain Council (SCC) proporciona un marco valioso para identificar los procesos clave de la cadena de suministro, en el cual si se tiene en cuenta lo descrito por Kunrath et al., (2023), se puede definir como un mecanismo que permite identificar los procesos claves de la cadena de abastecimiento.

Ahora bien, es importante considerar que la cadena de suministro se desenvuelve en un entorno global, el cual se encuentra expuesto a constantes cambios lo que implica y exige a sus autores gestionar estrategias que permitan estar en constante actualización, generando flexibilidad a los procesos, blindando sus vulnerabilidades y buscando constante eficiencias que permitan generar valor agregado y por ende mejorar el nivel de competitividad en el mercado.

Este apartado cobra relevancia para identificar y definir conceptos, los cuales serán utilizados en el desarrollo de la caracterización de los riesgos que se asocian en la cadena de suministro. Cada uno de dichos eslabones que intervienen en este proceso juegan un papel importante, y cada uno depende del anterior por lo que todos son fundamentales para lograr el objetivo propuesto en esta tarea. En la **Figura 2**, se puede apreciar los procesos que intervienen en la cadena de suministro.

Figura 2. Procesos de la cadena de suministro.



Fuente: (Unigis, 2019). Lean supply chain: ¿qué es y cómo ayuda en la logística?.

Fases De Cadena De Suministro

Las fases de la cadena de suministro juegan un papel crucial para asegurar la entrega oportuna y eficiente de productos y servicios. En este apartado tomamos a Chopra S (2020), el cual indica que la administración de la cadena se encuentra basada en la toma de decisiones en diferentes fases y marcos de tiempo, y dentro de cada una de estas se debe tener en cuenta la incertidumbre que se presente en la toma de la decisión.

Este divide en tres categorías

Estrategia Diseño De La Cadena De Suministro:

Como lo indica Chopra S (2020), en esta etapa la organización debe detallar el modelo de cadena de abastecimiento que sea más estratégica y eficiente para el desarrollo de sus actividades. Así como se debe prever los recursos y los procesos que se deben desarrollar en cada etapa, se debe también establecer la incertidumbre que cada uno de estos pueda tener.

Planeación De La Cadena De Suministro:

En la fase de la planeación la meta es poder maximizar el valor agregado que se entrega a los procesos de la cadena de suministro. De acuerdo con lo relacionado en Chopra S (2020), la planeación incluye factores como la política de contratación de fabricantes, abastecimiento, inventario, precios y comercialización.

Operaciones De La Cadena De Suministro

Nos indica Chopra S (2020), en la fase de operaciones de la cadena, las organizaciones se centran en los procesos que se deben llevar a cabo para generar el cumplimiento a los pedidos de los clientes; la forma más eficiente de entrega, reabastecimiento, transporte, manipulación y hasta el mismo almacenamiento.

Como nos lo ha mostrado Chopra S (2020), las fases de la cadena se enfocan en la eficiencia y eficacia en la toma de decisiones de las organizaciones para satisfacer la demanda de sus clientes; sin embargo, cada decisión lleva implícita una incertidumbre que es necesario generar su debido control y manejo, así como las estrategias necesarias con las cuales se convierta en las ventajas competitivas para la compañía.

Gestión De Riesgos En La Cadena De Suministro:

Se han encontrado estudios en los cuales se recopilan diferentes definiciones, de las cuales se puede destacar algunas de las expuestas en el artículo "Supply Chain Risk Management: Literature Review" de Gurtu et al., (2021).

Gurtu et al., (2021) señalaron la definición de Norrman and Jansson (2004), "En la gestión de riesgo es recomendable la aplicación de herramientas que permitan llevar a cabo estrategias de mitigación haciendo frente a las vulnerabilidades e incertidumbres del proceso" (p. 16).

Gurtu et al., (2021), señalaron la definición de Jüttner et al., (2010), la cual indica que “La gestión de riesgo como una actividad con la cual se genera un trabajo coordinado entre los miembros que interfieren en la actividad” (p.16).

De acuerdo con el artículo de Zaidia y Hasana (2020), los riesgos asociados a la cadena de suministro se pueden clasificar teniendo en cuenta varios de los factores que la integran, por nombrar algunos de los casos tenemos a Musa (2012), quien los clasifica en seis categorías fuente, hacer, entregar, financiar, flujo de información y medio ambiente; o Wagner y Bode (2008), quien nos aporta la clasificación de riesgos internos y externos.

En base con la información recolectada podemos indicar que para la clasificación de los riesgos es necesario establecer primeramente la industria, sus necesidades y procesos; esto para enfocar las estrategias de la gestión de riesgo y contener las posibles causas y consecuencias.

En la **Tabla 1**, tomamos como base la clasificación sugerida por Chopra y Sodhi (2004), en la cual se identifican 9 categorías en las cuales las organizaciones se pueden ver afectadas en el desarrollo de sus actividades.

Tabla 1. Categorización riesgos Chopra y Sodhi, *Managing Risk to Avoid Supply-Chain Breakdown*, (2004)

Categoría de Riesgos	Orígenes del riesgo
Interrupciones	Desastres naturales, guerras o conflictos armados Exclusividad con proveedores que estén en quiebra o no puedan responder
Demoras	Sobrecapacidad o mala calidad con los proveedores Interrupciones en el transporte
Sistemas	Ruptura de la información Integración de sistemas Comercio electrónico
Pronostico	Mala ejecución del pronostico Efecto látigo
Propiedad intelectual	Integración vertical de la cadena de suministro

	Mercados y tercerización global
Aprovisionamiento	Exclusividad de proveedores Tasa de cambio Contratos a largo plazo vs. contratos a corto plazo
Créditos	Solides financiera Cantidad de consumidores
Inventario	Obsolescencia Costo de almacenaje Costos del inventario Incertidumbre demanda y suministro
Capacidad	Costo de almacenaje Flexibilidad de la capacidad

Fuente: Elaboración propia basada en (Chopra & Sodhi, Managing Risk to Avoid Supply-Chain Breakdown, 2004)

En la **Tabla 2**, encontramos la clasificación de los riesgos teniendo en cuenta la categorización sugerida por Quang & Hara (2019), los clasifican en siete riesgos potenciales.

Tabla 2. Clasificación de riesgos de Quang y Hara 2019

No.	Riesgos potenciales	Ejemplos
1	Riesgos externos	Abordan amenazas económicas, sociopolíticas, geográficas
2	Riesgos de tiempo	Retrasos en los procesos
3	Riesgos de información	Interrupción de comunicaciones, equipos del proceso, fugas de información, información errónea.
4	Riesgos financieros	Inflación, intereses elevados, fluctuación en la tasa de cambio.
5	Riesgos de suministro	inconvenientes con proveedores, cambio de precio con proveedores.
6	Riesgos operativos	Problemas internos de la organización.
7	Riesgos de demanda	Cambios significativos en la demanda, alta competencia en el mercado.

Fuente: Elaboración propia basada en artículo (Gestión de riesgos y resiliencia de la cadena de suministro: Una estrategia orientada a la toma de decisiones introducción a la creación de valor)

En base con las fuentes descritas anteriormente, las empresas han adoptado enfoques cualitativos y cuantitativos en la identificación de riesgos. El análisis cualitativo implica evaluar la probabilidad y el impacto de los riesgos utilizando escalas de evaluación subjetivas, mientras que el análisis cuantitativo implica la asignación de valores numéricos a los riesgos para calcular su impacto financiero y operativo de manera más precisa.

El análisis de riesgos desempeña un papel crucial en la evaluación de la probabilidad de ocurrencia y el impacto potencial de los riesgos identificados en la fase inicial como lo indica Valencia Martínez (2015). Las empresas han adoptado enfoques integrales para analizar los riesgos, que les permite priorizar y asignar recursos eficazmente para la mitigación y gestión de riesgos.

Se han implementado metodologías para evaluar la probabilidad de que un riesgo identificado se materialice. Esto implica el análisis de factores internos y externos que podrían influir en la ocurrencia de un riesgo, como la estabilidad económica, los cambios regulatorios, las condiciones del mercado y los riesgos operativos específicos de la industria. La evaluación de la probabilidad de ocurrencia proporciona una base sólida para comprender la exposición de la empresa a posibles amenazas y la necesidad de implementar estrategias de mitigación adecuadas. Las empresas han hecho análisis exhaustivos para medir el impacto potencial de los riesgos en términos financieros, operativos y estratégicos. Esto implica evaluar posibles pérdidas económicas, interrupciones en la cadena de suministro, daños a la reputación de la marca y otros efectos adversos que podrían surgir por la materialización de un riesgo. La medición del impacto potencial proporciona una visión integral de las implicaciones de los riesgos identificados y facilita la toma de decisiones informadas en la gestión de riesgos.

La evaluación de riesgos es un componente fundamental en la toma de decisiones estratégicas y operativas. Las organizaciones han adoptado enfoques integrales para evaluar la magnitud de los riesgos identificados, lo que les permite determinar la importancia relativa de cada riesgo y priorizar sus acciones de mitigación en consecuencia.

En aras de mejorar en la gestión de riesgos, se desarrollan planes de contingencia detallados que les permiten estar preparadas para responder rápidamente a posibles escenarios de riesgo. Estos planes incluyen acciones específicas y procedimientos de emergencia que se activan en caso de que ocurra un riesgo específico Krajewski et al., (2008). Al desarrollar planes de contingencia sólidos, se puede minimizar el impacto de los riesgos y reducir la incertidumbre en sus operaciones, lo que les permite mantener la continuidad del negocio y la satisfacción del cliente incluso en situaciones adversas.

Cobra mayor relevancia el hecho de llevar a cabo revisiones periódicas de su marco de gestión de riesgos para evaluar su eficacia y relevancia en relación con los cambios en el entorno empresarial y los objetivos estratégicos de la organización. Estas revisiones permiten a las empresas adaptar y ajustar sus estrategias de gestión de riesgos de acuerdo con las condiciones del mercado y las nuevas amenazas emergentes, lo que garantiza que el marco de gestión de riesgos esté alineado con las metas y la dirección futura de la empresa, adicional , también se han implementado sistemas de informes y análisis de tendencias para recopilar y analizar datos relevantes relacionados con los riesgos y su evolución a lo largo del tiempo Valencia Martínez (2015). El seguimiento de datos históricos y el análisis de tendencias, las empresas pueden identificar patrones y cambios significativos que podrían afectar la gestión de riesgos, lo que les permite tomar decisiones informadas y proactivas para minimizar la exposición a riesgos futuros.

Encontramos, clave la implementación de estrategias que integren la logística 4.0, pero para determinar la ideal para la organización es necesario conocer los procesos, tener los objetivos y metas identificados e identificar las rutas para alcanzar el cumplimiento de estas.

Considerando lo antes descrito, se encuentra la necesidad de establecer objetivos dentro de cada proceso y, para validarlos, es necesario instaurar unas métricas con las que poder entender el estatus y establecer hojas de ruta para llegar a los objetivos establecidos.

En la cadena de suministro los indicadores claves son los KPIs (Key Performance Indicator), que se identifican como cualitativos y cuantitativos, los cuales desempeñan un papel fundamental en la alineación de los objetivos de la organización. Los indicadores cualitativos se basan en la flexibilidad y la adaptabilidad. Los indicadores cuantitativos se basan en la reducción de costos y facturación. El PMI (2017), indica que las empresas deben tener objetivos y estándares para definir las métricas de modelo de negocio. Estas medidas deben ser actuales y orientadas hacia el futuro de la organización. Para las organizaciones es vital medir el desempeño de los objetivos estratégicos de la cadena de suministro. Cano Olivos et al., (2022).

El proceso de la cadena de abastecimiento representa un valor estratégico dentro del objetivo organizacional, pero a su vez representan un riesgo potente en la generación de gastos, una prioridad dentro de los procesos que debe monitorearse constantemente.

Metodologías de administración de riesgos para la cadena de suministro:

En respuesta a los desafíos específicos de la cadena de suministro, se ha adoptado la metodología Supply Chain Operations Reference (SCOR) como un marco integral para la mejorar la calidad de los procesos logísticos en el país. SCOR ha permitido a las empresas colombianas identificar áreas de mejora en la cadena de suministro, optimizar

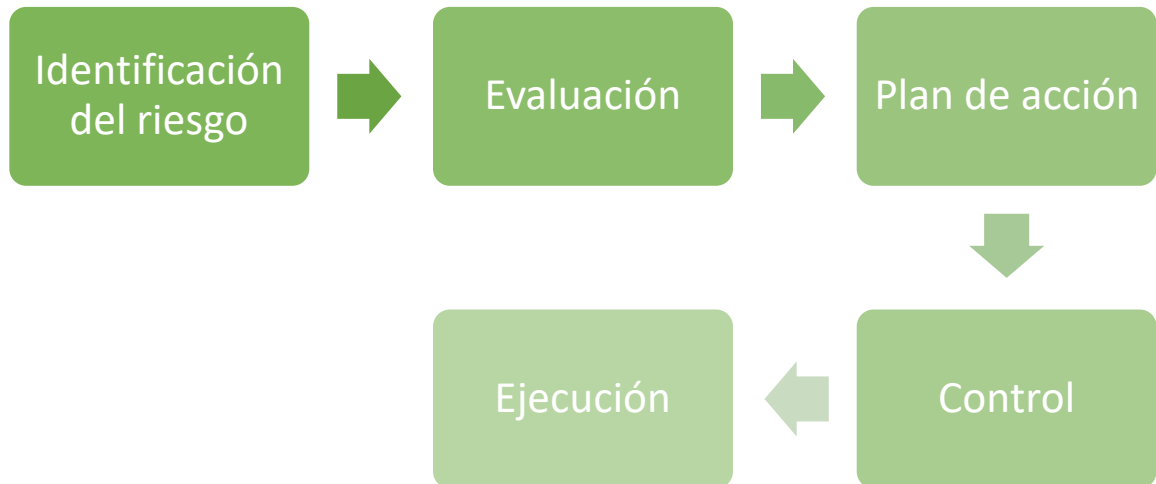
la planificación y ejecución de operaciones, y mejorar la coordinación entre los diversos actores involucrados en el proceso de suministro, desde proveedores hasta clientes finales Meredith et al., (2017).

Además, la implementación de enfoques proactivos y resilientes de gestión de riesgos ha ganado terreno en la comunidad empresarial. La aplicación de análisis de riesgos basados en datos y modelos predictivos ha permitido a las empresas realizar un estudio acerca de los posibles riesgos en cada etapa de la cadena de suministro.

La adopción de metodologías de gestión de riesgos, como SCOR y herramientas específicas de evaluación y gestión de riesgos, ha permitido a las empresas colombianas fortalecer la resiliencia de sus cadenas de suministro y minimizar los impactos negativos de los riesgos asociados con la compleja infraestructura logística y los desafíos socioeconómicos del país

ISO 31000 - Gestión de Riesgos: La norma ISO 31000 es ampliamente reconocida en Colombia como un marco de referencia importante para la gestión de riesgos. Este marco proporciona pautas como se detalla en la **Figura 3**, para ayudar a las organizaciones a establecer un proceso integral de gestión de riesgos que sea transparente, inclusivo y adaptable a las condiciones cambiantes del entorno empresarial. Al seguir los principios y directrices establecidos en la norma ISO 31000, las empresas colombianas pueden fortalecer su capacidad para identificar, evaluar y gestionar los riesgos de manera eficaz y eficiente.

Figura 3. Eslabones gestión de riesgo.



Fuente: Elaboración propia basada en (ICONTEC, ISO 31000 - 2009).

COSO - ERM Framework: Algunas empresas en Colombia han adoptado el marco de referencia COSO (Committee of Sponsoring Organizations of the Treadway Commission) para la gestión de riesgos empresariales (ERM). Este marco de gestión de riesgos empresariales proporciona un enfoque integral que ayuda a las organizaciones a mejorar su capacidad para identificar, evaluar y responder a los riesgos estratégicos, operativos y financieros. Al utilizar el marco de referencia COSO ERM, las empresas colombianas pueden fortalecer su capacidad para integrar la gestión de riesgos en todas las áreas y niveles de la organización, lo que facilita una comprensión más completa de los riesgos y sus implicaciones en los objetivos comerciales.

Cadena De Suministro Industria Automotriz

La industria automotriz se caracteriza por ser un sector inclinado a la vanguardia de los avances tecnológicos, siendo estos fuentes para la creación de competitividad en el sector y su productividad.

La cadena de abastecimiento es un proceso clave para el sector automotriz, de acuerdo con Ocampo (2016), debe mantener el mismo o mejor nivel de dicho sector, teniendo en cuenta los aportes que le genera, la ventaja competitiva que desarrolla y la diferenciación que puede representar en la eficacia de las operaciones.

Ahora bien, tal como se ha desarrollado en el marco la cadena de suministro, esta se adapta a cada industria, buscando de esta forma generar la mejor productividad para el sector y principalmente la mejor ventaja competitiva para la compañía; esto concuerda con Oh (2010), el cual presenta la cadena de suministro como un proceso donde se generan sinergias entre los actores, buscando generar el mejor servicio al cliente final como el mejor costo y el menor tiempo.

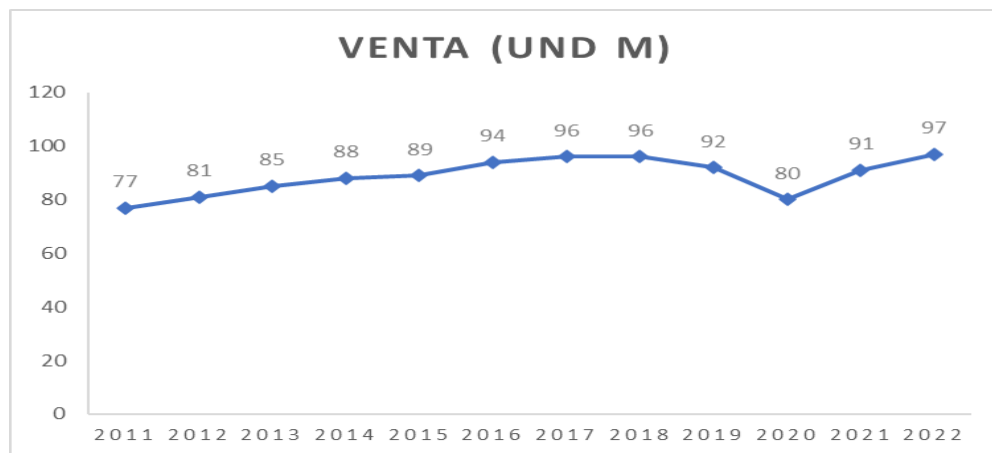
Como se puede apreciar este proceso integrador, representa un reto para la organización al unificar los esfuerzos de diferentes proveedores, culturas, regulaciones gubernamentales, desarrollos tecnológicos, hasta los gustos de los consumidores se deben tener al momento de generar las estrategias necesarias para una cadena de suministro atractiva, innovadora, retadora, pero, sobre todo generar ventajas y competitividad.

Actualmente el mundo, se encuentra en constantes cambios en todos los sectores, la mayoría invocados con diferentes situaciones que se han presentado como la pandemia del COVID-19, la guerra de Ucrania y Rusia, con los cuales se generaron paros de producción, escasez de materias primas, recortes de personal, escasez de contenedores

a nivel mundial, lo que generó fuertes incrementos en los fletes internacionales los cuales se ven reflejados en los precios a los consumidores; esto entre otras afectaciones.

Esto no pasó inadvertido en el sector automotriz, el cual teniendo el informe de Deloitte (2022), nos deja ver el comportamiento de la industria **Figura 4** donde se refleja el impacto en ventas, el cual indica una disminución principalmente en el 2020 y repunte en el 2022; volviendo a la tendencia de años antes de la pandemia.

Figura 4. Venta en miles de unidades

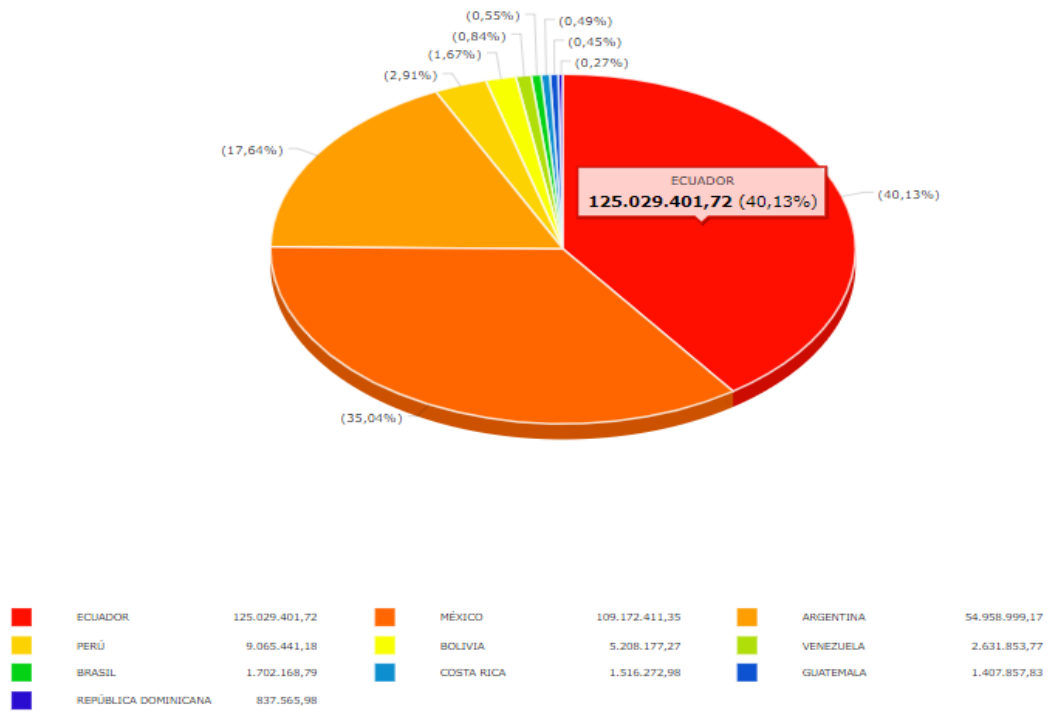


Fuente: Deloitte “Industria automotriz en Colombia, un sector aún en recuperación”

Ahora bien, analizando y viendo la situación nacional, encontramos tres ensambladoras SOFASA, General motors, e Hino; las cuales tienen el 34% de las ventas mientras que los vehículos importados tienen una participación del 66%, esto de acuerdo con el informe de Zaga y Mina (2022) Deloitte.

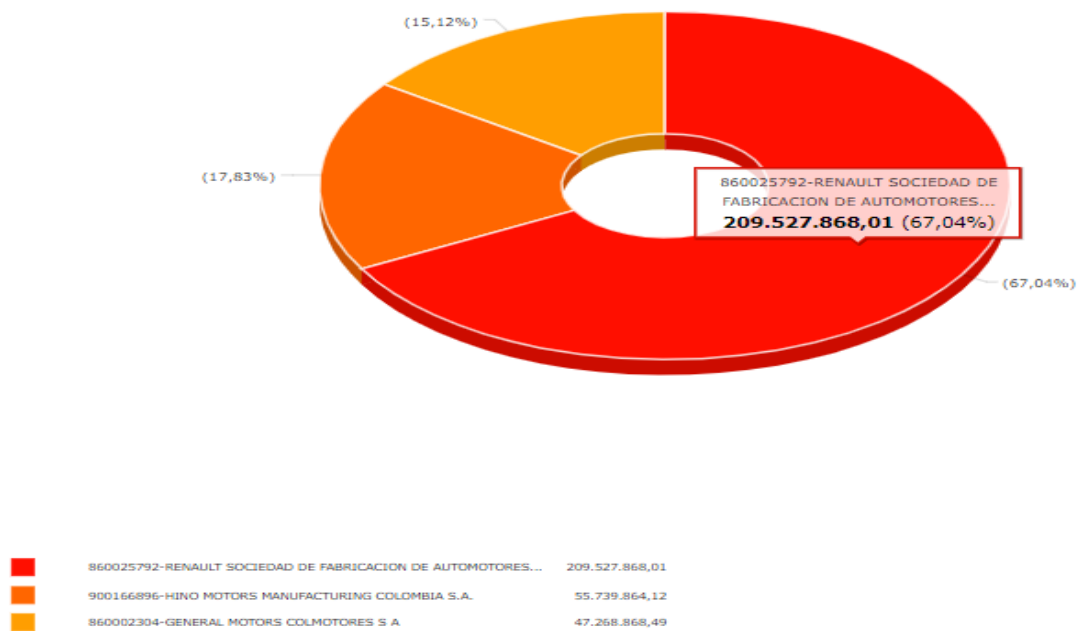
Las exportaciones que generan estas tres ensambladoras de acuerdo con la **Figura 5** y **Figura 6** de (Legiscomex) información de la DIAN, nos muestra a Renault como el principal proveedor con una participación del 67,04% y el principal destino es Ecuador con una participación del 40,13%.

Figura 5. Destino Exportaciones 2022



Fuente: Legiscomex. Base de datos biblioteca universidad EAN.

Figura 6. Participación exportaciones 2022



Fuente: Legiscomex. Base de datos biblioteca universidad EAN.

Partiendo de la información recolectada, encontramos una cadena de suministro importante en la interacción entre proveedores locales y del exterior, igual que clientes locales y del exterior; entre ver diversos actores y múltiples factores que pueden traer riesgos e incertidumbre necesarios para el proceso, los cuales deben analizarse, mitigarse y/o controlarse.

Gestión De Proyectos:

“Dado que muchos proyectos grandes de ingeniería se llevan a cabo a través de múltiples contratistas internacionales, la gestión del flujo de materiales se vuelve crítica para una finalización exitosa. Para elementos con plazo de entrega largo, tanto la fabricación de los elementos como el transporte hasta el lugar del proyecto se vuelven fuerzas impulsoras del cronograma” (Project Management Institute, 2017, p. 464).

La gestión de proyectos según Gray & Larson (2009), se puede definir como una actividad que se encuentra destinada a satisfacer las necesidades, en un lapso de tiempo definido, siguiendo las etapas de definición, planeación y ejecución.

La gestión de proyectos ha ido evolucionando para convertirse en un proceso de contribución dentro de las organizaciones, el cual busca generar valor a los procesos por medio de la creación de estrategias en dirección a la eficiencia y mejora.

La generación de proyectos en su mayoría se presentan con las necesidades que se van encontrando dentro de las organizaciones, sin embargo estos siempre deben ir ligados al plan estratégico garantizando de esta forma que las metas se encuentren alineadas y los objetivos de la organización obtengan un valor agregado.

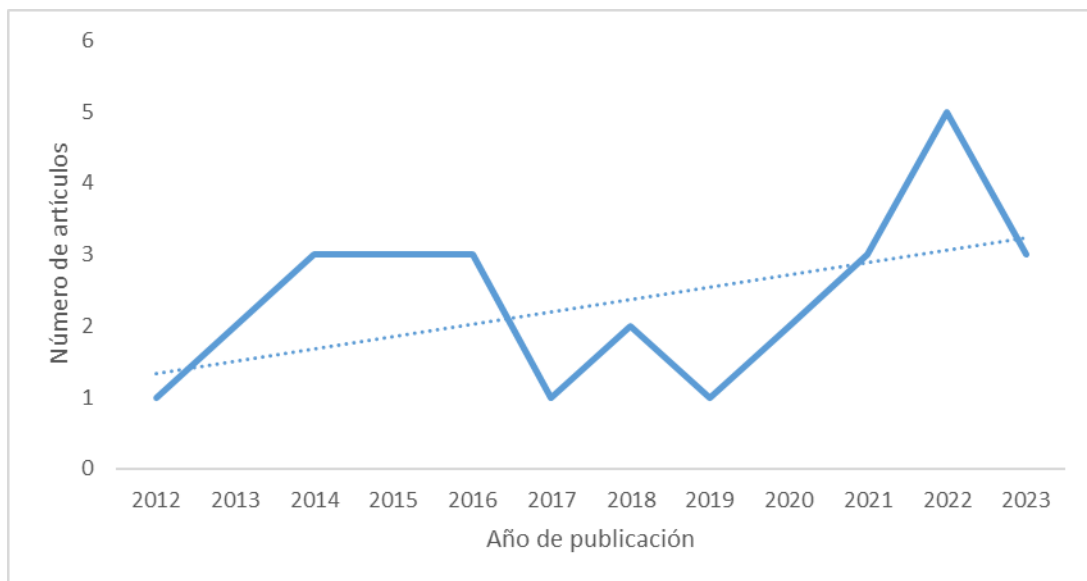
Evolución De Los Estudios De La Gestión De Riesgo

Como se puede apreciar en la **Figura 7**, los artículos que se encuentran en estudio se localizan en publicaciones desde el 2012 al 2023, principalmente entre el 2022 y el 2023; lo que se puede entender como un tema en el que se está generando interés para ser

investigado, posiblemente por su impacto en las organizaciones o las diferentes aristas que se van involucrando en su proceso.

Se puede detectar que la necesidad de crear estrategias y planes que tengan como objetivo apoyar de forma metodológica los constantes cambios a los que se encuentran expuestas las organizaciones y la evolución mundial, están despertando en diferentes comunidades interés.

Figura 7. Tendencia de las publicaciones sobre los riesgos y gestión de proyectos en la cadena de abastecimiento durante la última década.



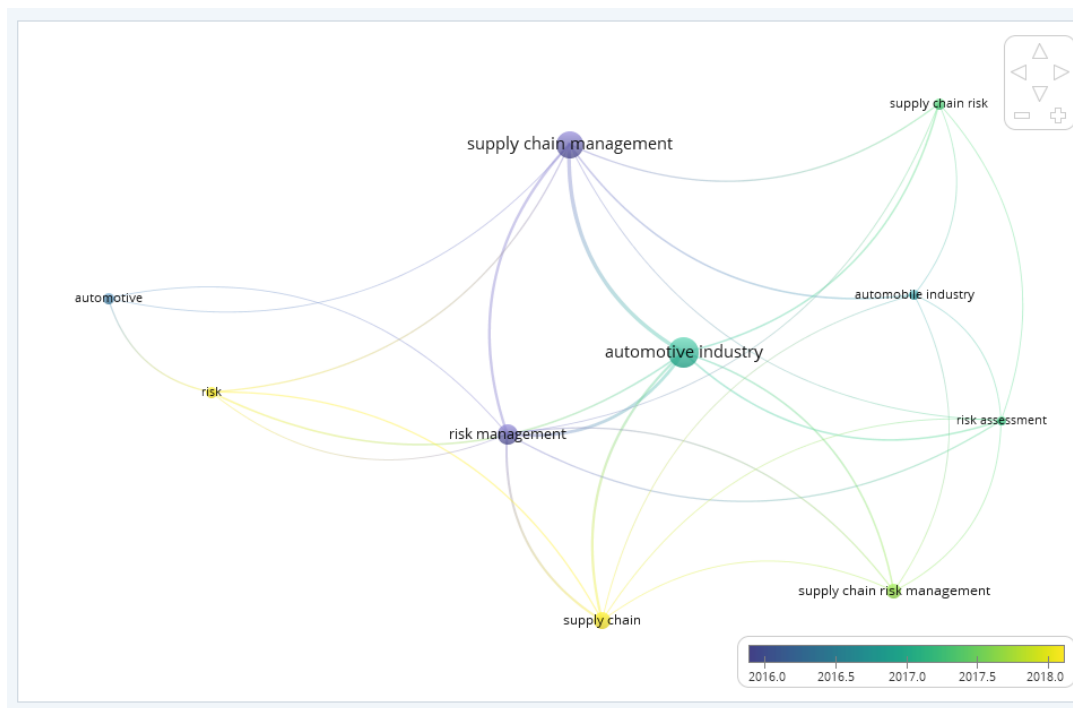
Fuente: Elaboración propia.

Actualmente, los estudios relacionados con la gestión de riesgo se orientan hacia los eventos que causan vulneraciones en el desarrollo de las actividades. Sin embargo, también se relaciona los posibles beneficios que se pueden obtener al manejar correctamente el riesgo, como lo relaciona Cabrera et al., (2023), en el estudio comparativo que realizó, en cual el riesgo se puede adaptar al proceso y considerarse como una fortaleza.

Antecedentes

Para la revisión del estado del arte de la gestión de riesgo en la cadena de abastecimiento del sector automotriz, se realizaron diferentes investigaciones en artículos científicos, basados en metodologías para la gestión de riesgo, gestión de proyectos, esta búsqueda se realizó especialmente en Scopus, con la ecuación de búsqueda risks AND automotive AND industry AND supply AND Chain, como muestra la **Figura 8** que la mayoría de los artículos arrojados están concentrados entre el 2014 y 2020.

Figura 8. Revisión bibliométrica ecuación de búsqueda



Fuente: Elaboración propia con base en análisis bibliométrico de VOSviewer.

Hipótesis

El método mixto, se enfocan en la recolección y análisis de datos cuantitativos y cualitativos, que se combinan para lograr el máximo de eficiencia en la información recolectada para el estudio, como lo define (Hernández et al., 2018), y soportado en los estándares de la gestión de proyectos, como se menciona Project Management Institute (2021), basa sus objetivos en generar, la identificación, análisis, revisión y respuesta a los riesgos hallados; al aplicar dicha combinación en la cadena de suministro del sector automotriz en Colombia, con la implementación del instrumento de investigación seleccionado, se busca generar un impacto positivo al proceso de la cadena de suministro, identificando, controlando y mitigando los impactos y optimizando el porcentaje de éxito del proceso de gestión de riesgo.

En la actualidad el estudio en la gestión de riesgos de la cadena de suministro es un área que ha tenido un gran desarrollo en los últimos años gracias a los estudios realizados en varios libros y artículos de revisión, Algunos autores clasifican los riesgos de la cadena de suministro en categorías. Chopra y Sodhi (2004), clasificaron los riesgos en nueve categorías y Quang & Hara (2019), los clasifican en siete.

El análisis de la gestión de riesgos del sector automotriz se abordará sobre los riesgos citados por los autores que han realizado estudios a profundidad sobre el tema, debido que otros autores los abordan de forma muy general clasificándolos como internos y externos. Cabe destacar que la hipótesis se formulara sobre la interacción de los autores Chopra y Sodhi (2004), y Quang y Hara (2019).

Variables

Según Hernández et al., (2010), una variable se define como una propiedad que puede fluctuar y es susceptible a medirse u observarse.

Las variables serán de tipo cuantitativa ordinal a causa de que se les asignará una calificación para poder medir el riesgo que se puede presentar en la cadena de suministro, a partir de la percepción de los encuestados para poder llevar a cabo el análisis correspondiente de los riesgos en la cadena de suministro del sector automotriz en Colombia.

Las variables que medirán y soportarán la formulación del riesgo implicado en la cadena de suministro a partir de estudios citados necesarios para encontrar una correlación fuerte y abordar un análisis de los riesgos global que se presentan y afectan a la cadena de suministro del sector automotriz en Colombia.

El resultado del estudio de las variables se empleará en un análisis estadístico para medir los riesgos y la incertidumbre presente en la gestión de la cadena de suministro.

- Riesgos operacionales: Relaciona todos los fallos e interrupciones de los procesos y actividades que se realizan en la cadena de suministro.
- Riesgos financieros: Relaciona todos los costos que afectan la gestión económica de la cadena de suministro
- Riesgos ambientales: Relaciona todos los fenómenos ambientales que afecten de manera positiva o negativa la operación de la cadena de suministro.
- Riesgos Políticos: Relaciona todos los cambios en las políticas gubernamentales, regulaciones comerciales o estabilidad política que se enfocan en aranceles y barreras comerciales en la importación de materias primas.

Metodología

La investigación que se realizará en este estudio es cuantitativa ya que se desea analizar los riesgos y la incertidumbre en la cadena de suministro del sector automotriz en Colombia, centrando el proceso de análisis numérico combinando los riesgos individuales con otras fuentes de incertidumbre que afectan los objetivos estratégicos de la organización presentes en los procesos dentro de la cadena de suministro.

El análisis transversal se enfocará en las tres empresas colombianas ensambladoras automotrices Sofasa, General Motors e Hino, enfocado en sus procesos de la cadena de suministro, dado que este sector es muy amplio y de gran importancia para el desarrollo y crecimiento de la industria en Colombia.

Enfoque Y Alcance De La Investigación

La investigación se realizará mediante un análisis bibliométrico previo de las investigaciones realizadas para conocer los países con mayor incidencia y estudio en el tratamiento y mitigación de riesgos e incertidumbre de la cadena de abastecimiento del sector automotriz. Este análisis solo se llevará a cabo en las empresas colombianas que afecten directamente al sector de forma significativa que generen desarrollo, crecimiento e impactos en la industria. El sector genera alianzas y desarrollos económicos gracias a los proveedores que trabajan en conjunto para el cumplimiento de las metas y suplir la demanda del mercado.

Las herramientas que se utilizarán para realizar el análisis de riesgos e incertidumbre en la cadena de abastecimiento se emplearán con las herramientas aplicadas en la gestión de riesgos en la gerencia de proyectos. La medición se generará con una encuesta que se aplicará a las tres ensambladoras colombianas del sector automotriz para conocer su percepción y respuesta a los riesgos y la incertidumbre en la cadena de suministro del sector.

Población Y Muestra

La población de estudio se enfocará en las empresas ensambladoras del sector automotriz, ya que existen otras empresas cuya razón social se divide en más subsectores comerciales para generar otras líneas de negocio. Las empresas que conformarán la muestra se consultarán en EMIS y a su vez en la Cámara de la Industria Automotriz de la ANDI; para abarcarlas de forma más confiable y actualizada, lo cual es imprescindible para la información requerida en el estudio.

Para realizar el cálculo del tamaño de la muestra se aplica la siguiente ecuación dado que se conoce el tamaño de la población:

$$n = \frac{N \cdot Z_c^2 \cdot p \cdot q}{(N - 1) \cdot e^2 + Z_c^2 \cdot p \cdot q}$$

Donde:

n: Tamaño de la muestra

N: Total de elementos que integran la población

Z_c^2 : El Zeta crítico determina el valor de confianza adoptado, elevando al cuadrado, para un valor de confianza de 95% el coeficiente es igual a 2.

e: Error muestral, falla que se produce al extraer la muestra

p: Proporción de elementos que se presentan en una determinada característica a ser investigada.

q: Proporción de elementos que no presenta la característica que se investiga

En la base de datos de EMIS junto con la ANDI, para el análisis del sector automotriz indica que hay tres ensambladoras activas actualmente en Colombia. Por lo tanto, debido al limitado número de ensambladoras, el tamaño de la muestra es de tipo censo (todas las posibles). Al realizar el cálculo del tamaño de la muestra debemos tomar las tres empresas con un 95% de nivel de confianza y un margen de error de un 5%.

Instrumentos

El instrumento de medición para este estudio se enfocará en la recolección de información mediante una encuesta que medirá la intensidad de los riesgos en la cadena de suministro en una escala de 1 a 7 escala de Likert, la cual será evaluada de acuerdo con la experiencia y conocimiento que poseen los expertos que laboran en las tres ensambladoras, este instrumento representa una herramienta de fácil acceso y entendimiento para los encuestados.

Adicional, se complementará con dos entrevistas a expertos que laboran en estas ensambladoras, con lo cual se busca generar un mayor aporte a la identificación y análisis de los riesgos que se presentan en la cadena de suministro del sector automotriz en Colombia.

Se debe tener en cuenta que la encuesta será enfocada en las variables de investigación ya planteadas para encontrar una relación en los riesgos e incertidumbre que se generan en la cadena de suministro del sector automotriz en Colombia. Adicional se complementará con dos entrevistas a expertos, quienes actualmente se encuentran laborando en las ensambladoras.

Técnicas Para El Análisis De La Información

La investigación se enfoca en un análisis empírico de los riesgos y la incertidumbre en la cadena de abastecimiento del sector automotriz en Colombia a partir de empresas vinculadas para recolectar y analizar la información mediante una encuesta enfocada a las empresas ensambladoras del sector. El desarrollo de la investigación se enfocará en analizar el riesgo y la incertidumbre en la gestión que se realiza cuando se presentan los riesgos tanto internos como externos de las empresas automotrices en Colombia.

El análisis de riesgos puede ser abordado mediante el análisis de Monte Carlo, con el rango de variación reflejado en distribuciones de probabilidad (Project Management

Institute, 2017, p. 399). La simulación de Monte Carlo es un método para identificar los impactos potenciales del riesgo y la incertidumbre utilizando iteraciones de un modelo computarizado para desarrollar una distribución de probabilidad en un rango de resultados para una consecuencia de una decisión o curso de acción. (Project Management Institute, 2021, p. 177).

La simulación de Monte Carlo se enfoca ampliamente entre probabilidad y volumen teniendo como consecuencia una gran estimación de los hechos reales y gracias a ello teniendo como consecuencia la identificación de la probabilidad de un suceso con la esperanza matemática. (Agüí, 2008, p.16)

Sea X : Una variable aleatoria unidimensional

Sea $f(x)$: Su función de densidad

Sea D : El soporte de dicha variable

Entonces:

$$\int_D f(x)dx = 1$$

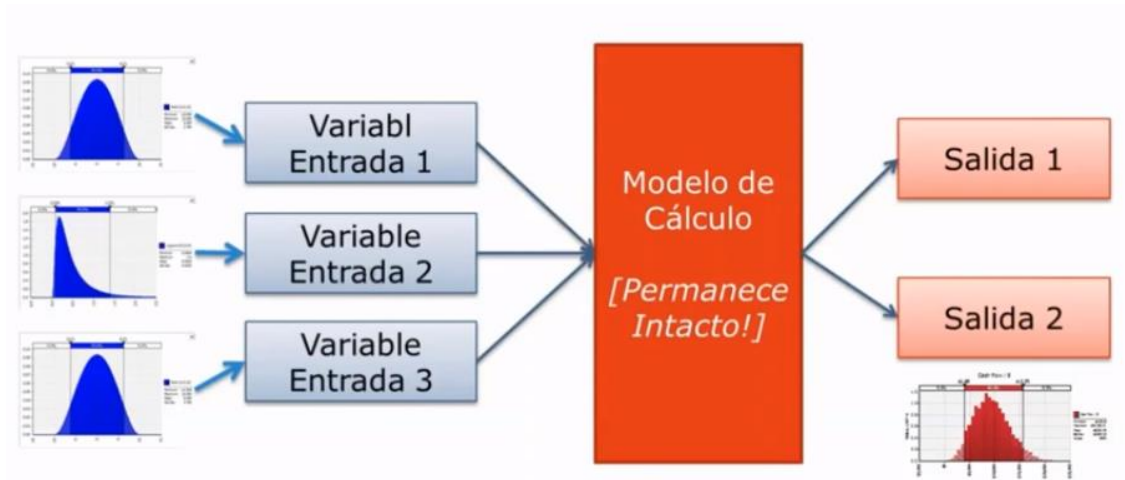
Como bien se sabe la esperanza matemática de dicha variable aleatoria es

$$E[X] = \int_D f(x)dx = 1$$

La simulación en el diagrama de Monte Carlo

Figura 9, se enfoca ampliamente entre probabilidad y volumen teniendo como consecuencia una gran estimación de los hechos reales y gracias a ello teniendo como consecuencia la identificación de la probabilidad de un suceso con la esperanza matemática. (Agüí, 2008, p.16)

Figura 9. Diagrama de modelo simple con simulación de Monte Carlo



Fuente: Autoría de EALDE Business School

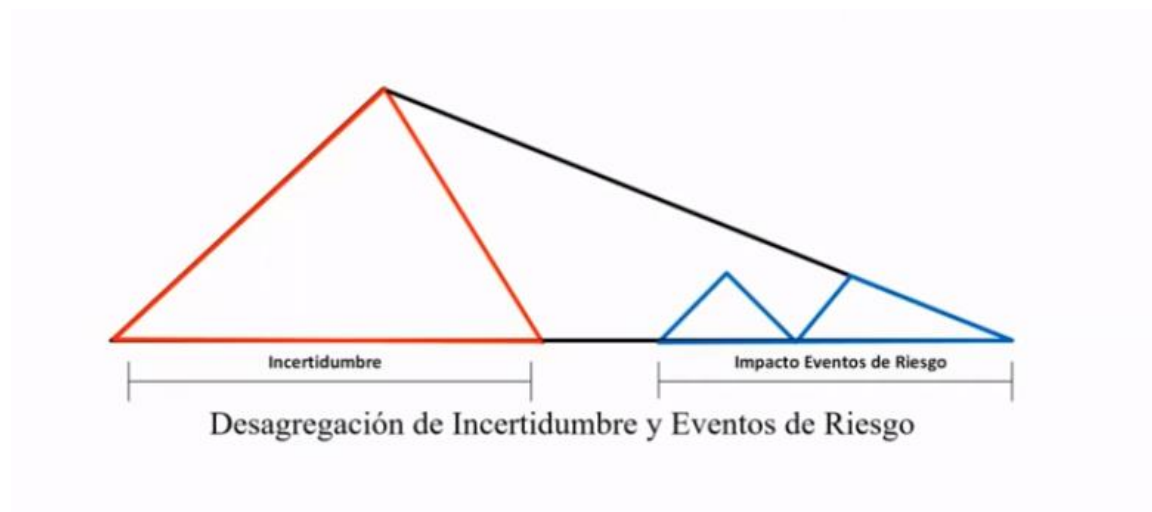
El modelo Monte Carlo como lo describe Baca Urbina (2022), es una herramienta útil y muy usada en la gestión de riesgos, debido a los múltiples escenarios que se obtienen en la salida del modelo, presentando así múltiples simulaciones, lo que conlleva a tener cada vez mejor exactitud en el resultado final.

Este modelo utiliza como input o entrada, los datos obtenidos gracias a las encuestas realizadas en las tres ensambladoras, con esta información se aplica el modelo matemático del software, el cual traduce los datos generando múltiples simulaciones, lo que se traduce o recibimos como output o salida de información.

Los resultados generados ofrecen mayor confiabilidad en los datos, exponiendo la incertidumbre dentro de las variables que se generan a partir del análisis de los riesgos puntualmente para este caso en la cadena de suministro del sector automotriz en Colombia.

El análisis de Monte Carlo **Figura 10**, se enfoca en variables de entrada contra unas de salida, dando como resultado un análisis de los riesgos más significativos en el estudio.

Figura 10. Diagrama de relación entre la incertidumbre y el riesgo



Fuente: Autoría de EALDE Business School

El tipo de distribución a emplear es la distribución PERT, ya que los objetivos principales de este tipo de distribución son:

- Identificación de las actividades de un programa que representa mayor riesgo.
- Identificar el impacto en el largo plazo de las actividades.
- Determinar la influencia en el programa de varias actividades.
- Determinar métodos para mitigar la exposición del programa a estos riesgos

La distribución PERT como se describe en Larson (2021), tiene un enfoque a procesos de gestión de riesgo, dado a su orientación hacia la probabilidad de que un evento se presente dentro de una actividad, dentro de un tiempo y presupuesto planeado. Esta característica lo convierte en la herramienta ideal para el análisis de

riesgos donde se presenta una gran incertidumbre respecto a la duración individual de las actividades y la duración global de los proyectos. El método PERT se basa en reconocer tres valores:

El valor pesimista: t_p

El valor optimista: t_o

El valor más probable: t_m

Serpell Bley F y Alarcon Cardenas, (2019)

- El estimador usado por PERT es:

$$te = \frac{tp + 4 \cdot tm + to}{6}$$

- Desviación estándar:

$$st = \frac{t_p - t_o}{3.2}$$

- Varianza:

$$st = \frac{(t_p - t_o)^2}{3.2}$$

El software que se utilizara es el RISK (Análisis probabilístico de riesgos en Excel): El software se enfoca en análisis de riesgos y modelado de riesgos en Microsoft Excel utilizando la simulación de Monte Carlo (<https://palisade.lumivero.com/>)



@RISK

Logo Software @RISK Autoría de Lumivero

Trabajo De Campo

El trabajo de campo se desarrolla en la industria automotriz colombiana, concretamente en las tres ensambladoras del país, por lo que se hace un análisis de viabilidad para medir la eficiencia del instrumento de medición. Se opta por realizar la medición del Alfa de Cronbach para conocer la fiabilidad del cuestionario.

$$\alpha = \frac{K}{K-1} \left[1 - \frac{\sum S_i^2}{S_T^2} \right]$$

Cálculo del Alfa de Cronbach

Se obtienen doce respuestas del cuestionario realizado y los datos obtenidos en el cuestionario se modelan con el software del paquete estadístico SPSS perteneciente a la compañía IBM a lo cual se obtiene los resultados relacionados en la **Tabla 3**:

Tabla 3. Análisis del instrumento de medición

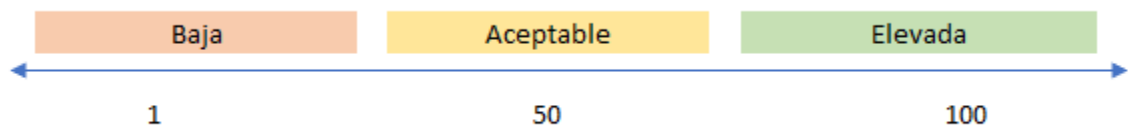
	Media de escala si el elemento se ha suprimido	Varianza de escala si el elemento se ha suprimido	Correlación total de elementos corregida	Alfa de Cronbach si el elemento se ha suprimido
1) ¿Cuál es la probabilidad que sus proveedores de material tengan un paro en su producción?	49,57	67,033	0,198	0,718
2) ¿Califique la consecuencia para su proceso productivo, de la suspensión de suministro de su proveedor?	48,07	72,379	0,008	0,741
3) ¿Cuál es la probabilidad que el proveedor de transporte presente un siniestro al proveer el servicio?	49,79	58,335	0,531	0,666
4) ¿Califique la consecuencia para el proceso de suministro, la pérdida y/o interrupción del servicio?	48,93	56,379	0,509	0,668
5) ¿Cuál es la probabilidad que los proveedores de la cadena de suministro realicen un aumento de los precios del servicio o producto?	48,71	66,066	0,386	0,692
6) ¿Califique la consecuencia para el proceso de suministro el aumento de los costos?	48,57	68,11	0,419	0,694

7) ¿Cuál es la probabilidad de la implementación de medidas gubernamentales que afecten la cadena de suministro?	49,14	72,901	0,052	0,725
8) ¿Califique la consecuencia de la implementación de nuevos requerimientos legales y/o restricciones en el país que afecten su cadena?	48,79	72,643	0,027	0,733
9) ¿Cuál es la probabilidad de afectación en la cadena de suministro al tener proveedores en el exterior?	49,36	62,709	0,416	0,685
10) ¿Califique la consecuencia para el proceso de suministro el tener proveedores internacionales?	49,36	57,632	0,501	0,67
11) ¿Cuál es la probabilidad que se presente un desastre natural que afecte el proceso de la cadena de suministro?	49,86	56,901	0,717	0,641
12) ¿Cuál es la probabilidad que se presente huelgas realizadas por medio de los empleados de la compañía?	50,71	63,143	0,431	0,684

Fuente: Elaboración propia con base en análisis Cálculo del Alfa de Cronbach

El cálculo de confiabilidad del instrumento que se espera utilizar en el desarrollo del estudio, se realizó bajo el coeficiente de Alfa Cronbach, el cual es uno de los métodos más utilizados basado en (Hernández et al., 2018), la medición de este se basa en la escala relacionada en la **Figura 11**, cuando la correlación sea más cercana a 0 el instrumento de medición tendrá menos confiabilidad, por otro lado mientras más se acerque a 100 el instrumento tendrá mayor confiabilidad.

Figura 11. Escala de confiabilidad índice Cronbach



Fuente: Elaboración propia con base (Hernández et al., 2018).

Tabla 4. *Calculo estadístico del Alfa de Cronbach*

Estadísticas de fiabilidad	
Alfa de Cronbach	N de elementos
0,714	12

Fuente: Elaboración propia con base en análisis Cálculo del Alfa de Cronbach

Se tiene un Alfa de Cronbach de 0.714 como muestra la

Tabla 4, lo cual se identifica como: Validado en (Hernández et al., 2014, p. 296) y se procede aplicar el instrumento de medición en las compañías ensambladoras del país.

En la investigación de campo se optó por la recolección de datos en las empresas que se desarrollan en la industria automotriz colombiana por medio de dos instrumentos de medición:

- El primer instrumento consiste en una encuesta a los trabajadores de las compañías.
- El segundo instrumento consiste en una entrevista realizada a los expertos que trabajan en las compañías.

Para la recolección de datos del primer instrumento de medición se empleó una encuesta electrónica por la cual cada uno de los empleados de los diferentes departamentos de las compañías podían responder por medio de un ordenador o dispositivo móvil con conectividad. Con el primer instrumento de medición se obtuvieron treinta y tres respuestas diligenciadas tanto por expertos, personal administrativo y personal técnico de las compañías.

Tabla 5. Encuesta realizada a trabajadores – Primer instrumento de medición

	Participantes	Porcentaje
Genero	33	
Femenino	18	55%
Masculino	15	45%
Compañía	33	
General		
Motors	9	27%
Hino	15	45%
Sofasa	9	27%
Área de la compañía	33	
Logística	8	24%
Planeación	16	48%
Operaciones	9	27%
Total		

Fuente: Elaboración propia

Para la recolección de información del segundo instrumento de medición se empleó una entrevista a los expertos que desarrollan su ejercicio profesional en las diferentes compañías. Los expertos desarrollan sus funciones en diferentes departamentos que dependen del aprovisionamiento logístico de material para el desarrollo de sus funciones dentro de la organización, las cuales se ven afectadas por el departamento que gestiona la cadena de suministro de la empresa.

Tabla 6. *Expertos entrevistados - Segundo instrumento de medición*

¿Ingeniero por favor me podría indicar su nombre?	Camilo Torres	Luis Rodrigo Bernal Rodríguez
Validación de Perfiles en LinkedIn	https://www.linkedin.com/in/camilo-torres-251bb386/	https://www.linkedin.com/in/luis-rodrigo-bernal/
¿Ingeniero en qué departamento desarrolla sus funciones laborales?	Ingeniería de producto y planeación	Mantenimiento
¿Ingeniero que cargo desempeña en la compañía?	Actualmente me desempeño como ingeniero de diseño, ingeniero de proyectos y desarrollo.	Jefe de Mantenimiento

Fuente: Elaboración propia

En el procesamiento de datos se empleó una distribución PERT dado la naturaleza del estudio y para en análisis del riesgo se realizó el análisis de Monte Carlo por medio del software @RISK. Estas herramientas estadísticas y tecnológicas se enfocan en el análisis de información para obtener un estudio encaminado en el análisis de riesgos e incertidumbre.

Los datos recolectados se obtuvieron a partir de la validación del primer instrumento de medición por el cálculo del Alfa de Cronbach, y se obtuvo la siguiente escala de valoración:

La escala de medición del riesgo para la respuesta de los expertos se realizó en un rango de 1 – 7 como se muestra en la **Tabla 7**.

Tabla 7. Escala de valoración del riesgo

Estimando la escala de 1 a 7, califique el riesgo como:
1 riesgo más bajo
2 riesgo bajo
3 riesgo medio bajo
4 riesgo medio
5 riesgo medio alto
6 riesgo alto
7 riesgo más alto

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8. Matriz de evaluación de riesgos por expertos. Ver completo en Anexo A

1	¿Cual es la probabilidad	2	6	3	4	4	3	4	3	5	2	3	4	3	4	3	4	4	2	4	3	2	3	2	2	3	3	3	3	2	3	2			
2	¿Cual es la probabilidad	2	6	3	6	7	3	4	2	4	3	3	4	3	3	4	4	4	5	6	6	5	5	4	5	4	5	4	4	5	4	4			
3	¿Cual es la probabilidad	3	5	1	2	2	2	6	4	2	3	5	3	3	3	2	3	3	3	3	2	3	3	4	3	3	4	3	2	3	4	4	3		
4	¿Califique la probabilidad	6	5	7	2	7	4	2	6	2	4	6	6	4	5	6	5	4	4	5	6	5	5	5	5	5	4	4	4	5	4	5	5	5	
5	¿Cual es la probabilidad	5	6	6	7	5	5	5	5	6	5	6	6	5	6	5	6	5	6	6	5	4	5	5	4	6	5	5	5	5	4	4	5	5	
6	¿Califique el riesgo sobre	6	6	6	6	6	5	5	5	4	4	6	6	6	6	6	5	5	6	5	5	4	5	5	5	6	5	5	6	6	5	5	5	5	6
7	¿Cual es la probabilidad	5	6	4	7	4	3	5	7	5	4	6	5	5	5	5	5	5	5	6	5	6	4	4	4	5	4	4	5	4	4	5	3	5	5
8	¿Califique la consecuencia	4	6	7	6	6	3	3	7	3	4	6	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	4	4	4	4	4	5	4	4	5	3	4	4	5
9	¿Cual es la probabilidad	6	6	1	4	3	3	6	6	5	5	5	6	6	5	6	5	4	5	6	5	6	6	6	6	6	7	6	5	7	6	6	6	5	7
10	¿Califique la consecuencia	6	6	1	2	3	3	4	7	3	4	5	4	4	4	3	4	4	4	3	6	5	5	5	5	4	5	6	6	6	6	5	5	6	6
11	¿Cual es la probabilidad	3	5	1	1	2	4	4	4	3	4	3	3	4	3	2	3	3	3	4	2	1	1	1	2	2	2	6	3	2	2	1	2	2	2
12	¿Cual es la probabilidad	2	6	3	5	2	1	5	2	1	2	1	2	1	1	2	2	2	1	1	5	4	4	5	5	5	3	1	3	4	5	4	4	5	5

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se presenta la **Tabla 16** **Error! No se encuentra el origen de la referencia.** donde se relacionan el primer instrumento de validación:

Tabla 9. Encuesta formal el primer instrumento de medición

1	¿Cuál es la probabilidad del riesgo que sus proveedores de material tengan un paro en su producción?
2	¿Cuál es la probabilidad de riesgo para su proceso productivo que se genere una suspensión de suministró de su proveedor?
3	¿Cuál es la probabilidad de riesgo que el proveedor de transporte presente un siniestro al proveer el servicio?
4	¿Califique la probabilidad de riesgo sobre la consecuencia para el proceso de suministro, la perdida y/o interrupción del servicio?
5	¿Cuál es la probabilidad que los proveedores de la cadena de suministro realicen un aumento de los precios del servicio o producto?
6	¿Califique el riesgo sobre la consecuencia para el proceso de suministro en el aumento de los costos?
7	¿Cuál es la probabilidad de la implementación de medidas gubernamentales que afecten la cadena de suministro?
8	¿Califique la consecuencia de la implementación de nuevos requerimientos legales y/o restricciones en el país que afecten su cadena?
9	¿Cuál es la probabilidad de riesgo de afectación en la cadena de suministro al tener proveedores en el exterior?
10	¿Califique la consecuencia para el proceso de suministro el tener proveedores internacionales?
11	¿Cuál es la probabilidad que se presente un desastre natural que afecte el proceso de la cadena de suministro?
12	¿Cuál es la probabilidad de riesgo que se presente huelgas realizadas por medio de los empleados de la compañía?

Fuente: Elaboración propia.

Procesamiento y Análisis Del Primer Instrumento De Medición

Tabla 10. Promedio de la calificación de los riesgos de acuerdo con los expertos

	Riesgos en la cadena de suministro	Promedio
1	¿Cuál es la probabilidad del riesgo que sus proveedores de material tengan un paro en su producción?	3,2
2	¿Cuál es la probabilidad de riesgo para su proceso productivo que se genere una suspensión de suministro de su proveedor?	4,2
3	¿Cuál es la probabilidad de riesgo que el proveedor de transporte presente un siniestro al proveer el servicio?	3,1
4	¿Califique la probabilidad de riesgo sobre la consecuencia para el proceso de suministro, la pérdida y/o interrupción del servicio?	4,8
5	¿Cuál es la probabilidad que los proveedores de la cadena de suministro realicen un aumento de los precios del servicio o producto?	5,2
6	¿Califique el riesgo sobre la consecuencia para el proceso de suministro en el aumento de los costos?	5,4
7	¿Cuál es la probabilidad de la implementación de medidas gubernamentales que afecten la cadena de suministro?	4,8
8	¿Califique la consecuencia de la implementación de nuevos requerimientos legales y/o restricciones en el país que afecten su cadena?	4,7
9	¿Cuál es la probabilidad de riesgo de afectación en la cadena de suministro al tener proveedores en el exterior?	5,3
10	¿Califique la consecuencia para el proceso de suministro el tener proveedores internacionales?	4,5
11	¿Cuál es la probabilidad que se presente un desastre natural que afecte el proceso de la cadena de suministro?	2,7
12	¿Cuál es la probabilidad de riesgo que se presente huelgas realizadas por medio de los empleados de la compañía?	3,0

Fuente: Elaboración propia.

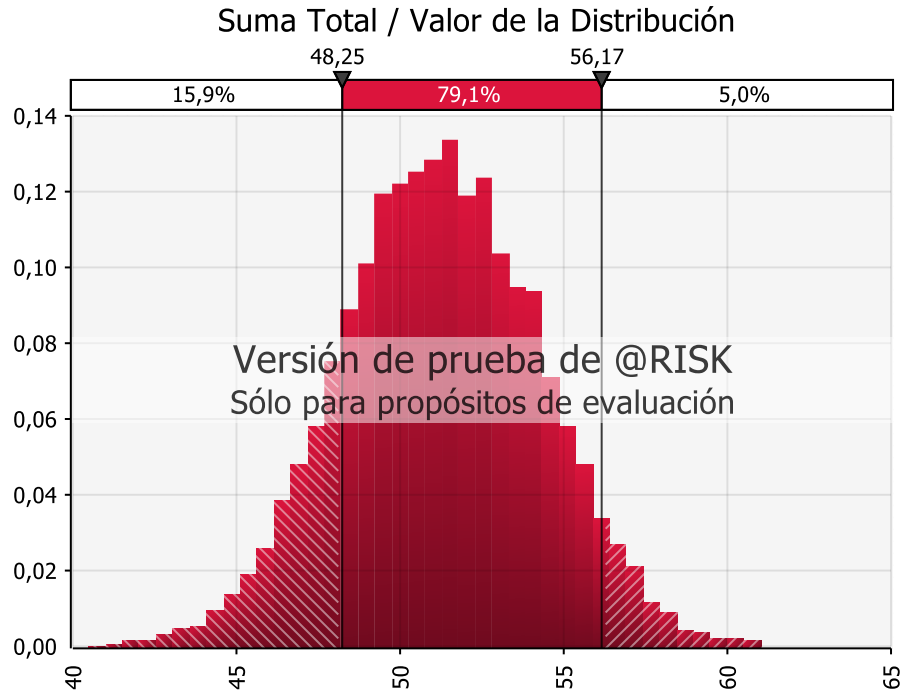
Se procede a aplicar las herramientas de análisis de riesgos de la gestión de proyectos con la distribución PERT dado los valores calculados:

Tabla 11. Cálculos PERT del primer elemento de medición

Numero de Ítem (Pregunta)	Valor mínimo	Valor Promedio	Valor máximo	Valor de la distribución	Desviación estándar	Varianza
1	2	3,2	6	3,5	1,25	1,563
2	2	4,2	7	4,3	1,56	2,441
3	1	3,1	6	3,2	1,56	2,441
4	2	4,8	7	4,7	1,56	2,441
5	4	5,2	7	5,3	0,94	0,879
6	4	5,4	6	5,2	0,63	0,391
7	3	4,8	7	4,9	1,25	1,563
8	3	4,7	7	4,8	1,25	1,563
9	1	5,3	7	4,9	1,88	3,516
10	1	4,5	7	4,3	1,88	3,516
11	1	2,7	6	2,9	1,56	2,441
12	1	3,0	6	3,2	1,56	2,441
Suma TOTAL	25	50,8	79	51,2		

Fuente: Elaboración propia.

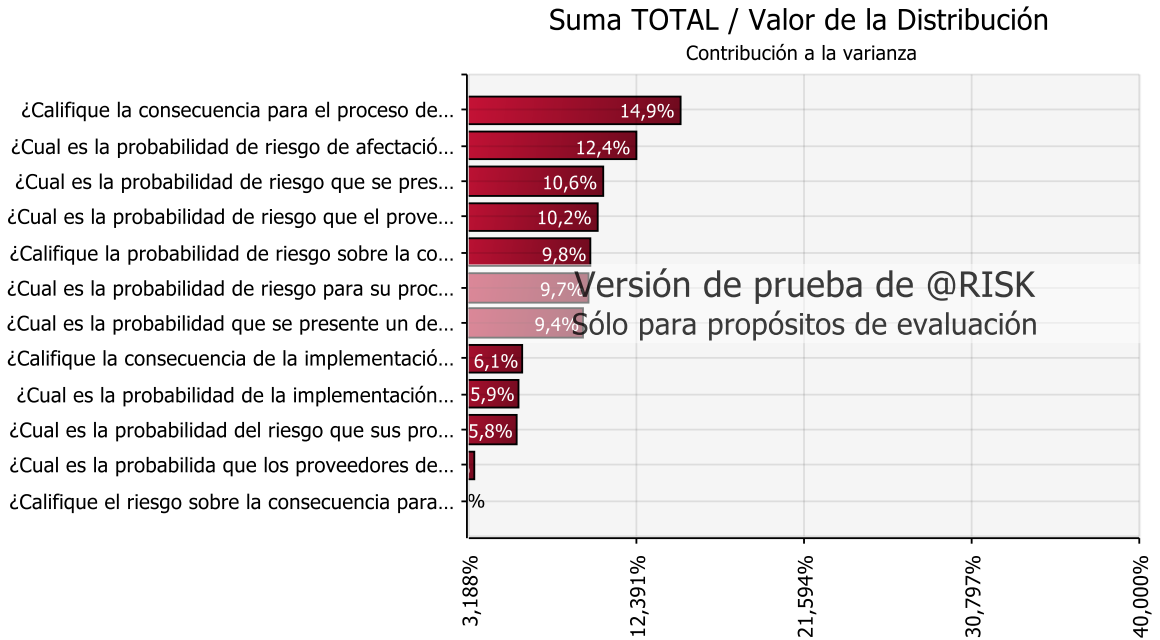
Figura 12. Valor de la distribución



Fuente: Elaboración propia.

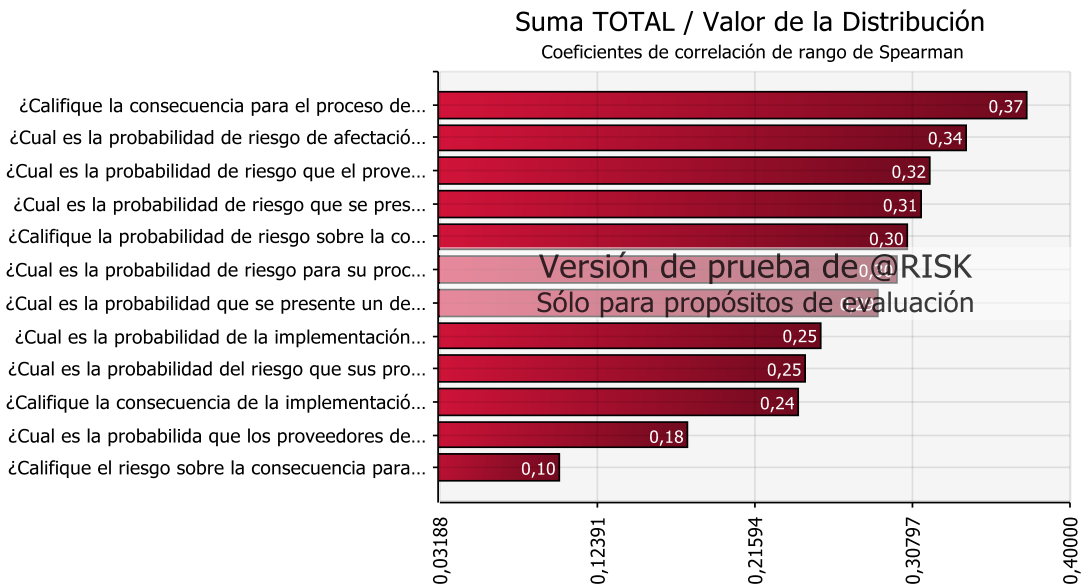
La **Figura 12** valor de distribución del valor de salida se representa con un gráfico de análisis de riesgos de acuerdo con el modelo probabilístico PERT, encontrando como resultado una gráfica de tipo creciente asimétrica para el análisis de las regiones del 16,1% y un 5% decreciente para los intervalos de análisis enfocados en el cambio de variación con el crecimiento y decrecimiento de las regiones.

Figura 13. Contribución a la Varianza



Fuente: Elaboración propia.

Figura 14. Coeficientes de regresión



Fuente: Elaboración propia.

La **Figura 14** de tornado identifica un análisis de variable por variable, cual es el ítem más crítico en forma de clasificación para identificar que variable aporta más a los riesgos en la cadena de suministro del sector automotriz.

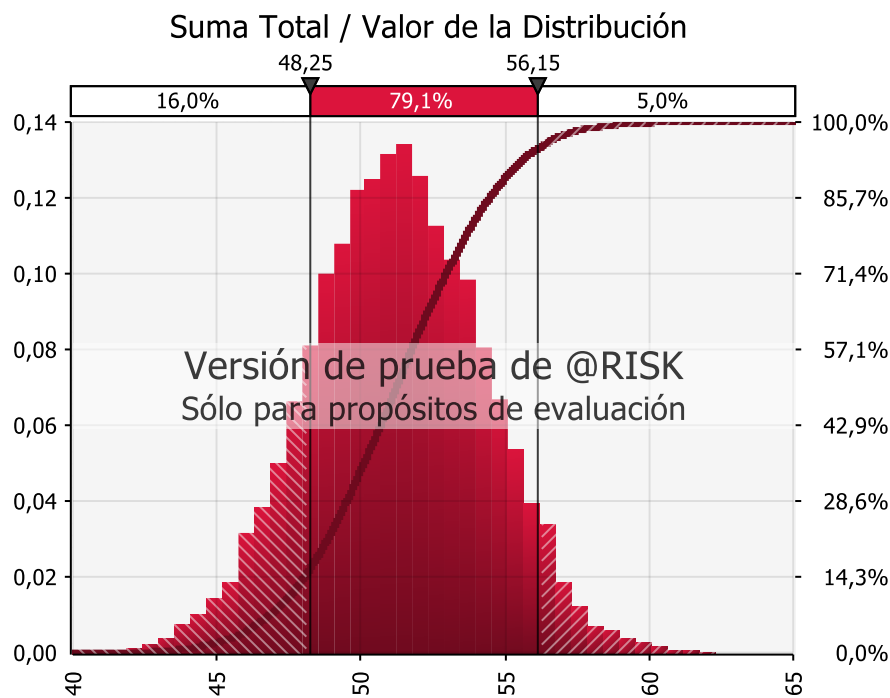
Se identifica un alto aporte al riesgo en el ítem número 10 el cual me cita que:

¿Califique la consecuencia para el proceso de suministro el tener proveedores

internacionales?, y realizando la aportación más baja se tiene el ítem número 6:

¿Califique el riesgo sobre la consecuencia para el proceso de suministro en el aumento de los costos?

Figura 15. Valor de la distribución



Fuente: Elaboración propia.

El valor de la distribución en la **Figura 15** presenta una tendencia creciente sobre el punto de corte en el análisis de 48,25 y una estabilidad sobre el 56,21 dando una gráfica asimétrica, dado que se observa un aumento constante en el riesgo sobre la región 78,9%

Los resultados hallados en los estudios realizados con las herramientas de gestión de proyectos se pueden interpretar de forma satisfactoria, ya que se evalúan los riesgos y la incertidumbre de cada una de las variables de forma individual y coherente con lo cual se identifica qué riesgo presenta mayor impacto en la cadena de suministro del sector automotriz, gracias a estos hallazgos se puede indicar que los objetivos planteados del presente trabajo de investigación se cumplieron a satisfacción teniendo en cuenta que las variables son objetivas en la medición de los riesgos y de una interpretación sólida ante la gestión de los riesgos. Los objetivos propuestos ayudan a enfocar el análisis para la toma de decisiones que se presentan en el sector automotriz para ayudar a mitigar la incertidumbre gracias al análisis de la volatilidad que se obtuvo del cálculo de la desviación estándar y la varianza. La interpretación de las gráficas de tendencia y gráficas de tornado identifican la sensibilidad y validación de la hipótesis planteada como aceptada, ya que las herramientas empleadas por la gestión de proyecto es un instrumento válido para la interpretación del riesgo y la incertidumbre con respecto a los otros instrumentos en la medición de riesgos de la cadena de suministro. (Bley, A.S y Cárdenas, L. F. A., 2019, p. 94)

Entrevista con los Expertos

En la entrevista con los expertos se evidenció se experiencia con cargos anteriormente desempeñados en la compañía, pero no una relación directa sobre la gestión de la cadena de suministro, dado que en ocasiones realizan aportes en la gestión de calidad y calificación de proveedores, de esta forma aportando estudios de mapeo en la cadena de suministro que ayudarán a la búsqueda en la optimización de tiempos y mejoras en la calidad de los productos ofrecidos por las diferentes empresas que desean integrarse a la cadena de suministro de la compañía, las empresas son tanto nacionales como del exterior originarios de Brasil, India o China.

Los paros en la cadena de suministro de las compañías es un factor que afecta los tiempos de operación en los diferentes departamentos de la empresa, ralentizando el funcionamiento normal y afectando directamente los recursos de stock que se tienen almacenados para futuras contingencias. Estos eventos afectan las funciones de las áreas generando funciones alternas a sus funciones principales.

Los aumentos de costos aduaneros se perciben como un riesgo alto en la cadena de suministro debido a las afectaciones en las que se pueden incurrir sobre impuestos tales como la TRM, aranceles de aduana, entre otras; generando un impacto directo sobre la utilidad de la compañía a causa de la afectación de los costos de fabricación, en ocasiones algunos elementos se pueden suplir localmente para bajar costos, pero no todas las necesidades se pueden suplir nacionalmente. Por último, se evidenció que en la actualidad de acuerdo con la respuesta de los expertos la afectación en la cadena de suministro por desastres naturales representa un riesgo bajo dado que no son temas que se den con regularidad o en tiempos establecidos.

Propuesta de solución a la problemática

Situación actual

El estudio realizado nos indica que la mayor afectación de riesgo en la cadena de suministro del sector automotriz en Colombia se encuentra relacionada con los cálculos realizados en la **Tabla 12**, donde se relaciona el análisis estadístico PERT para poder clasificar la incertidumbre de acuerdo con el valor hallado con la desviación estándar.

Tabla 12 Clasificación de la incertidumbre de acuerdo con estudio realizado

Orden	Riesgo
1	¿Califique la consecuencia para el proceso de suministro el tener proveedores internacionales?
2	¿Cuál es la probabilidad de riesgo de afectación en la cadena de suministro al tener proveedores en el exterior?
3	¿Califique la probabilidad de riesgo sobre la consecuencia para el proceso de suministro, la pérdida y/o interrupción del servicio?
4	¿Cuál es la probabilidad de riesgo para su proceso productivo que se genere una suspensión de suministro de su proveedor?
5	¿Cuál es la probabilidad de riesgo que el proveedor de transporte presente un siniestro al proveer el servicio?
6	¿Cuál es la probabilidad de riesgo que se presente huelgas realizadas por medio de los empleados de la compañía?
7	¿Cuál es la probabilidad que se presente un desastre natural que afecte el proceso de la cadena de suministro?
8	¿Cuál es la probabilidad de la implementación de medidas gubernamentales que afecten la cadena de suministro?
9	¿Califique la consecuencia de la implementación de nuevos requerimientos legales y/o restricciones en el país que afecten su cadena?
10	¿Cuál es la probabilidad del riesgo que sus proveedores de material tengan un paro en su producción?
11	¿Cuál es la probabilidad que los proveedores de la cadena de suministro realicen un aumento de los precios del servicio o producto?
12	¿Califique el riesgo sobre la consecuencia para el proceso de suministro en el aumento de los costos?

Fuente: Elaboración propia.

Ahora bien, en el análisis de la información se obtuvo la clasificación que se encuentran en la **Tabla 13**, donde se valora cada uno de los riesgos relacionados en la entrevista con los expertos, en donde el más riesgo más crítico es el impacto en el incremento de costos y afectaciones de los proveedores del exterior.

Tabla 13 Clasificación de riesgos por mapas de calor

Evaluación de los riesgos en la cadena de suministro		
1	¿Cuál es la probabilidad del riesgo que sus proveedores de material tengan un paro en su producción?	3,2
2	¿Cuál es la probabilidad de riesgo para su proceso productivo que se genere una suspensión de suministró de su proveedor?	4,2
3	¿Cuál es la probabilidad de riesgo que el proveedor de transporte presente un siniestro al proveer el servicio?	3,1
4	¿Califique la probabilidad de riesgo sobre la consecuencia para el proceso de suministro, la perdida y/o interrupción del servicio?	4,8
5	¿Cuál es la probabilidad que los proveedores de la cadena de suministro realicen un aumento de los precios del servicio o producto?	5,2
6	¿Califique el riesgo sobre la consecuencia para el proceso de suministro en el aumento de los costos?	5,4
7	¿Cuál es la probabilidad de la implementación de medidas gubernamentales que afecten la cadena de suministro?	4,8
8	¿Califique la consecuencia de la implementación de nuevos requerimientos legales y/o restricciones en el país que afecten su cadena?	4,7
9	¿Cuál es la probabilidad de riesgo de afectación en la cadena de suministro al tener proveedores en el exterior?	5,3
10	¿Califique la consecuencia para el proceso de suministro el tener proveedores internacionales?	4,5
11	¿Cuál es la probabilidad que se presente un desastre natural que afecte el proceso de la cadena de suministro?	2,7
12	¿Cuál es la probabilidad de riesgo que se presente huelgas realizadas por medio de los empleados de la compañía?	3

Fuente: Elaboración propia.

Una vez contamos con la clasificación, y dando uso a la herramienta de mapa de calor

Tabla 14, se logra clasificar en los cuadrantes que corresponden a los riesgos analizados, localizando la probabilidad y su criticidad.

Esta información resulta clave para priorizar las estrategias en el uso de la herramienta de gestión de proyectos, dando a la gestión de riesgos en la cadena de suministro mayor eficiencia y eficacia.

Tabla 14 Matriz de calor de riesgos

Constante					
Moderado					
Ocasional			10	5	
Posible		12	2	8,4	9,6
Improbable	11		3,1	7	
	Insignificante	Menor	Critica	Mayor	Catastrófico

Fuente: Elaboración propia.

La clasificación de la incertidumbre de estos riesgos nos da una perspectiva visual del escenario actual que se presenta en las compañías del sector para ayuda a enfocar los recursos tanto humanos como financieros de forma descendente para la creación de planes de acción en el tratamiento de estos riesgos.

Oportunidades

Los riesgos deben que ser evaluados de acuerdo con su origen y clasificarlos como internos o externos para poder generar estrategias y planes de contingencia que ayuden a mitigar el impacto que genere en la cadena de suministro. Se debe evaluar el análisis del tratamiento de los riesgos de acuerdo con una evaluación de los involucrados directos e indirectos de tal forma que se puedan mitigar, y controlar, en la medida que su naturaleza lo permita, para poder controlar su impacto en la cadena de suministro.

En la actualidad existe diferentes formas de evaluación y mitigación de riesgos, dependiendo del enfoque y de los recursos con los que cuente la compañía para su proceso de la gestión de riesgos, desde elementos políticos, legales y gubernamentales que ayudan a conocer el comportamiento de las variables que afectan a la cadena de suministro del sector. En algunas ocasiones se llegan a presentar cambios estatutarios, estos aumentos se ven reflejados en el IPC, TRM, impuestos arancelarios entre otros, afectando de una forma significativa del mercado automotriz colombiano. En la actualidad se cuenta con herramientas tecnológicas y estadísticas que ayudan a proyectos el comportamiento estadístico de las variables implicadas de afectación del funcionamiento normal de la cadena de suministro.

Propuesta de solución al problema planteado

El presente trabajo se enfocó en el análisis e identificación de riesgos e incertidumbre en la cadena de suministro del sector automotriz en Colombia, gracias a las encuestas y entrevistas desarrolladas por el personal que de una o de otra manera se encuentra involucrado en el proceso de la gestión de riesgo de la cadena de suministro del sector. La experiencia y los años del ejercicio profesional en estas compañías les da la potestad de evaluar los riesgos desde una perspectiva integral gracias al desarrollo y cambios efectuados en la industria automotriz.

El estudio se podría llevar más a fondo y más exacto si se contara con la participación de personal gerencial o directamente implicado en la gestión de la cadena de suministro de cada una de las compañías, dado que se podría recopilar datos históricos de costo y tiempo para enfocarlo en la gestión de riesgos. Estos datos se podrían evaluar de forma probabilística para ver la afectación que presentada con los años y los cambios que se generan por los gobiernos de turno en la operación de la cadena de suministro. Los resultados de los aspectos políticos y legales empalmados con los estatutos aduaneros es un riesgo vigente en la gestión de la cadena de suministro del sector automotriz en Colombia.

La evaluación de los riesgos y la incertidumbre se puede calcular con diferentes herramientas de gestión y evaluación, gracias a la normativa y paquetes estadísticos con los que se cuenta en la actualidad. Estas técnicas pueden evaluarse mediante la correlación directa que se genera con otro tipo de herramientas. Se observa en el tiempo el porcentaje de desviación entre una y otra, ya que se refieren a técnicas de evaluación de riesgos y generación de planes de acción para el control, mitigación y transferencia del riesgo.

Discusión

El presente estudio conllevó al análisis de la gestión de riesgos de la cadena de suministro del sector automotriz específicamente para las tres ensambladoras de Colombia, donde la recolección de información se realizó por medio de encuestas realizadas a los miembros del proceso de la cadena en cada una de las ensambladoras, consiguiendo de esta forma recolectar treinta y tres encuestas para el respectivo análisis y gestión.

Ahora bien, al ser reducida la muestra de estudio, se complementó con dos entrevistas a expertos, en las ensambladoras de la ciudad de Bogotá, y de esta forma obtener información que nos muestre una mayor perspectiva con respecto a la gestión que se realiza dentro de las organizaciones.

Los estudios realizados respecto a la gestión de riesgo en el sector automotriz tal como lo menciona De Castilho (2015), no es tan amplia actualmente, sin embargo las organizaciones han visto la necesidad de implementar diferentes tipos de herramientas que les apoye en la identificación, control y mitigación de los riesgos que se presenten.

Uno de los aspectos que los expertos calificaron con mayor relevancia, es el impacto de tener proveedores en el exterior; este es un factor que ha impactado a las cadenas de suministros a nivel global, principalmente luego de la pandemia del 2020, tal como lo menciona Dominguez et al., (2023), donde la escasez de suministros provocó diferentes impactos, de los cuales muchas organizaciones no tuvieron la capacidad de enfrentar.

Un aspecto adicional a tener en cuenta son los avances tecnológicos, competitivos y el entorno en general, los cuales obligan a las organizaciones a implementar con mayor celeridad y eficiencia con la ayuda de herramientas, nuevos procesos y estrategias que brinden competitividad a las empresas, lo que implica un constante cambio y una avanzada actualización de los procesos y sus respectivas herramientas.

En el estudio se encuentra una muestra de población estrecha, lo cual puede representar una limitación para evaluar aspectos a mayor profundidad, esto debido a la subjetividad que se obtiene de los expertos ya que, a mayor participación, se puede contar con una mayor contribución de información, para análisis, identificación e implementación de estrategias gracias a las herramientas.

Adicional se encuentra una limitación de información por parte de las organizaciones, debido a la confidencialidad que manejan, representan un margen de variación para los datos recolectados, adicional la dificultad que representó la oportunidad de obtener la entrevista solicitada y contar con el tiempo de los expertos.

Sin embargo, con todo esto hemos encontrado y recopilado información valiosa por parte de las ensambladoras actuales, esto forma parte del aporte que se pretende al realizar dicho estudio.

Conclusiones Y Trabajo Futuro

Conclusiones

- 1) El proyecto genera gran satisfacción debido a que se consiguió mediante la aplicación de las herramientas de gestión de proyectos, identificar y evaluar los riesgos más representativos en la cadena de suministro del sector automotriz en Colombia, gracias a la implementación de herramientas como las encuestas y entrevistas aplicadas a las tres ensambladoras, se logró recolectar la información necesaria para aplicar el método estadístico, en este caso Monte Carlo.
- 2) Los resultados generados gracias a la aplicación del método estadístico en este caso Monte Carlo, identifiqué que los riesgos con mayor probabilidad y criticidad en la cadena de suministro del sector automotriz se encuentran en las afectaciones que los proveedores del exterior tienen dentro de su proceso de abastecimiento, influyendo en los costos y tiempos del producto. En esta afirmación encontramos como indicador la varianza que arrojó la herramienta estadística, la cual fue del 14,9%, lo que indica la probabilidad que se presente este riesgo.
- 3) La hipótesis planteada nos encamina a la probabilidad del uso de herramientas empleadas en la gestión de proyectos, para la identificación, análisis e implementación de estrategias para mitigar y controlar estos, obteniendo como resultado que la hipótesis es válida, debido a que la herramienta estadística se complementa con la información recolectada por medio de las entrevistas, identificando y clasificando los riesgos a priorizar, para generar las estrategias necesarias.

- 4) Las entrevistas realizadas a los expertos, permitió complementar el estudio brindándole la característica de método de investigación mixto, el cual, con la información cualitativa y cuantitativa, complementa la experiencia con el modelo estadístico, brindando mayor cantidad de información al estudio.

- 5) Las estrategias de mejora que se podrían implementar en el proceso de la cadena de suministro del sector automotriz en Colombia se encuentran encaminadas al desarrollo de proveedores prioritariamente, teniendo en cuenta que el porcentaje de probabilidad y criticidad representa un 14,9%.

Trabajo Futuro

Para futuros trabajos se puede generar la evaluación de riesgos en la cadena de suministro del sector por medio de datos históricos a través de costos y tiempos generados en el sector de la cadena de suministro, cabe resaltar que este tipo de estudio se pueden realizar siempre y cuando se cuente con la información correcta por parte de las empresas implicadas del sector. Este tipo de estudio será de gran ayuda debido que se puede evaluar con mayor profundidad los riesgos que se generan en el sector automotriz, trayendo como consecuencia una mayor visión ante dichos riesgos y teniendo una mejor visión del comportamiento de la incertidumbre de dichos riesgos que se presenta en las empresas del sector automotriz.

Adicional, el trabajo a futuro se puede enfocar en los proveedores tanto internos como externos que alimentan la cadena de suministro del sector automotriz en Colombia, es interesante aplicar la misma metodología de evaluación pero con los proveedores, que realizan gestión directa sobre la cadena de suministro, realizando encuestas y entrevistas a dichos proveedores para ver su comportamiento en la cadena de suministro pero desde la perspectiva del proveedor, conocer cómo se percibe la afectación política en sus actividades diarias y conocer de primera mano cuáles son sus planes de acción contra dichos riesgos, y como se pueden mejorar con la implementación del presente estudio de evaluación. La continuación del trabajo a futuro se debe evaluar desde una perspectiva política, y enfocar hacia las afectaciones que se genera con los cambios políticos del país que traen los nuevos gobiernos desde una visión del comercio exterior y con restricciones que favorecen y desfavorecen los proveedores internacionales. El estudio de proyección política se debe tomar desde el cambio de la ideología política entre los gobiernos y como realiza afectaciones directas sobre los inversionistas del país.

REFERENCIAS

Agüí, J. C. (2008). *Guía básica para la simulación de Monte Carlo*. AENOR ediciones.

ANDI. (s.f.). Obtenido de <https://www.andi.com.co/>

Baca Urbina, G. (2022). *Evaluación de Proyectos Plus*. McGrawHill - Plus . Obtenido de <https://www-ebooks7-24-com.bdbiblioteca.universidadean.edu.co/?il=33271>

Bley, A., & Alarcon Cardenas, L. (2019). Planificación y control de proyectos. En A. Bley, & L. F. Alarcon Cardenas, *Planificación y control de proyectos* (pág. 94). Alpha Editorial.

Cabrera, B., Santa, R., Tegethoff, T., Morante, D., & Ferrer, M. (2023). Supply chain resilience in the Colombian defense sector before and during the COVID-19 pandemic: A comparative study. *Plos one*, 18(3), e0282793.

Cano-Olivos, P., Sosa-Gallardo, J. F., Sánchez-Partida, D., & Martínez-Flores, J. L. (2022). Risks in the Automotive Industry Supply Chain. *International Journal of Supply and Operations Management*, 9(1), 56-79.

CHAMORRO, E. T. (2007). KNIGHT Y SUS APORTES A LA TEORÍA DEL EMPRENDEDOR. *ESTUDIOS GERENCIALES*.

Chopra S. (2020). *Administración de la cadena de suministro: estrategia, planeación y operación*. Pearson Educación. Obtenido de <https://www-ebooks7-24-com.bdbiblioteca.universidadean.edu.co/?il=9397>

Chopra, & Sodhi, M. S. (2004). Managing risk to avoid supply-chain breakdown. *MIT Sloan management review*.

De Castilho, P. E. (2015). La gestión de proveedores de segundo nivel en la cadena de suministros. Un estudio en la industria automotriz en Brasil. *Revista de investigación académica*, 34, 109-118.

- Dias, G. C. (2020). Supply chain risk management and risk ranking in the automotive industry. *Gestão & Produção*.
- Dominguez, S. I.-R. (2023). identificación de riesgos en las cadenas de suministro de la industria automotriz: una revisión de literatura. *Entreciencias: Diálogos en la Sociedad del Conocimiento*, 11(25), 1-19.
- Gray, C. F., & Larson, E. W. (2009). *Administración de proyectos*. Mc Graw Hill.
- Gurtu, A. a. (2021). Supply Chain Risk Management: Literature review. *MDPI*, 9(1), 16.
- Hernández Sampieri, R., Collado, F., & Baptista, P. (2014). Metodología de la investigación. En *Metodología de la investigación* (Vol. 6, pág. 296). Mexico: mcGraw-Hill.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2016). *Edición Sampieri. Soriano, RR (1991). Guía para realizar investigaciones sociales. Plaza y Valdés*. Mexico: McGraw-Hill.
- Hernández-Sampieri, R. &. (2018). *Metodologia de la investigación. Las rutas cuantitativa cualitativa y mixta*. Ciudad de México: Mc Graw-Hill-Education.
- Ho, W., Zheng, T., Yildiz, H., & Talluri, S. (2015). Supply chain risk management: a literature review. *International Journal of Production Research*, 53(16), 5031-5069.
- ICONTEC, I. c. (2018). *Norma técnica colombiana (NTC-ISO 3100)*.
- Krajewski et al. (2008). *Administración de operaciones: procesos y cadenas de valor*. México: Pearson Educación. Obtenido de <https://www-ebooks7-24-com.bdbiblioteca.universidadean.edu.co/?il=3670>
- Kunrath, T. L. (2023). Supply chain management and industry 4.0: a theoretical approach. *Brazilian Journal of Operations & Production Management*, 20(1), 1263-1263.

Larson, E. W. (2021). *Administración de proyectos*. McGraw-Hill Interamericana.

Obtenido de [https://www-ebooks7-24-](https://www-ebooks7-24-com.bdbiblioteca.universidadean.edu.co/?il=16413)

[com.bdbiblioteca.universidadean.edu.co/?il=16413](https://www-ebooks7-24-com.bdbiblioteca.universidadean.edu.co/?il=16413)

Legiscomex. (s.f.). *Legiscomex*. Obtenido de [https://www-legiscomex-](https://www-legiscomex-com.bdbiblioteca.universidadean.edu.co/Home/Estadisticas?id=b026539b97af42d3a1b74a34f6c603a3)

[com.bdbiblioteca.universidadean.edu.co/Home/Estadisticas?id=b026539b97af42d3a1b74a34f6c603a3](https://www-legiscomex-com.bdbiblioteca.universidadean.edu.co/Home/Estadisticas?id=b026539b97af42d3a1b74a34f6c603a3).

Meredith et al., Y. (2017). *Desarrollo de Herramientas Enfocadas en Ayudar a las Pymes de Desarrollo de Software en la Implementación de Buenas Prácticas de Gestión de Proyectos*. Obtenido de

<https://www.redalyc.org/journal/5122/512253717003/movil/>

Musa, S. N. (2012). Supply chain risk management: identification, evaluation and mitigation techniques. (*Doctoral dissertation, Linköping University Electronic Press*).

Ocampo, P. y. (2016). El mercadeo y la cadena de abastecimiento en relación con el sector de autopartes en Colombia. *Sinapsis*. 1(8), 21-41.

Oh, S. R. (2010). Collaborative fractal-based supply chain management based on a trust model for the automotive industry. *Flexible services and manufacturing journal*(22), 183-213.

Project Management Institute. (2017). *La guía de los fundamentos para la dirección de proyectos*. Newtown Square, Pennsylvania.

Project Management Institute. (2021). *El estándar para la dirección de proyectos e guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK)*. Newtown Square, Pennsylvania 19073-3299 USA.

Quang, T., & Hara, Y. (2019). The push effect of risks on supply chain performance: service-oriented firms. *Business process management journal*, 25(7), 1734-1758.

Renting Colombia & Sectorial. (2022). *Informe Sector Automotriz*. Obtenido de

<https://www.rentingcolombia.com/hubfs/RE%20-%20Informativo%202/INFORME%20SECTOR%20AUTOMOTRIZ%20-%20Agosto%202022.pdf?hsCtaTracking=e86f5515-811f-481f-aef8-d3f7d3217b47%7C6e344209-82db-4210-9d3b-e48a5a6e4226>

Serpell Bley F, A., & Alarcon Cardenas, L. (2019). *Planificación y control de proyectos*. Bogota.

Silva, A. J., Cortez, P., Pereira, C., & Pilastrri, A. (2021). Business analytics in Industry 4.0: A systematic review. *Expert systems*, 38(7), e12741.

Valencia Martínez, Á. (2015). *Guía para la gestión del riesgo en la cadena de suministro en Colombia y el rol de los seguros en tal gestión*.

Wagner, S. M., & Bode, C. (2008). An empirical examination of supply chain performance along several dimensions of risk. *Journal of business logistics*, 29(1), 307-325.

Zaga, D., & Mina, A. (2022). *Reporte de la Industria Automotriz en Colombia*. Deloitte.

Zaidia, M., & Hasana, S. M. (2020). Supply chain risk prioritization using AHP and framework development: A perspective of the automotive industry. *International Journal of Industrial Engineering & Management*, 13(4).

Anexos

a. Anexo A. Resultados de las encuestas

Las respuestas a las encuestas se pidieron califica de acuerdo con el siguiente rango.

Pregunta.

¿Como estima la probabilidad de los siguientes riesgos y sus consecuencias

para su empresa?

Escala de 1 a 7 como:

1 riesgo más bajo

2 riesgo bajo

3 riesgo medio bajo

4 riesgo medio

6 riesgo medio alto

6 riesgo alto

7 riesgo más alto

Tabla 15. Anexo A: Resultado encuestas

1	¿Cuál es la probabilidad del riesgo que sus proveedores de material tengan un paro en su producción?	2	6	3	4	4	3	4	3	5	2	3	4	3	4	3	4	3	4	4	2	4	3	2	3	2	2	3	3	3	3	3	2	3	2	3	2
2	¿Cuál es la probabilidad de riesgo para su proceso productivo que se genere una suspensión de suministro de su proveedor?	2	6	3	6	7	3	4	2	4	3	3	4	3	3	4	3	4	4	4	4	5	6	6	5	5	4	5	4	5	4	5	4	4	5	4	4
3	¿Cuál es la probabilidad de riesgo que el proveedor de	3	5	1	2	2	2	6	4	2	3	5	3	3	3	2	3	3	3	3	3	2	3	3	4	3	3	4	3	2	3	4	4	4	3		

b. Anexo B. Entrevistas a expertos

Tabla 16. Anexo B: Entrevista a expertos

¿Ingeniero por favor me podría indicar su nombre?	Camilo Torres	Rodrigo Bernal
Validación de Perfiles	https://www.linkedin.com/in/camilo-torres-251bb386/	https://www.linkedin.com/in/luis-rodrigo-bernal/
¿Ingeniero en qué departamento desarrolla sus funciones laborales?	Ingeniería de producto y planeación	Mantenimiento
¿Ingeniero que cargo desempeña en la compañía?	Actualmente me desempeño como ingeniero de diseño. Sin embargo, he pasado por soporte a producción desde calidad de proveedores. También he sido parte del equipo de calidad de proveedores como ingeniero de proyectos y desarrollo.	Jefe de Mantenimiento
¿Qué relación tiene sus funciones con la cadena de suministro?	En mi anterior asignación, la cadena de suministro era un ítem que lo analizaba a detalle con los diferentes equipos de manejo de materiales, readiness, compras, manufactura y producto. Dentro del proyecto, se debía garantizar que toda la cadena se encontrara mapeada y claramente identificada. Ítems como especificaciones del producto activaban la búsqueda de proveedores que pudieran comprar materias primas localmente o en el exterior. Siendo esto un hito clave	Muy poca o ninguna.

	<p>debido a que los tiempos de adquisición, los desarrollos de la parte, la generación de muestras, las validaciones y las entregas del producto final (tiempo e instalaciones de manufactura), debían estar alineados y coordinados de manera que se cumpliera con los tiempos de lanzamiento de los programas, es decir, lanzamiento de un vehículo.</p>	
<p>¿Si se genera un paro en la cadena de suministro de la compañía, como afectaría el desarrollo de sus funciones?</p>	<p>Es bastante complejo debido a que es un agente externo a la empresa. Cuando se generaban paros, prácticamente la empresa opera hasta cuando se pueda obtener vehículos completos. Luego, se paraba la línea de producción y se disponían las personas para hacer otras operaciones. Generalmente, se maneja stock para 10 días debido a la gran cantidad de piezas que lleva un vehículo, aproximadamente 3000.</p>	<p>Cuando falta material de ensamble es necesario ralentizar las operaciones, o detenerlas totalmente por algún periodo de tiempo, por lo cual, desde el punto de vista de Mantenimiento, los ciclos de actividades preventivas de equipos se dilatan, algunos se adelantan, otros se postergan, lo cual genera variaciones importantes en la programación general. Cuando la planta para también se aprovecha para realizar modificaciones o mejoras que toman varios días de ejecución.</p>

<p>¿Por fallas en el transporte de la cadena de suministro se han generado retrasos o afectaciones en las funciones de su área?</p>	<p>Si puede pasar, sobre todo con piezas importadas de países como Brasil, India o China. Han sucedido casos como demora en las láminas de acero con las cuales se estampa el chasis del carro. Han existido demoras en la llegada componentes brasileros como amortiguadores o techos interiores, que han parado operaciones. Inclusive por demoras en altamar, en una ocasión ocurrió que los sistemas de HVAC (sistema de aire acondicionado) llegaron contaminados y toco ozonificar los carros para combatir el tema. Siempre van a existir problemas con el transporte, lo importante es dentro de la planeación de la importación y pedidos, acolchonar un tiempo prudente para el arribo del material. En cuanto al transporte local, generalmente es muy puntual y es muy esporádico si hay algún inconveniente.</p>	<p>Si, como comenté en la respuesta de la pregunta anterior.</p>
<p>¿Como percibes el riesgo de afectación en su área si se genera un aumento de precios de los derechos aduaneros en la cadena de suministro?</p>	<p>Tanto los aranceles aduaneros, como el incremento en la TRM, son ítems que se revisan no solo en el desarrollo de un componente, si no en los pedidos a diario. Afectan directamente el Profit de la compañía, debido al impacto directo sobre la adquisición de partes para ensamblar los carros. El riesgo</p>	<p>Es un riesgo alto para el área de Mantenimiento, dado que la mayoría de los equipos requieren repuestos del extranjero y el incremento en los costes aduaneros implica aumentos no planeados en los costos de los repuestos.</p>

	<p>puede ser medio o alto, si se emite alguna política local sobre o aranceles adicionales a alguna fuente de donde se traiga una parte. Es importante resaltar, que cuando hay incremento en los derechos aduaneros, de igual manera se ve con mejores ojos la localización de componentes en proveedores locales. Siendo esto impulsor de industria nacional y ayudando a mitigar en parte el impacto por el incremento de aduanas.</p>	
<p>¿Cree Usted que la crisis petrolera afecta su cadena de suministro?</p>	<p>Para el caso de Colombia, el aumento en la gasolina tiene un impacto leve-medio dentro de la cadena de suministro, debido a que la mayoría de transporte de carga se mueve a través de camiones y estos utilizan diésel para moverse. En caso de existir un ajuste en este hidrocarburo, eso sí podría disparar los fletes de los transportadores y tener un impacto directo sobre el valor final de los carros. En caso más macroeconómico, una crisis petrolera si pudiera afectar los fletes internacionales para piezas importadas.</p>	<p>Sí, por el incremento de costos de los transportes.</p>

<p>¿Como afectaría las huelgas a la cadena de suministro de su empresa, las ha vivido?</p>	<p>No he vivido una huelga, debido a que no se hacen desde 1997, en esta organización. Sin embargo, sería demasiado complicado para la cadena de suministro. Esto debido a que sería como un frenazo en seco para el pedido de piezas, recepción del tránsito y generación de bienes. Generalmente, las huelgas son atribuidas al descontento de los trabajadores hacia el empleador; pero creo que GM hace un buen trabajo dando beneficios en diferentes aspectos para lograr una equidad entre todos.</p>	<p>Sí las hemos vivido, y afectan en la programación de actividades.</p>
<p>¿Ha vivido desastres naturales que afecten la cadena de suministro de su compañía y al área donde desarrolla sus funciones?</p>	<p>No he tenido que vivir desastres naturales; pero si temas de incendio e inundación en plantas de producción de proveedores locales. Esto hizo que tocara desplegar planes de contingencia con proveedores alternos para poder traer las piezas y seguir produciendo. Generalmente, se maneja al menos dos proveedores que tengan la experiencia para crear un componente y que puedan ser un bypass en caso de tener un incidente. Ahí, siempre la cadena de suministro deberá garantizar las piezas; pero a un mayor costo en caso de no estar planeado.</p>	<p>No.</p>